

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

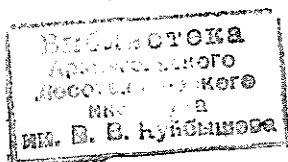
---

*Лесной журнал*

Журнал основан в 1957 году

5

1982



АРХАНГЕЛЬСК

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

---

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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1982.

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

---

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5

---

Сдан в набор 23.7. Подписан к печати 14.10. 1982 г.  
Форм бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,52.  
Сл. 00813. Тираж 1520 экз. Заказ 4365. Цена 1 руб. 40 коп.  
Типография им. Скляпина издательства Архангельского обкома КПСС,  
г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

## ПРОГРАММА ВАЖНАЯ ДЛЯ ВСЕХ

На всех этапах социалистического строительства главной задачей партии, высшей целью ее экономической политики и всей практической деятельности была забота о благосостоянии советских людей на основе устойчивого развития народного хозяйства.

На майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС подчеркивалось, что удовлетворение жизненных запросов трудящихся — важнейшее программное требование партии.

Пленум одобрил разработанную в соответствии с решениями XXVI съезда КПСС Продовольственную программу СССР на период до 1990 г. В ней намечен глубокий поворот всех отраслей народного хозяйства к решению проблемы дальнейшего подъема сельскохозяйственного производства и развития агропромышленного комплекса в целом, с тем чтобы в возможно более сжатые сроки надежно обеспечить бесперебойное снабжение населения продовольствием. Это — принципиально новый шаг в системе планирования, в управлении социалистической экономикой, не только первостепенная экономическая, но и социально-политическая задача.

Отличительная черта Продовольственной программы — ее системность, комплексность. Программой предусмотрено достижение целого ряда взаимосвязанных показателей, указаны пути и средства их достижения.

Основными направлениями реализации программы являются:

пропорциональное и сбалансированное развитие агропромышленного комплекса, совершенствование управления, планирования и экономического стимулирования во всех отраслях с максимальной ориентацией производства на достижение высоких конечных результатов;

обеспечение высоких темпов развития сельскохозяйственного производства на основе последовательной его интенсификации, высокоэффективного использования земли, всемерного укрепления материально-технической базы, ускоренного внедрения достижений науки и передового опыта;

всемерное улучшение использования производственно-технического потенциала агропромышленного комплекса, значительное повышение отдачи от капитальных вложений и материальных ресурсов, развитие специализации и концентрации производства на основе межхозяйственных и межотраслевых связей;

борьба за экономию и бережливость, сокращение потерь и повышение качества сельскохозяйственной продукции путем широкого внедрения прогрессивной технологии ее производства, переработки и хранения, организации перевозок специализированным транспортом.

Продовольственная программа — всенародное дело. В нем не должно быть безучастных, оно немислимо без широкой народной инициативы. Свой вклад в реализацию Продовольственной программы вносят и высшие учебные заведения, среди них лесотехнические.

Разнообразны формы участия сотрудников и студентов вузов в реализации Продовольственной программы. Лесотехнические институты, хотя и не ведут подготовку специалистов непосредственно для сельского хозяйства, но ежегодно в плановом порядке направляют десятки своих выпускников на работу в совхозы и колхозы. Регулярную помощь

трудом наши учебные заведения оказывают селу в уборке урожая, заготовке кормов. В возведении объектов агропромышленного комплекса: комбикормовых комбинатов, животноводческих комплексов, бройлерных фабрик и т. д., особенно в Нечерноземной зоне России, участвуют десятки студенческих строительных отрядов.

Вступая в новый учебный год, лесные вузы должны четко определить свое дальнейшее участие в решении Продовольственной программы. Прежде всего, необходимо продолжить углубленное изучение материалов майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС преподавателями и сотрудниками в системе политического и экономического образования, увязать задачи Продовольственной программы с читаемыми учебными курсами. В пропаганде материалов Пленума по линии общества «Знание» должны принять участие как преподаватели, так и студенты, особенно во время производственных практик и третьего трудового семестра.

В научно-исследовательской деятельности лесных вузов имеются значительные возможности для проработки вопросов расширения кормовой базы животноводства, производства удобрений и непосредственно продовольствия за счет продукции лесного хозяйства, лесозаготовки, целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности и др. В этом направлении уже имеется положительный опыт. Так, в Архангельском лесотехническом институте учеными химико-технологического факультета отрабатывается технология использования лигнина и лигнинсодержащих веществ — отходов целлюлозно-бумажного и гидролизного производства, которые могут быть использованы в качестве удобрений. Здесь же ведутся исследования по получению кормовых дрожжей и кормового сахара из гидролизата древесины.

Свою шефскую помощь селу лесные вузы должны ориентировать и на решение проблем его социального развития: строительство дорог, жилья, объектов культуры, детских дошкольных учреждений, создание средств механизации труда.

Советские люди горячо одобряют решения майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, положения и выводы, изложенные в докладе Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева, в которых с новой силой подчеркнута забота партии о народном благосостоянии, о дальнейшем процветании нашей Родины. Коллективы лесных вузов полны решимости приложить все усилия для успешного претворения в жизнь Продовольственной программы СССР.

*К 60-летию образования СССР*

УДК 630\* : [37 + 001](476)

**ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
И ЛЕСНАЯ НАУКА БЕЛОРУССИИ***В. С. РОМАНОВ, А. Д. ЯНУШКО*

Белорусский технологический институт

Великий Октябрь, открывший эпоху созидания нового мира, ознаменовал коренной поворот в судьбах народов нашей многонациональной страны. Для белорусского народа он принес долгожданное освобождение от социального и национального гнета. Впервые за свою многовековую историю Белоруссия обрела государственность — государственность высшего социалистического типа. Она без колебаний вошла в состав Союза Советских Социалистических Республик.

В братской семье народов при щедрой и бескорыстной помощи великого русского народа Советская Белоруссия из некогда нищей и бесправной окраины царской России превратилась в республику с высоко развитой социалистической экономикой, передовой наукой и культурой.

Детищем Великого Октября в Белоруссии является высшее лесотехническое образование и лесное опытное дело. Ведь до революции на территории республики не было высших учебных заведений. В 1864 г. за революционную деятельность студентов и преподавателей был закрыт единственный вуз — сельскохозяйственный институт в Горках Могилевской губернии. Царизм всячески препятствовал развитию образования и культуры белорусского народа.

Уже в 1919—1920 гг., когда еще значительная часть Белоруссии была оккупирована белополяками, начали создаваться первые высшие учебные заведения. Так, в 1919 г. был открыт Горы-Горечский сельскохозяйственный институт, а в 1920 г. сразу после освобождения Минска от белопольской оккупации — Белорусский политехнический институт. В составе этих вузов были организованы лесные факультеты, положившие начало высшему лесотехническому образованию в республике.

Однако политехнический институт просуществовал недолго, и в 1922 г. в связи со слабой материальной базой, недостатком научно-педагогических кадров и острой потребностью в сельскохозяйственных и лесных кадрах он был реорганизован в Белорусский институт сельского и лесного хозяйства с двумя факультетами: агрономическим и лесным. В составе лесного факультета было пять кафедр, которыми руководили крупные специалисты: профессора Г. Н. Высоцкий (общее лесоводство), А. В. Костяев (частное лесоводство), Д. И. Товстолес (таксация и лесостроительство), В. В. Шкателов (лесная технология), В. И. Переход (экономика и статистика лесного хозяйства).

Научно-педагогические работники кафедр, наряду с педагогической, вели большую научно-исследовательскую работу по изучению лесов Белоруссии и организации социалистического лесного хозяйства. В качестве экспериментальной базы для факультета была выделена Жорновская лесная дача, где развернулась активная работа. Здесь была организована лесная опытная станция для изучения дубрав Белоруссии, существующая и поныне в составе Белорусского научно-иссле-

довательского института лесного хозяйства. В Прилукской лесной даче вблизи Минска были заложены постоянные пробные площади для изучения роста и развития сосновых лесов. Теперь Прилукская лесная дача, отличающаяся большим разнообразием древесных пород и содержащая богатый лесокультурный опыт, объявлена заказником и является опытным объектом лесохозяйственного факультета Белорусского технологического института.

Результаты научных исследований публиковались в «Записках Белорусского института сельского и лесного хозяйства». За три года существования института в Минске вышло девять выпусков, которые и сейчас представляют большой научный интерес.

В 1924 г. произошло укрупнение Белоруссии. К ее прежней территории были присоединены Витебская и Гомельская области и ряд других районов, населенных преимущественно белорусами. На вновь присоединенной территории находились и Горки Белорусские, ранее входившие в состав Смоленской области. В результате на территории Белоруссии оказалось два сельскохозяйственных института почти аналогичного профиля и два лесных факультета. Было принято решение об их слиянии и образовании в Горках Белорусской сельскохозяйственной академии (1925 г.). С этого времени началась вторая стадия высшего лесотехнического образования в БССР, связанная с деятельностью лесного факультета в составе сельскохозяйственной академии.

Лесной факультет в Горках просуществовал пять лет (1925—1930 гг.). В его состав входили кафедры общего лесоводства и дендрологии (проф. С. П. Мельник), частного лесоводства (проф. А. В. Костяев), таксации и лесоустройства (проф. В. К. Захаров), экономики и статистики лесного хозяйства (проф. В. И. Переход), лесной технологии (проф. В. В. Шкателов). В качестве учебно-опытной базы факультета использовалось Горецкое учебно-опытное лесничество. Результаты научных исследований публиковались в «Трудах по лесному опытному делу». Факультет имел ботанический сад, дендрологический парк, лесной питомник.

Лесной факультет готовил специалистов широкого профиля для лесного хозяйства, лесозаготовительной промышленности, лесохимии и подсочки леса. Он сыграл важную роль в подготовке инженерных и научных кадров, в развитии материально-технической базы для дальнейшего совершенствования высшего лесотехнического образования республики.

В первой половине 20-х годов закончился период восстановления народного хозяйства в СССР. Страна перешла к созданию фундамента социалистической экономики, индустриальной базы всего народного хозяйства. В связи с этим возросла потребность в инженерно-технических кадрах и повышении уровня их подготовки. В июле 1928 г. Пленум ЦК ВКП(б) специально обсудил вопрос об улучшении подготовки новых специалистов. Пленум отметил серьезные недостатки в подготовке кадров, указал на резкое отставание темпов их подготовки от темпов развития народного хозяйства и потребовал «решительного перелома в темпе и методах всей подготовки новых кадров специалистов», с тем, чтобы к концу пятилетки «увеличить вдвое удельный вес инженерно-технического состава в крупной промышленности»\*.

Потребность в новых технических вузах остро ощущалась в Белоруссии. Республика ускоренными темпами развивала лесную и дерево-

\* КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. Т. 4. — М.: Политиздат, 1970, с. 113.

обрабатывающую промышленность, металлообработку и машиностроение. Имеющееся количество инженеров было недостаточным и не обеспечивало потребности производства. В связи с этим в 1930 г. была проведена реорганизация лесного факультета Горецкой сельскохозяйственной академии в Лесной институт, который начал функционировать в Гомеле и в 1932 г. получил название Белорусского лесотехнического.

Наряду с подготовкой инженерных кадров, институт много сделал для развития лесного опытного дела и формирования научно-исследовательских учреждений в БССР. Центральная лесная опытная станция, созданная в Горках, стала фундаментом для организации Белорусского научно-исследовательского института лесного хозяйства в Гомеле. Как и БЛТИ им. С. М. Кирова, БелНИИЛХ был наследником лесных факультетов. Проф. В. И. Переход отмечал, что без этих факультетов и их экспериментально-научных баз (опытных станций) было бы очень трудно организовать учебный и научно-исследовательский институт в БССР.

Развивающиеся в республике лесное хозяйство, лесная и деревообрабатывающая промышленность выдвигали много неотложных научных и научно-технических проблем. В их решении активно участвовали работники Белорусского лесотехнического института. Результаты исследований публиковались в научных трудах института.

Однако мирный труд советских людей был нарушен. Началась Великая Отечественная война. В связи с угрозой оккупации в 1941 г. Белорусский лесотехнический институт был эвакуирован в Свердловск. После освобождения Белоруссии он возвратился в Гомель, в 1945 г. был перебазирован в Минск. С 1961 г. институт стал называться Белорусским технологическим.

За послевоенный период институт вырос в крупный учебно-научный центр, в котором на шести факультетах обучается 6,4 тыс. студентов. Он ведет подготовку инженерных кадров практически по всем специальностям лесного комплекса: лесному хозяйству, лесоинженерному делу, технологии деревообработки, химической технологии древесины, химической технологии целлюлозно-бумажного производства, технологии древесных плит и пластиков, машинам и механизмам лесной и деревообрабатывающей промышленности. По этим специальностям институт подготовил свыше 15 тыс. инженеров, которые трудятся во всех уголках нашей Родины. Среди них крупные руководители, партийные работники, ученые.

Институт сегодня — это крупный многопрофильный учебно-научный комплекс, в котором в тесном единстве развивается учебно-воспитательная и научно-исследовательская работа. В его составе 47 кафедр и 11 научно-исследовательских лабораторий, в числе которых пять проблемных, научно-исследовательский сектор, учебно-опытный лесхоз. Только на кафедрах лесного профиля работают 130 научно-педагогических работников, в том числе 14 профессоров и докторов наук и 88 доцентов и кандидатов наук.

Научно-исследовательская работа — неотъемлемая часть деятельности института. По всем научным направлениям созданы научные подразделения, которые совместно с кафедрами ведут плодотворные научные исследования. По ряду научных направлений институт является единственным в республике научным центром.

К проведению научных исследований широко привлекаются студенты. Для этого в институте созданы студенческое конструкторское бюро и студенческий вычислительный центр.

За успехи в подготовке инженерных кадров и развитии научных исследований в 1980 г. институт награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Проблемами лесной науки в республике, кроме БТИ им. С. М. Кирова, занимается Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (Гомель), Институт экспериментальной ботаники АН БССР, три лесных заповедника: Беловежская пуца, Березинский и Припятский. В их составе работают в основном выпускники Белорусского технологического института. Наука и образование всегда шли рука об руку, помогая и взаимно обогащая друг друга.

Сопоставляя нынешний уровень и размах подготовки инженерных кадров и лесной науки в республике с тем наследием, которое она получила от царской России, ощущаешь величие и торжество идей Великого Октября. В истории развития высшего лесотехнического образования и лесной науки Белоруссии как в зеркале отражаются огромные преобразования в жизни белорусского народа, которые являются прямым результатом претворения в жизнь ленинской национальной политики и ленинской программы культурной революции.

---



УДК 630\* : [001 + 37] (575)

## РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ НАУКИ И ЛЕСНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

С. М. АБЛАЕВ

Ташкентский сельскохозяйственный институт

Средняя Азия представляет огромную территорию на юге СССР (127,7 млн. га). В административном отношении она включает Узбекскую (44,8 млн. га), Таджикскую (14,3 млн. га), Киргизскую (19,8 млн. га) и Туркменскую (48,8 млн. га) республики.

Средняя Азия бедна лесом. Ее лесистость около 7 %. Общая площадь лесов более 20 771 тыс. га. Она включает горные, пустынно-песчаные, тугайные и внутрибазисные насаждения. Здесь характерны высочайшие в мире горные хребты, необъятные просторы песчаных пустынь и зеленые оазисы орошаемых земель. Более четверти всего гослесфонда падает на редины, а пятая часть на лесную площадь. И все же леса Средней Азии имеют огромное водоохранное, почвозащитное значение. Они улучшают климат, увеличивают водные ресурсы, дают древесину, орехи, плоды, лекарственные растения и другую продукцию.

Поэтому охрана, повышение производительности и защитной роли лесов в Средней Азии — важнейшие народнохозяйственные задачи, решение которых невозможно без разработки научных основ лесного хозяйства и лесомелиорации. Эти большие и трудные, но благородные проблемы разрабатываются коллективом ученых лесоводов Средней Азии.

История организации и развития научной мысли показывает, как росла и крепла лесная наука в Средней Азии. Неоценимый вклад внесли русские ученые естествоиспытатели П. П. Семенов-Тяньшанский, Н. А. Северцев, В. А. Обручев, Д. В. и И. В. Мушкетовы и др., ученые лесоводы В. А. Палецкий, Ф. И. Готшалк, С. Г. Заозерский, В. А. Дубянский, В. П. Дробов, В. М. Савич и др., которые создали общетеоретические основы освоения безбрежных пространств б. Туркестанского края, заложили основу защитного лесоразведения в Средней Азии.

До Великой Октябрьской социалистической революции исследования в области лесного хозяйства в Туркестане не проводились. Значительное место в деятельности официальных ведомств занимала эксплуатация лесов и лесных угодий. Лесоустроительные работы заключались в описании некоторых лесных дач или отдельных участков леса. В небольших масштабах проводились работы по лесоразведению. Так, Н. И. Корольков, С. Ю. Раунер, Писчиков, Невесский в тяжелые времена сумели создать такие замечательные насаждения, как Акташские и Аманкутанские.

В ноябре 1917 г. III краевой съезд Советов избрал правительство Советского Туркестана. С 1921—1925 гг. наша партия организовала борьбу за восстановление народного хозяйства в стране. К этому периоду относится опубликование декрета В. И. Ленина об организации Ташкентского университета.

Профессора, ученые, приехавшие в Среднюю Азию по зову В. И. Ленина (Р. И. Аболин, П. Л. Бродский, Д. Н. Кашкаров, Е. П. Корвин, М. В. Культиясов, М. А. Орлов, И. А. Райкова, И. И. Гранитов

и др.), сделали многое по изучению физико-географических условий Средней Азии, без чего были бы немыслимы широкие исследования по лесному хозяйству и лесомелиорации в наше время.

Первым научным учреждением в Средней Азии была Среднеазиатская центральная опытная станция (СацЛОС), входившая в состав ВНИАЛМИ. На станции плодотворно работали крупные ученые Н. Васильковский, В. П. Дробов, В. Д. Дмитриев, Морозов, И. П. Щеглов и др.

В 30-х годах СацЛОС была реорганизована и на ее базе созданы Узбекская, Таджикская и Туркменская лесные опытные станции. В 1935 г. создан сектор агролесомелиорации Комитета наук УзССР (в последующем преобразованный в Узбекскую Академию наук). В 1937 г. организована Сукокская эрозионно-селевая станция, в 1940 г. — УзНИИЛХ. В составе института была организована сеть опытных станций и опорных пунктов, которые проводили исследовательские работы по лесному хозяйству, горной и песчаной мелиорации, механизации лесных работ и др.

Ученые, инженеры-лесомелиораторы, ботаники, почвоведы, метеорологи, работавшие в этих научных учреждениях, внесли посильную долю в разработку основ лесного дела в Средней Азии. Они принимали активное участие в проведении лесохозяйственных, лесомелиоративных работ в республиках Средней Азии. Результаты исследований лесного института были приняты за основу при создании защитных лесных насаждений в различных районах Средней Азии. УзНИИЛХ стал мощным научно-исследовательским учреждением.

После победоносного окончания Великой Отечественной войны партия и правительство приняли решение в кратчайший срок восстановить народное хозяйство и культурные учреждения, а затем значительно превзойти довоенный уровень производства.

Весьма важную роль в восстановлении сельского и лесного хозяйства сыграло постановление февральского (1947 г.) Пленума ЦК ВКП(б) «О мерах подъема сельского хозяйства в послевоенный период». В связи с этим в 1948 г. УзНИИЛХ преобразован в СредазНИИЛХ, который как крупный научный центр сыграл видную роль в развитии лесной науки в Средней Азии. СредазНИИЛХ проводит свои исследования в различных физико-географических зонах Средней Азии.

Средняя Азия — объект мелиорации, поэтому усилия ученых были направлены на решение узловых вопросов лесной мелиорации: улучшение состояния естественных лесов и повышение их водоохранной роли; облесение горных склонов, повышение производительности горных территорий и борьбы с эрозионными процессами; мелиорация песков и полезащитное лесоразведение, орошаемое и богарное земледелие и др.

Значительное место занимают работы по облесению горных территорий в целях борьбы с эрозией почв и селевыми потоками. Испытаны склоновые и русловые сооружения, применяющиеся в борьбе с эрозией почв и селевыми потоками, широкий ассортимент древесных, кустарниковых и плодовых деревьев. СредазНИИЛХом проведены широкие исследования в различных районах Средней Азии. Изучены особенности физико-географических условий горных территорий, выяснен характер, состав, состояние и размещение горных лесов, обобщен опыт облесения горных склонов, уточнены районы распространения селевых очагов, установлены причины образования селевых потоков, их повторяемость и вредоносность.

Наиболее значительны исследования СредазНИИЛХа по мелиорации песков: аэросев саксаула, узкополосный прием улучшения пустынных пастбищ, типология условий местопроизрастания и типы леса, соз-

дание зеленых зон на серо-бурых гипсированных почвах при поливе минерализованной водой, расчет ветровой активности и количества песка, переметаемого ветром, использование воды местного стока для облесения такыров, комбинированный прием (посевы и посадки) закрепления песков, рекомендации по облегченным защитам, внедрение продольных защит, установка их до половины наветренного склона и др.

Исследованы существующие полезащитные лесные полосы в зоне орошения и выявлена их эффективность, в том числе лесомелиоративная. Изучена агротехника выращивания полос. Установлена ширина, конструкция в зависимости от мелиоративной особенности территорий. Значительное место в истории исследования занимают разработки вопросов богарного защитного лесоразведения. Выявлен наиболее устойчивый ассортимент пород и агротехника их выращивания.

Учеными разработан ряд актуальных вопросов по лесному семенному делу, выращиванию посадочного материала и лесоразведению на орошаемых землях.

Изучены вопросы создания лесных культур на галечниках и землях, подверженных засолению. Разработаны способы выращивания некоторых ценных пород в условиях орошения.

Проведены селекционные работы на устойчивость ильмовых против голландской болезни, быстроту роста, декоративность. Сделан отбор ценных форм грецкого ореха, фисташки, тополя, ивы, ильма с целью выявления лучших видов и сортов для различных лесорастительных районов Средней Азии. На основе этих исследований дано предварительное районирование видов и сортов тополя и ивы.

В Средней Азии выполнены работы по изучению вредителей и болезней всходов, мучнистой росы на саксауле, исследован видовой состав вредителей елово-пихтового леса Киргизии. Многие сделаны научными работниками СредазНИИЛХа в области лесоводства и лесоведения. Изучена биология арчевых лесов и разработана их типология на основе передовой теории акад. В. Н. Сукачева, изучено естественное возобновление арчи, приемы ее выращивания.

Проведены серии опытов по использованию различных гербицидов для борьбы с сорной растительностью в питомниках и лесных культурах.

Экономистами СредазНИИЛХа предложены нормы выработки на лесокультурные, лесохозяйственные, лесозащитные, гидромелиоративные работы. Выявлена экономическая эффективность полезащитного лесоразведения, освоения заросших и задернелых песков под леса и улучшения пастбищ.

Значительный вклад в лесное дело внес отдел механизации СредазНИИЛХа. Хорошо известны работы таких ученых, как д-р с.-х. наук Ф. К. Кочерга, проф. В. М. Савич, проф. М. Б. Дошанов, проф. В. М. Ровский, канд. с.-х. наук Махновский, Гершун, д-р биол. наук Т. А. Желтикова, д-р биол. наук А. А. Леонтьев и др.

Широкое развитие работ по лесному хозяйству было немыслимо без подготовки кадров. В 1944 г. впервые в Средней Азии при Ташкентском сельскохозяйственном институте был организован факультет лесного хозяйства, а при Министерстве лесного хозяйства создан Ташкентский лесной техникум, преподавателями которых стали научные сотрудники СредазНИИЛХа (проф. В. М. Савич, М. Б. Дошанов, А. В. Гвоздикив и др.).

Организатором и первым заведующим кафедры лесоводства был большой ученый, прекрасный педагог В. М. Савич, руководивший кафедрой до 1959 г. Затем заведовали кафедрой проф. М. Б. Дошанов и

проф. А. В. Гвоздиков. В настоящее время факультет имеет три профилирующие кафедры: лесомелиорации и лесных культур; лесоводства, таксации и лесоустройства; ботаники. За годы работы факультет воспитал более 3 тыс. специалистов лесного хозяйства. На смену старшему поколению преподавателей пришли их воспитанники. Лесохозяйственный факультет оснащен учебным оборудованием. Функционирует современная семенная лаборатория. Аппаратура лаборатории позволяет проводить все анализы качества семян. Учебные аудитории оборудованы новейшими техническими средствами обучения, хорошо оформлены. Имеется учебный дендрарий, питомник. Организован филиал кафедры лесомелиорации на базе пяти передовых лесхозов УзССР, где проводятся совместные научные работы, и результаты их внедряются. За годы существования факультета его преподаватели провели значительные научные исследования, внесли серьезный вклад в общую лесную науку Средней Азии.

Глубокие исследования по полезащитному и массивному лесоразведению на богаре были выполнены под руководством проф. В. М. Савича, а в его монографии «Полезащитное лесоразведение на богаре предгорий Узбекистана» дано теоретическое обоснование возможности богарного лесоразведения. Его продолжатели работают над проблемой восстановления фисташников Средней Азии, созданием высокопродуктивных насаждений этой породы и повышением продуктивности существующих культур и естественных насаждений.

На факультете под руководством проф. М. Б. Дошанова проведены большие исследования поверхностного стока, эрозии почв и борьбы с нею, в том числе в зоне богарного земледелия. В течение ряда лет изучалось влияние многолетних трав на формирование поверхностного стока и уменьшение эрозии почв.

Под руководством проф. А. В. Гвоздикова проведено исследование по проблеме освоения и закрепления песчаных пустынь. Изучены лесорастительные условия песков и методы их закрепления и облесения, установлены оптимальные сроки посева семян саксаула в пустынях Средней Азии. Разработаны основы песчаной мелиорации и обобщен материал научно-исследовательских и производственных организаций. Изучен ассортимент интродуцируемых пород и агротехника их выращивания.

Проведены работы по изучению арчевых лесов, выявлению семенной производительности древесных пород.

К выполнению указанных работ привлекаются студенты и дипломники. Результаты исследований ученых Средней Азии широко внедряются в лесохозяйственное производство. Профессорско-преподавательский состав лесохозяйственного факультета ТашСХИ систематически повышает свою квалификацию в центральных вузах нашей страны. Улучшается подготовка инженеров лесного хозяйства.

Но еще многие проблемы и вопросы не решены наукой и практикой лесохозяйственного производства Среднеазиатского региона. На современном этапе развития лесное хозяйство в Средней Азии располагает необходимыми высококвалифицированными кадрами научных работников и специалистов-производственников, которые активно включились в выполнение задач, поставленных XXVI съездом и майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС перед лесной наукой.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*232

**ОБРАБОТКА ПОЧВЫ  
ПОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЕЛИ  
В БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ***Ю. Д. СИРОТКИН, В. Д. ТУРЛЮК*

Белорусский технологический институт

В лесах Белоруссии в результате смены пород значительная площадь занята производными березняками. Их целесообразно заменить более продуктивными и хозяйственно ценными ельниками, в частности, путем создания предварительных культур. Успешность роста и продуцирования культур под пологом леса во многом зависит от способа механической обработки почвы, являющегося одним из агротехнических приемов регулирования почвенного плодородия. Определенный интерес в связи с этим представляет изучение влияния различных способов обработки почвы на ее водно-физические свойства.

С этой целью в Негорельском учебно-опытном лесхозе (БССР) в березовом насаждении нами был создан экспериментальный участок площадью 1 га. Состав древостоя 10Б, тип леса — березняк орляковый (В<sub>2</sub>—С<sub>2</sub>), возраст 35 лет, средняя высота 18,5 м, средний диаметр 15,1 см, запас стволовой древесины 177 м<sup>3</sup>/га. За год до введения предварительных культур ели в насаждении проводили прорубку 2,5-метровых коридоров и равномерное изреживание оставляемых березовых кулис до общей полноты 0,8 (первоначальная полнота 0,91). Затем участок разбивали на четыре секции.

На секции «а» почву обрабатывали переоборудованной лесной фрезой ФЛН-0,8 с почвоуглубителями на глубину до 40 см; на секции «б» — на глубину 16 см; на секции «в» проводили полосную минерализацию почвы плугом ПКЛ-70 на глубину до 10 см; на секции «г» почву не обрабатывали (контроль).

Предварительные культуры созданы 5-летними (2+3) саженцами, выращенными в уплотненной школе лесного кольцевого питомника. Почва на экспериментальном участке дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на супеси тяжелой, подстилаемой песком связным мелкозернистым. Уровень грунтовых вод ниже 3 м (июль).

Результаты исследований показывают, что при довольно близких показателях плотности твердой фазы почвы плотность ее сложения, общая порозность и полная влагоемкость зависят от способа и глубины обработки почвы.

В первый год фрезерная обработка почвы (секции «а», «б») снижает плотность 0—10-сантиметрового слоя на 17,6—19,1 % по сравнению с контролем. Наибольшая плотность почвы в бороздах, подготовленных плугом ПКЛ-70 (секция «в»). При такой обработке наблюдается явно выраженное уплотнение 0—10-сантиметрового слоя почвы. Подобные результаты были получены В. С. Шумаковым и В. Н. Кураевым [2]. Из литературных данных также известно, что высокая плотность почвы препятствует проникновению корней растений [1]. Поэтому не без основания можно высказать мнение, что уплотненная почва будет отрицательно влиять и на рост предварительных культур ели.

Важную роль в водно-воздушном режиме почвы играет порозность (скважность), динамика которой обратно пропорциональна изменению плотности почвы. В нашем опыте незначительна порозность на секциях, обработанных плугом ПКЛ-70, и в контроле (44,4 и 48,8 %). В верх-

них почвенных горизонтах (0—20 см) на секциях «а» и «б» этот показатель значительно возрастает (до 60,7 %), что говорит о лучшей аэрации почвы и более благоприятных условиях роста предварительных культур ели. Со временем скважность на обработанных почвах уменьшается незначительно, сохраняя свои свойства на более длительный период. От порозности почвы во многом зависит и полная ее влагоемкость. Она также динамично изменяется в зависимости от срока, глубины и способа обработки почвы. Совершенно очевидно, что лучшее сложение и структура почвы способствуют накоплению и удержанию почвенной влаги.

Весьма четкое представление о физических свойствах почвы дает изменение ее твердости. Этим показателем можно оценивать изменения, происходящие в почве через каждые 5 см. Так, если на секциях «а» и «б» в первый год обработки твердость 10-сантиметрового слоя почвы была практически одинаковой, то каждый последующий интервал измерений показывает, что при глубокой обработке почвы (до 40 см) твердость ее увеличивается незначительно. На секции «б», начиная с глубины 20 см, она резко возрастает. При обработке плугом ПКЛ-70 твердость почвы, как и ее плотность, увеличивается. Это еще раз говорит об ухудшении структуры почвы при таком способе ее обработки. На контроле же твердость в течение двух лет практически не изменяется. Однако в более глубоких слоях она несколько выше, чем в гумусном горизонте. Твердость почвы, как и все приведенные водно-физические показатели, изменяется со временем. Так, на секции «а» в гумусном горизонте она увеличивается с каждым годом на 3 кг/см<sup>2</sup>. С углублением данный показатель возрастает более резко и через год твердость в 25—30-сантиметровом слое увеличилась на 7 кг/см<sup>2</sup>. Интересно отметить, что через 2 года после обработки плугом ПКЛ-70 твердость почвы в бороздах постепенно снижается. Этому способствует увеличивающаяся микробиологическая активность почвы и расчленяющее действие корневых систем посаженных елочек и травянистой растительности.

Характеристика роста предварительных культур ели, созданных под пологом березового насаждения

Секция	Диаметр у корневой шейки, мм	Высота, см	Прирост в высоту, мм, по годам после посадки культур					
			1-й	$t_{\phi}$	2-й	$t_{\phi}$	3-й	$t_{\phi}$
а	10,1	71,6	60,6±2,0	7,5	84,7±2,9	9,0	140,2±4,7	13,8
б	10,4	69,1	57,2±2,0	6,3	74,9±2,7	6,2	124,5±4,5	11,0
в	10,1	64,1	55,4±1,9	5,8	68,1±1,5	6,1	87,7±2,9	4,7
г	7,1	48,2	39,9±1,9	—	57,4±0,9	—	76,8±1,3	—

Примечание.  $t_{05} = 1,96$ .

О влиянии различных способов обработки почвы на успешность роста молодых предварительных культур можно наиболее объективно судить по приросту ели в высоту. Из таблицы видно, что этот показатель на секции «а», где было проведено глубокое рыхление почвы, в 1,5 с лишним раза выше, чем в контроле.

Таким образом, водно-физическое состояние почвы при создании предварительных культур имеет жизненно важное значение для молодых древесных растений и определяет интенсивность их роста и развития в подпологовой среде.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Морозов В. А. Обработка почвы под лесные культуры в лесхозах Белоруссии. — В кн.: Лесохозяйственная наука и практика. — Мн.: Ураджай, 1973, вып. 23, с. 114—121. [2]. Шумаков В. С., Кураев В. Н. Современные пособы подготовки почв под лесные культуры. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 163 с.

Поступила 7 июня 1982 г.

УДК 630\*2:631.6

## ЛАНДШАФТОФОРМИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В СУХОЙ СТЕПИ КАЗАХСТАНА

М. Е. ВАСИЛЬЕВ

Целиноградский сельскохозяйственный институт

Экологическая среда зарегулированных лесоаграрных ландшафтов более емка и благоприятна для роста и развития сельскохозяйственных культур, чем в открытой безлесной степи. В таких ландшафтных оазисах гораздо меньше проявляется засуха, ветровая и водная эрозия земли, пыльные бури, суховей, заморозки. Изменяя условия внешней среды, можно регулировать процессы формирования урожая, значительно повышать его, улучшать качество.

Рассмотрим этот вопрос на примере системы полезащитных лесных полос Целиноградского объединения по птицеводству и совхоза «Колоколовский» той же области. Это два лесомелиоративных оазиса, первый из которых (892 га) расположен на каштановых почвах, второй (3975 га) — на южных черноземах. Высота насаждений соответственно 12,3—14,2 м и 6,4—7,1 м. Основные лесополосы расположены с северо-запада на юго-восток под углом 80° к вредоносным ветрам, вспомогательные полосы — перпендикулярно к основным. Число рядов — от 2—4 до 6—8, конструкция — от ажурно-продуваемой до плотной. В составе насаждений тополь бальзамический, вяз перистовитчатый, клен ясенелистный, жимолость обыкновенная, лох узколистный, акация желтая. Породы размещены по схеме 2,5—3,5 × 1,5—2 м.

Наблюдения проводили методом парных полей — одновременно в системе лесонасаждений и на смежных открытых полях. Площади объектов исследования равновелики, агрофон и рельеф одинаковы. Изучали улучшающее воздействие лесополос на параметры экологической среды, наиболее существенно влияющие на жизнь растений, в том числе ветровой режим, микроклимат, влагобаланс, снеготранспорт, дефляционные процессы, свойства почвы.

Таблица 1

Аэродинамические характеристики припочвенного слоя воздуха на высоте 1 м

Показатели	Система лесополос	Открытое поле	Различие	
			абс.	%
Скорость ветра на высоте 0,8 м, м/с	10,2	17,3	7,1	41,0
Коэффициент турбулентности, кг/(м·с <sup>2</sup> )	264	347	83	23,9
Масштаб турбулентности ветропотока	2,1	1,7	0,4	23,5

Как следует из табл. 1, в лесоаграрном биогеоценозе ветровая обстановка складывается более благоприятно, чем в открытом поле. Ветер — основной регулятор гидрометеорологических процессов. Поэтому характер аэродинамического режима определяет ход изменения влажности и температуры воздуха, степень его перемешивания (рис. 1). Микроклиматические характеристики на облесенных полях отличаются более плавными колебаниями, амплитуды их отклонений по суткам,

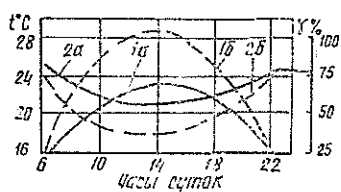


Рис. 1. Динамика температуры  $t^{\circ}$  (1) и относительной влажности воздуха  $\gamma$  (2) среди продуваемых лесных полос (а) и в открытой степи (б) в первой декаде июля 1980 г. Целиноградское производственное объединение по птицеводству.

декадам и месяцам сглаживаются на 9—17 % и более, экстремальные погодные ситуации (сухостей, пыльные бури) почти не возникают.

Таблица 2

Расход влаги на парообразование за июнь 1978—1981 гг., мм

Показатели	Система лесополос	Открытое поле	Различие	
			абс.	%
Физическое испарение из почвы	71	96	25	26,0
Испаряемость	140	209	69	33,1
Транспирация зерновых	68	92	24	26,1

Примечание. Расчетные значения таблицы приведены для условий совхоза «Колоколовский».

Согласно табл. 2, наиболее экономный влагооборот в системе испаряющая поверхность — атмосфера складывается в лесомелиоративном оазисе: испарение из почвы снижается на 26 %, испаряемость на 33,1 %, транспирационный расход пшеницы на 26,1 %. В строгом соответствии с аэродинамическим спектром идут процессы снегопереноса, изменяются основные параметры снежных метелей, как двухфазных потоков. В табл. 3 приведены данные для Целиноградского объединения по птицеводству за 1979 г.

Таблица 3

Параметры снежных метелей типа «поземка»

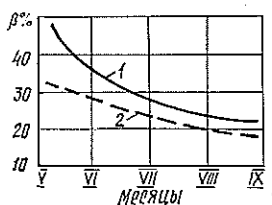
Характеристики	Система лесополос	Открытое поле	Различие	
			абс.	%
Длина разгона метели, м	493	368	125	33,9
Твердый расход, кг/(м·ч)	264	597	333	55,8
Выпадение твердой фазы, кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	2,9	1,4	1,5	107,1
Сублимация за 109 сут, мм	23	31	8	25,8
Коэффициент снегопереноса	0,1	0,8	0,7	87,5

Примечание. Коэффициент снегопереноса — отношение снесенного ветром слоя (см) к выпавшему. Сублимация и твердый расход метели (ТРМ) рассчитаны по уравнениям.

Вследствие зарегулированного ветрового режима на межполосных полях оптимизируются снегодинамические явления: длина разгона метели увеличивается на 33,9 %, что свидетельствует о резком снижении дефляции снега, ТРМ сокращается на 55,8 %, в два с лишним раза больше выпадает твердой фазы из снеговетрового потока, сублимации



Рис. 2. Изменение влажности 1-метрового слоя почвы  $\beta$  за вегетационный период в системе продуваемых полей защитных лесных полос (1) и в открытом поле (2).



онные потери влаги уменьшаются на 25,8 %, абляция снежного покрова — на 87,5 %, и как следствие, увеличивается запас талых вод, повышается влажность почвы (рис. 2). Улучшение микроклиматических условий и влажности ведет к активизации почвенных процессов по разложению органических остатков, синтеза биогенных элементов, усиливает деятельность полезной микро- и микрофлоры почвы.

Таблица 4

Содержание элементов питания растений  
в темно-каштановой карбонатной почве на защищенных и открытых полях

Показатели	Система лесополос	Открытое поле	Различие	
			абс.	%
Доступный фосфор, мг на 100 г				
22 мая, посев злаков	1,4	0,9	0,5	55,6
14 июня, кушение	1,1	0,8	0,3	37,5
29 июня, фаза трубкования	0,9	0,7	0,2	28,6
10 июля, колошение	0,8	0,6	0,2	33,3
24 августа, восковая спелость	1,0	0,7	0,3	42,9
Подвижный азот (июль), мг на 100 г				
На глубине до 20 см	8,17	6,05	2,12	35,0
В слое почвы 35—45 см	7,56	5,31	2,25	42,4
Глубже 45 см	5,09	3,47	1,62	46,7
Содержание гумуса (июль), %				
На глубине до 25 см	3,02	2,38	0,64	26,9
В слое почвы 30—40 см	2,16	1,56	0,60	38,5
Глубже 40 см	1,14	1,02	0,12	11,8

Из табл. 4 можно сделать вывод, что в течение всего вегетационного периода запасы доступного фосфора в почве лесных полос значительно выше, чем в почве открытых полей. То же можно сказать о подвижном азоте и содержании гумуса. На защищенных полях больше водопрочных агрегатов, почва более структурна, поэтому она менее подвержена ветровой и водной эрозии. Как свидетельствуют агрохимические анализы, подавляющая часть показателей почвы, определяющих уровень ее плодородия, в системе лесных полос значительно лучше, чем в открытом поле. 4 июня 1979 г. в Целиноградской области пронеслась типичная пыльная буря со скоростью ветра 26—28 м/с и очень высокой плотностью — до 69—78 г/м<sup>3</sup>. В течение 45 мин с некоторых открытых полей, вспаханных отвально, было снесено более 200 т/га мелкозем; в оазисе лесных полос — в несколько раз меньше (рис. 3). Максимальным противодефляционным эффектом обла-

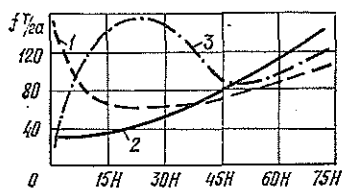


Рис. 3. Вынос мелкозема  $f$  с почвы, вспаханной отвально, на различном удалении от продуваемых (1), ажурных (2) и плотных (3) лесных полос во время пыльной бури.  $H$  — высота насаждений, м. Совхоз «Колоколовский» Целиноградской области.

дают ажурные насаждения с 35—50 % просветов по всему вертикальному фронту. Кривая выноса мелкозема почти полностью совпадает с кривой роста скорости ветра по мере удаления от лесополос. Продуваемые насаждения (ажурность между стволами 60 %, в кронах 5 %) в борьбе с дефляцией менее эффективны. Проходя через их подкороновую часть, пылевветровой поток в соответствии с уравнением Д. Бернулли увеличивает скорость на 18—26 % (аэродинамический клин), что сопровождается усиленным выносом мелкозема ( $d \leq 1$  мм) вблизи лесополос. На удалении 15—18  $H$  аэродинамический клин полностью затухает. Плотные лесные полосы сдерживают вынос почвы лишь до 14—16  $H$ . Далее образуется зона вихрей, и дефляция резко возрастает, на 18—20 % превышая снос с незащищенных полей. Дальность существенного противодефляционного действия продуваемых и ажурных насаждений составляет 35—40  $H$ .

Поскольку в системе лесополос высота снега в 2—3 раза больше, чем в открытых местах (25—30 см против 10—15 см), то и мерзлотный режим на защищенных полях складывается более благоприятно для агрономии. Вместо 2—2,5 м вне системы лесополос на защищенных площадях глубина промерзания не превышает 1—1,5 м. Температура мерзлого пласта земли выше, размораживание его идет интенсивнее, пахотный слой «созревает» для посева быстрее, так как лучше прогревается солнцем и теплом из глубинных слоев земли. Талые воды полностью впитываются в почву, поверхностного стока и эрозии не возникает. Все это создает более благоприятные условия для биологических процессов в почве, жизнедеятельности азотфиксирующих и других микроорганизмов. Активнее развивается грибковая полезная флора. В итоге сеть полезационных лесных полос как саморегулирующийся сбалансированный биогеоценоз активизирует биофизический влагооборот, ускоряя циклическое движение вещества и энергии в системе растение — эко-

Таблица 5

Годовая продуктивность 1 га пашни  
в лесомелиоративном ландшафте и открытой степи, т

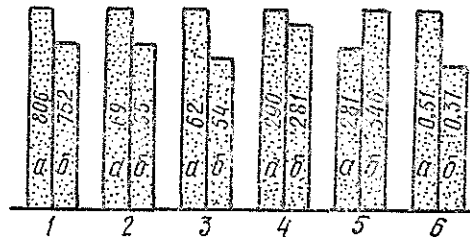
Показатели	Система лесополос	Открытое поле	Различие	
			абс.	%
Выход зерна яровой пшеницы	1,24	0,95	0,29	30,5
Урожай сырой клейковины в зерне	0,57	0,43	0,14	32,6
Сбор зеленой массы кукурузы	13,76	10,59	3,17	29,9
Выход сухого вещества	1,28	0,94	0,34	36,2
Сбор переваримого белка (протеина)	0,16	0,12	0,04	33,3
Сухое вещество овощных культур	0,73	0,5	0,23	46,0
Урожай товарных помидоров	8	6,2	1,8	29,0
Выход сахара	0,16	0,13	0,03	23,1
Сбор аскорбиновой кислоты из помидоров	0,003	0,002	0,001	50,0

логическая среда. В ходе этого формируется специфический по своим параметрам лесоаграрный ландшафт, в котором на нет сводится пагубное действие экстремальных погодных явлений: ветров-суховеев, пыльных бурь, почвенных засух. Иначе говоря, лесомелиоративные оазисы в просторах сухих степей — это острова зоны лесостепи с условиями, более благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Здесь формируются более производительные агрофитоценозы, а качественные показатели зерна, кормов, овощей, фруктов и ягод заметно улучшаются, что способствует успешной реализации Продовольственной программы.

На основании табл. 5 можно сделать вывод, что общая биологическая продуктивность агроценозов по девяти показателям в лесоаграрных ландшафтах на 34,5 % выше, чем в открытой степи. На рис. 4

Рис. 4. Мукомольно-хлебопекарные качества зерна пшеницы, выращенного в лесоаграрном и открытом (степном) ландшафте.

а — под защитой лесополос; б — в открытой степи; 1 — натура, г/л; 2 — стекловидность, %; 3 — смесительная ценность муки, %; 4 — работа деформации теста, Дж; 5 — объем теста из 100 г муки, см<sup>3</sup>; 6 — формоустойчивость теста.



приведены многолетние данные о технологических свойствах зерна яровой пшеницы в Целиноградском объединении по птицеводству. Они показывают, что все основные пищевые свойства муки и хлеба из зерна, полученного на межполосных клетках, выгодно отличаются от качества зерна с открытых полей. Необходимо разработать единый интегрированный критерий биологической продуктивности лесоаграрных и открытых степных ландшафтов в расчете на 1 га земли. Такой интегрированный модульный критерий позволит давать сравнительную (балльную) оценку продуктивности различных ландшафтов. При этом следует учитывать не только фитопродуктивность, но и биомассу фауны, особенно ее полезных представителей. От модуля биологической продуктивности можно перейти к экономической оценке ландшафтов, пользуясь соответствующим стоимостным (денежным) кадастром. Несомненный научно-практический интерес представляет работа по оптимизации ландшафтного баланса, т. е. обоснование наиболее выгодного соотношения площадей пашни, лесополос, водных угодий, залежей, лугов, сенокосов и других компонентов, а также сочетание площадей различных культур в агроценозах межполосных полей. Эта задача может быть решена лесоводами в тесном взаимодействии с землеустроителями и агрономической службой совхозов и колхозов.

Поступила 22 февраля 1982 г.

УДК 630\*524.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА СТВОЛА БЕЗ КОРЫ У РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

П. В. ВОРОПАНОВ

Брянский технологический институт

Новая методика анализа хода роста ствола растущего дерева [2] предполагает, что известен объем без коры в настоящее время (когда дерево имеет возраст  $A$  лет). Этот объем — начальный отсчет для всех последующих выражений объема за минувшие периоды жизни дерева.

Их определяют по формуле:  $v_{б/к} K_v$ , где сомножитель  $K_v = \frac{v_{A-n}}{v_A}$ ,

в свою очередь, зависит от коэффициента  $K_d = \frac{d_{A-n}}{d_A}$ .

Определение объема ствола растущего дерева без коры — очень сложная задача. До того как перейти к ее решению, необходимо рассмотреть способ, который можно рекомендовать для определения объема ствола в коре. Мы имеем в виду предложение Г. М. Козленко [1]. Для получения видového числа  $f$  у растущего дерева необходимо пользоваться составленной им номограммой, предварительно установив коэффициенты формы:  $q_{0,1} = \frac{d_{0,1}}{d_{1,3}}$  и  $q_1 = \frac{d_1}{d_{1,3}}$ ; здесь  $d_{0,1}$  — диаметр

ствола на расстоянии 1/10 общей высоты от его основания;  $d_1$  — диаметр на 1/4 общей высоты ствола снизу и  $d_{1,3}$  — диаметр на высоте груди. Объем ствола в коре получаем по общеизвестной формуле:

$$v_{в/к} = g_{1,3} h f.$$

Наши поиски по определению объема ствола без коры ( $v_{б/к}$ ) последнего периода на дереве в растущем состоянии были направлены на установление связи этого объема с его значениями в коре ( $v_{в/к}$ ). Для доказательства приемов, позволяющих определить объем ствола без коры, обратимся к массовым таблицам для сосны по классам бонитета, составленным проф. Д. И. Товстолесом [3]. Использование материалов этих таблиц позволило выявить следующую простую связь между объемом ствола без коры ( $v_{б/к}$ ) и в коре ( $v_{в/к}$ ) у сосновых деревьев:

$$v_{б/к} = v_{в/к} K_k.$$

Здесь  $K_k$  — соотношение  $\frac{d_{1,0 б/к}}{d_{1,0 в/к}}$ , т. е. диаметров, взятых на высоте 1,0 м от основания дерева.

Проверка настоящей формулы осуществлена по таблицам [3] для насаждений Iб—IV классов бонитета: В качестве примера в табл. I проиллюстрировано применение формулы для I и III классов бонитета ( $C = 0$ ). Из таблицы видно, что наибольшее отклонение объемов, полученных по формуле от истинных (табличных) не превышает 4,2 %.

Дальнейшие работы над материалами, сосредоточенными в массовых таблицах [3], позволили установить общий вид формулы для отыс-

Таблица 1

Класс бонитета	$q_2$	$d_{1,3}$ в коре, см	$d_{1,0}$ см		Объем ствола табличный, м <sup>3</sup>		$K_k = \frac{d_{1,0 \text{ б/к}}}{d_{1,0 \text{ в/к}}}$	Искомый объем без коры ( $v_{б/к}$ ), м <sup>3</sup>	Отклонение от размеров табличного $v_{б/к}$	
			в коре	без коры	в коре	без коры			м <sup>3</sup>	%
I	0,65	20	21,0	18,5	0,327	0,281	0,88	0,287	0,006	2,1
		36	37,4	32,2	1,29	1,13	0,86	1,11	0,02	1,8
		52	53,6	47,8	2,83	2,50	0,895	2,53	0,03	1,2
	0,71	20	20,9	18,9	0,337	0,301	0,905	0,305	0,04	1,3
		36	37,3	34,0	1,30	1,18	0,91	1,18	0,0	0,0
		52	53,5	49,1	2,82	2,57	0,915	2,58	0,01	0,4
	0,59	20	21,1	18,2	0,292	0,241	0,865	0,251	0,010	4,2
		36	37,5	32,7	1,17	0,999	0,87	1,02	0,02	2,0
		52	53,7	47,4	2,58	2,19	0,88	2,28	0,09	4,1
III	0,65	20	21,0	18,5	0,282	0,243	0,88	0,246	0,003	1,2
		36	37,3	33,1	1,09	0,958	0,89	0,972	0,014	1,5
		52	53,5	47,7	2,38	2,10	0,892	2,12	0,02	1,0
	0,71	20	20,9	18,9	0,322	0,287	0,905	0,291	0,004	1,4
		36	37,2	33,9	1,20	1,09	0,912	1,09	0,0	0,0
		52	53,4	49,0	2,59	2,37	0,92	2,38	0,01	0,4
	0,59	20	21,1	18,2	0,258	0,214	0,865	0,222	0,008	3,7
		36	37,4	32,6	1,005	0,855	0,87	0,87	0,015	1,8
		52	53,6	47,3	2,20	1,89	0,882	1,94	0,05	2,6

кания объема ствола без коры ( $v_{б/к}$ ) по размерам объема ствола в коре ( $v_{в/к}$ ) применительно к породе дерева:

$$v_{б/к} = v_{в/к} (K_k - C),$$

где  $K_k = \frac{d_{1,0 \text{ б/к}}}{d_{1,0 \text{ в/к}}}$ , а показатель  $C$  определяется породой дерева.

Так как для сосны принятый в дальнейших расчетах коэффициент  $K_k$  сохранялся для диаметров, взятых на высоте 1,0 м снизу, показатель  $C$  равнялся нулю.

Формула объема ствола без коры для сосны:

$$v_{б/к} = v_{в/к} (K_k - 0);$$

для ели

$$v_{б/к} = v_{в/к} (K_k - 0,05);$$

для дуба

$$v_{б/к} = v_{в/к} (K_k - 0,09);$$

для березы и осины

$$v_{б/к} = v_{в/к} (K_k - 0,04).$$

При использовании формулы для определения объема ствола ели без коры имеем среднее арифметическое отклонение ( $x$ ) от истинных значений — 1,4 %; по дубу — 2,3 %; по березе — 1,6 % и по осине — 0,9 %.

Надежность предложенного способа определения объема ствола без коры на растущем дереве (при предварительно установленном объеме этого ствола в коре) характеризуют показатели табл. 2.

Таблица 2

Число наблюдений $n$	Среднее арифметическое из отклонений в денгах $x, \%$	Сумма отклонений		Среднее квадратичное отклонение значеный прироста от среднего $\sigma$	Ошибка		Достоверность показателей		Коэффициент изменчивости $c = \frac{100\sigma}{x}$	Ошибка коэффициента изменчивости $m_c$	Степень надежности коэффициента изменчивости $t_c$	Точность опыта $P, \%$
		отдельных наблюдений от средних арифметической $\Sigma \delta$	квадратов отклонений $\Sigma \delta^2$		среднего $m_x$	среднего квадратичного отклонения $m_\sigma$	$t_x$	$t_\sigma$				
250	1,5	233,7	320,49	1,13	0,072	0,051	21	22	75	4,9	15,3	4,8

Таблица 3

Автор учебника, год издания	Порода деревьев, подвигается анализу хода роста	Возраст дерева $A$ , лет	Диаметр дерева $d_{1,3}$ в возрасте $A$ лет, см		$K_k - C$	$C$	$K_k = \frac{d_{1,3}^2}{d_{1,3}^2} = \frac{d_{1,3}^2}{d_{1,3}^2}$	Объем ствола в возрасте $A$ лет, $m^3$		Отклонение искомого $v_{бк}$ от $v_{бк}$	
			в коре	без коры				истинный $v_{ист}$ (по анализу)	искомый $v_{иск}$	$m^3$	$\%$
А. В. Торин, 1945	Д	108	35,0	34,0	0,97	0,09	0,88	1,338	1,1803	0,0	0,0
Е. Гроховский, 1973	С	93	22,9	20,2	0,88	0,0	0,88	0,4631	0,4124	0,004	1,0
Н. П. Ануцин, 1952	С	65	28,7	26,7	0,93	0,0	0,93	0,7942	0,7290	0,009	1,2
В. К. Захаров, 1967	Е	75	25,0	23,9	0,955	0,05	0,905	0,571	0,532	0,015	2,8
М. М. Орлов, 1929	С	65	28,7	26,7	0,93	0,0	0,93	0,7942	0,7290	0,009	1,2
А. В. Вагин и др., 1978	Е	77	27,8	26,8	0,965	0,05	0,915	0,641	0,592	0,005	0,8

Представляет известный интерес проверка работы предложенной формулы на материалах анализа хода роста ствола, взятых из учебников по лесной таксации (табл. 3).

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Воропанов П. В. Лекции по лесной таксации. Ч. 2. Таксация насаждения. — Брянск: БрТИ, 1962. [2]. Воропанов П. В. Анализ хода роста ствола растущего дерева. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6. [3]. Союзлеспром ВСНХ. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. — М., 1931.

Поступила 16 июня 1982 г.

УДК 676.11.082.1 : 631.811.98 : 674.032

## СТИМУЛИРОВАНИЕ РОСТА СЕЯНЦЕВ ЕЛИ И СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЦ

А. И. КИПРИАНОВ, Т. И. ПРОХОРЧУК, Т. В. СОКОЛОВА, Л. М. МИТРОФАНОВА,  
Е. Н. КИБАСОВА, В. И. СЕДЫХ, Е. В. ТРАМБИЦКАЯ, Н. И. ПЕТРОВ

Ленинградская лесотехническая академия  
Гатчинская ЛСС

Эффективное решение проблемы искусственного лесовосстановления взаимосвязано с интенсификацией производства посадочного материала, чему, в свою очередь, может содействовать применение экономичных стимуляторов при выращивании сеянцев. Сульфатный черный щелок, являющийся отходом производства, содержит биологически активные вещества, которые, как нами показано, могут служить стимуляторами роста растений.

В теплицах Гатчинской лесосеменной станции в 1979—1980 гг. были поставлены эксперименты по выращиванию сеянцев ели и сосны с использованием в качестве стимуляторов роста продуктов, полученных на основе сульфатных щелоков. Установлено, что испытанные препараты обеспечивают повышение всхожести семян указанных древесных пород [1]. В конце вегетационного периода произведены биометрические измерения сеянцев, выращенных с применением названных продуктов, что позволило оценить стимулирующее действие исследованных веществ на рост и развитие сеянцев. Условия проведения опытов и использованные стимуляторы описаны ранее [1].

На каждом участке (т. е. для каждого варианта эксперимента) выкапывали партию сеянцев, у которых измеряли длину главного корня, стволика, хвои, подсчитывали число корней первого порядка, определяли абс. сухую биомассу сеянца в целом, а также его корневой системы, стволика и хвои. Аналогичные измерения производили для сеянцев контрольных участков. Средний прирост выражали в процентах по отношению к контролю. Результаты измерений основных органов сеянцев обрабатывали статистически. Точность измерений при определении длины главного корня и стволика находится в пределах 4 %, длины хвои — до 3 %. Методом дисперсионного анализа установлена статистическая достоверность воздействия стимуляторов на сеянцы.

В опытах 1979 г. в качестве стимуляторов были испытаны попарноупаренный черный щелок (ЧЩ) листовного потока Котласского ЦБК, полученный из него фильтрат (ФЧЩ) и фракция водорастворимых веществ (ОКЛ). В 1980 г. использованы попарноупаренные черные щелока Сегежского и Сыктывкарского комбинатов, а также выделенные из них фильтраты [1].

Полученные в опытах значения прироста менее 6 % в таблицы не включали, как находящиеся в пределах ошибки эксперимента. Опытные данные представлены в табл. 1—2.

Предпосевная обработка семян ели и сосны путем их намачивания в водных растворах перечисленных продуктов с последующим поливом только водой обеспечила положительный эффект (табл. 1). Все испытанные стимуляторы (с учетом концентрации раствора и продолжительности обработки) интенсифицировали рост и развитие сеянцев обеих пород в течение вегетационного периода, но в разной степени. Так, черный щелок Котласского ЦБК оказывал более сильное стимулирующее действие на сосну, чем на ель, причем для обеих пород луч-

Таблица 1

## Основные показатели сеянцев при обработке стимуляторами в фазе набухания

Год	Стимулятор	Концентрация раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки, сут.	Прирост, % к контролю					
				средней длины		среднего числа корней 1-го порядка	средней абс. сухой биомассы		весовое соотношение хвои
				главного корня	хвои		стволика	корневой системы	
1979	ЧЩ Колтаасского ЦБК	10 <sup>-4</sup>	0,5	21,2	6,4	15,7	15,3	34,0	39,4
				19,0	—	21,2	44,7	25,1	6,4
	ФЧЩ	10 <sup>-4</sup>	1,0	—	—	—	18,5	—	—
				7,5	—	—	13,3	—	6,0
1980	ЧЩ Сегежского ЦБК	10 <sup>-4</sup>	1,0	45,9	9,4	9,8	10,5	38,8	28,3
				30,8	—	—	41,0	26,0	30,8
	ФЧЩ Сегежского ЦБК	10 <sup>-5</sup>	1,0	7,2	—	27,1	—	11,5	19,2
				38,6	—	—	20,1	—	7,5
Сыктывкарского ЛПК	ЧЩ Сегежского ЦБК	10 <sup>-5</sup>	1,0	36,4	15,0	—	44,6	23,7	27,9
				6,2	38,6	—	24,4	6,0	75,7
	ФЧЩ Сегежского ЦБК	10 <sup>-5</sup>	1,0	7,9	24,9	8,7	11,6	55,3	98,5
				13,7	23,7	25,9	24,9	49,5	—
Сыктывкарского ЛПК	10 <sup>-5</sup>	1,0	6,0	18,7	7,3	24,0	16,3	13,5	
			—	9,2	10,5	8,9	36,3	26,8	

Примечание. В числителе показатели сеянцев ели; в знаменателе — сосны.

шие результаты получены при меньшей продолжительности обработки (0,5 сут). Черный щелок Сегежского ЦБК способствовал улучшению роста сеянцев ели, но также в значительной мере содействовал росту сеянцев сосны. Черный щелок Сыктывкарского ЛПК также оказывал более сильное стимулирующее действие на сосну, чем на ель. Наибольший положительный результат достигнут при намачивании семян сосны в растворе черного щелока Сыктывкарского ЛПК.

Фильтрат черного щелока Колтаасского ЦБК способствовал развитию всех измеренных органов сеянцев ели, а у сосны — лишь корневой системы, причем для обеих пород более высокий прирост получен при



большей продолжительности обработки (в течение суток). Фракция водорастворимых веществ, выделенная из черного щелока Котласского ЦБК, обеспечивала одинаковый прирост абс. сухой биомассы корневой системы обеих пород, но способствовала росту хвои только у сосны. Фильтрат черного щелока Сегежского ЦБК, в противоположность исходному щелоку, оказывал некоторое положительное действие на рост сеянцев ели; этот же стимулятор содействовал усиленному развитию всех органов сеянцев сосны. Фильтрат черного щелока Сыктывкарского ЛПК стимулировал рост сеянцев обеих пород.

Рассмотрение результатов предпосевной обработки семян ели и сосны водными растворами продуктов, полученных на основе сульфатных щелоков, позволяет заключить, что все испытанные препараты оказывают положительное действие на рост и развитие сеянцев в течение вегетационного периода, но в различной степени на разные породы. Более высокий эффект достигнут для сосны, причем лучшие результаты обеспечили черные щелока Котласского и Сыктывкарского комбинатов, фильтрат черного щелока Сегежского ЦБК. Для ели лучшими были фильтраты черных щелоков Котласского и Сыктывкарского комбинатов. Оптимальные условия предпосевной обработки стимуляторами семян каждой из пород требуют дальнейшего изучения.

Обработка семян ели и сосны в фазе прорастания (табл. 2) стимуляторами, полученными на основе черного щелока Котласского ЦБК (опыты 1979 г.), дала более ровную картину по сравнению с обработкой в фазе набухания. У ели практически во всех вариантах обработки всеми испытанными стимуляторами по всем показателям достигнут существенный положительный эффект, в то время как у сосны наблюдается некоторый разброс данных. В целом стимуляторы, полученные на основе черного щелока Котласского ЦБК, при поливе в одинаковой мере содействуют успешному развитию корневой системы как ели, так и сосны, но оказывают различное действие на рост стволика и хвои. Полив водными растворами продуктов, полученных на основе черного щелока Котласского ЦБК, обеспечивает в конце вегетационного периода более высокие показатели для сеянцев ели, чем сосны.

В опытах 1980 г. при поливе получены более низкие результаты по сравнению с 1979 г. Более ровные данные для обеих пород обеспечили фильтраты черных щелоков; сами щелока воздействовали менее эффективно и существенного увеличения средней длины главного корня сеянцев ели не было получено, для сосны прирост находился в пределах 12—13 %. Испытанные стимуляторы оказывали положительное действие на развитие корневой системы обеих древесных пород, но более эффективное для сосны. Значительный прирост абс. сухой биомассы хвои получен для сосны во всех четырех вариантах, для ели только в одном. В целом значения прироста абс. сухой биомассы сеянцев сосны выше, чем ели. Таким образом, полив растворами испытанных в 1980 г. стимуляторов для сеянцев сосны обеспечил более низкие по сравнению с намачиванием показатели, для ели — примерно одинаковые.

Самые высокие результаты при поливе сеянцев сосны обеспечил фильтрат черного щелока Сыктывкарского ЛПК; этот же продукт оказал существенное стимулирующее действие на рост сеянцев ели.

Сравнение экспериментальных данных, полученных в 1979 и 1980 гг., свидетельствует о различной стимулирующей способности исследованных продуктов по отношению к разным породам и в разные фазы обработки семян, а также в зависимости от состава исходного щелока.

Таблица 2

Год	Стимулятор	Концент-рация раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки ботки	Прирост, % к контролю									
				средней длины			среднего числа корневых члеников	средней абс. сухой биомассы					
				главного корня	стволька	хвост		стволька	хвост	всего сеянца			
1979	ЦЩ Колмасского ЦБК	10 <sup>-2</sup>	Ежедневно	6,7	35,4	6,0	—	—	—	—	22,3	16,3	
			Через 2 дня	—	16,8	—	—	—	—	—	—	—	—
		10 <sup>-4</sup>	Ежедневно	39,8	68,0	—	—	—	—	—	—	—	—
			Через 2 дня	23,2	19,1	8,8	—	—	—	—	—	—	—
		10 <sup>-2</sup>	Ежедневно	26,0	65,6	—	—	—	—	—	—	—	—
			Через 2 дня	8,9	13,2	11,9	—	—	—	—	—	—	—
	ФЩ	10 <sup>-2</sup>	Ежедневно	19,7	57,2	10,0	—	—	—	—	—	—	—
			Через 2 дня	10,4	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—
		10 <sup>-4</sup>	Ежедневно	—	44,2	—	—	—	—	—	—	—	—
			Через 2 дня	23,4	70,2	11,9	—	—	—	—	—	—	—
		10 <sup>-2</sup>	Ежедневно	—	9,8	—	—	—	—	—	—	—	—
			Через 2 дня	36,5	36,5	—	—	—	—	—	—	—	—
ОКЛ ЧЩ	10 <sup>-4</sup>	Ежедневно	21,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Через 2 дня	—	28,1	6,3	—	—	—	—	—	—	—	
	10 <sup>-2</sup>	Ежедневно	8,1	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Через 2 дня	20,0	47,6	8,1	—	—	—	—	—	—	—	
	10 <sup>-4</sup>	Ежедневно	6,7	14,7	16,1	—	—	—	—	—	—	—	
		Через 2 дня	11,7	28,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
				41,4	8,2	—	—	—	—	—	—		

Максимальное к концу первого вегетационного периода увеличение абс. сухой биомассы семян ели при обработке семян в фазе набухания составило 30 %, семян сосны — 70 %; при обработке в фазе прорастания — соответственно 60 и 80 %.

Продолжение табл. 2

Год	Стимулятор	Концент-рация раствора стимулятора, %	Продолжительность обработки ботки	Прирост, % к контролю						средней абс. сухой биомассы		
				средней длины			среднего числа корнев 1-го порядка	корневой системы	ствольника	хвоя	все-го сеянца	
				главного корня	ствольника	хвоя						
1979	ОКЛ ЧЩ	10 <sup>-4</sup>	Еже-дневно	22,8	36,3	—	51,0	7,4	25,1	16,9	22,6	
				18,8	—	—	29,4	23,5	41,4	42,5		
1980	ЧЩ Сегежского ЦБК » Сыктывкарского ЛПК ФЧЩ Сегежского ЦБК » Сыктывкарского ЛПК	10 <sup>-4</sup>	Через 2 дня	—	17,4	—	31,4	—	6,6	—	—	
			Еже-дневно	—	29,6	—	18,8	54,4	—	—	9,1	24,0
			»	12,1	—	—	17,5	—	—	—	—	—
			»	—	8,7	—	12,1	10,1	—	—	—	12,0
			»	—	13,5	—	15,6	—	—	—	7,5	
			»	12,6	11,2	6,9	42,7	—	10,2	15,1	12,3	
			»	—	19,8	—	11,7	11,9	7,7	32,5	23,7	
			»	13,0	10,1	6,0	67,3	10,1	6,8	—	6,3	
			»	—	55,0	—	26,6	60,0	77,4	92,9	84,4	

Примечание. В числителе показатели сеянцев ели; в знаменателе — сосны.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Влияние органических веществ сульфатных щелоков на всхожесть семян ели и сосны/ А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Т. В. Соколова и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 4, с. 14—17.

Поступила 4 мая 1981 г.

УДК 630\*226 : 630\*651.71

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ НИЗКОПОЛНОТНЫХ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ

А. Г. ШТЕЙНБОК, М. М. САНКОВИЧ

Белорусское лесоустроительное предприятие

Вопросы повышения продуктивности лесов и эффективности использования естественного плодородия лесных почв занимают центральное место в современной лесоустроительной практике. При этом главное внимание уделяют выявлению фонда реконструкции и путей его преобразования. Как правило [2], в фонд реконструкции включают низкополнотные и малоценные древостои, не соответствующие условиям произрастания. Современной лесохозяйственной наукой и практикой [5] довольно детально разработаны лесоводственно-технологические основы проведения реконструктивных мероприятий. Между тем, таксационно-экономическое обоснование оптимального варианта реконструкции не всегда учитывается в достаточной мере.

В настоящей работе рассмотрены два варианта реконструкции низкополнотных древостоев сосны: 1) сплошная реконструктивная рубка с последующей посадкой культур и проведением системы ухода за лесом до возраста 90 лет; 2) естественное доращивание древостоев до возраста рубки 90 лет).

Динамику полнот изреженных древостоев в процессе их роста изучали, сравнивая запасы древостоев сосны определенной полноты и возраста с запасами нормального древостоя того же возраста. Для расчета динамики запаса исходили из показателей текущего прироста и естественного отпада изреженных древостоев за каждые 10 лет. Естественный отпад определяли пропорционально полноте с использованием показателей отпада нормальных древостоев. Текущий прирост устанавливали по этому показателю нормальных древостоев с использованием коэффициентов соотношения прироста нормальных и изреженных древостоев, разработанных В. В. Загреевым [1]. Расчеты выполнены для древостоев сосны при динамике возрастов от 20 до 100 лет и исходных полнотах от 0,3 до 0,6.

Пример одного варианта расчета дан в табл. 1. Использованы таблицы хода роста, составленные Ф. П. Михневичем. Вывод о том, что молодняки сосны I класса возраста, даже минимальной полноты, не требуют реконструкции и обеспечивают получение к возрасту рубки дре-

Таблица 1

Динамика полнот и запасов сосны II класса бонитета (исходная полнота 0,4, возраст 20 лет, запас 46 м<sup>3</sup>/га)

Возраст древостоя, лет	Текущий прирост, м <sup>3</sup>	Отпад, м <sup>3</sup>	Коэффициент текущего прироста (по В. В. Загрееву)	Текущий прирост, м <sup>3</sup>	Отпад, м <sup>3</sup>	Запас леса на 1 га, м <sup>3</sup>		Полнота	
						при меняющейся полноте	при полноте 1,0	абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная
	при полноте 1,0	при полноте 1,0							
30	50	10	0,83	42	8	80	114	8,28	—
40	59	17	0,90	53	15	118	156	16,24	0,70
50	68	24	0,85	58	20	156	200	19,53	0,76
60	72	26	0,82	59	21	194	246	21,92	0,78
70	70	26	0,82	57	21	230	290	24,02	0,79
80	66	25	0,81	53	20	263	331	25,84	0,80
90	61	25	0,80	49	20	292	367	26,96	0,80
100	54	24	—	—	—	—	397	27,84	0,80

востоев с полнотой 0,8, подтверждается данными анализа хозяйственной деятельности лесхозов при лесоустройстве. Так, анализ состояния участков молодняков сосны на площади 237 га (Минский, Борисовский и Воложинский лесхозы), отнесенных предыдущим лесоустройством к категории низкополнотных, показал, что за ревизионный период (10—12 лет) 75 % отмеченных молодняков перешло в категорию древостоев с полнотой 0,7 и выше.

Проведенное исследование [9] позволило заключить, что в процессе естественного роста изреженные древостой способны к 100 годам набирать полноту 0,7 и 0,8.

При существующей практике реконструкции низкополнотных древостоев их сплошной рубкой с последующей посадкой лесокультур, перед проектантами и лесоводами встает вопрос: в каком возрасте и при какой полноте имеет смысл подобная замена? Не следует ли лучше полагаться на естественное доращивание древостоев? Ответить на этот вопрос можно только с помощью экономических расчетов. При этом, наряду с учетом стоимости реконструктивных мероприятий и получаемой древесины, обязательно следует учитывать фактор времени, ибо реконструкция в рассматриваемом случае всегда приводит к отдалению сроков снятия главного лесного урожая — спелого леса. Это особенно важно в зонах интенсивного лесного хозяйства с острым дефицитом спелых древостоев, к каким относится Белоруссия. Всестороннее рассмотрение учета фактора времени в лесохозяйственном производстве находим в работах И. В. Воронина [3], Г. Т. Румянцева [6], Е. Я. Судачкова [7], А. А. Цымека [8], А. Д. Янушко [10]. Для приведения разновременных затрат и доходов в сопоставимый вид на начало рассматриваемого периода времени применяется коэффициент приведения по сложным процентам:

$$B = \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t},$$

где  $t$  — время отвлечения средств, годы;

$E_{\text{нп}}$  — норматив приведения разновременных затрат (норматив дисконтирования).

В наших расчетах использованы минимальные значения фактора дисконтирования по Е. Я. Судачкову [7] при  $E_{\text{нп}} = 0,02$ . Затраты на весь цикл определяли в соответствии с методикой И. В. Воронина [4] по определению себестоимости лесовыращивания. В состав доходов включены доход от реализации вырубленной древесины при проведении реконструкции, а также от реализации древесины, полученной от рубок ухода во вновь созданном насаждении. Оценка запаса в возрасте рубки произведена по таксовым ценам. Затраты вычислены с учетом фактора времени. Аналогично определены доходы. При расчетах принято, что реконструированный древостой к возрасту 90 лет достигает полноты 0,95. Эта полнота близка к оптимальной. В настоящее время средняя полнота 90-летних сосняков БССР составляет 0,55. Сравнительную эффективность реконструкции и естественного доращивания древостоев определяли сопоставлением прибылей в аналогичных вариантах, расчеты выполнены для сосны II класса бонитета.

Данные табл. 2 показывают, что без учета фактора времени абсолютная прибыль на 1 га в варианте с реконструкцией почти во всех случаях выше, чем при естественном доращивании древостоев до возраста рубки, что объясняется, главным образом, получением древесины от рубки низкополнотного древостоя и от рубок ухода за весь период лесовыращивания. Но при этом не учитывается, что в случае реконст-

Таблица 2

## Сравнительная эффективность реконструкции низкополнотных сосновых насаждений

Возраст древосто- я, лет	При реконструкции					Без реконструкции				
	исходные		суммарные, р.			конечные		суммарные, р.		
	пол- нота	запас, м <sup>3</sup> /га	рас- ходы	дохо- ды	при- быль	пол- нота	запас, м <sup>3</sup> /га	рас- ходы	дохо- ды	при- быль
20	0,3	26	715	1380	665	0,8	290	259	905	646
	0,4	35	753	1392	639	0,9	330	259	1030	771
30	0,3	40	712	1426	714	0,7	260	222	811	589
	0,4	54	748	1454	706	0,8	290	222	905	683
	0,5	67	783	1480	697	0,9	330	222	1030	808
40	0,3	55	751	1484	733	0,6	220	185	686	501
	0,4	73	798	1529	731	0,7	260	185	811	626
	0,5	92	848	1576	728	0,8	290	185	905	720
50	0,3	70	722	1556	834	0,5	180	148	562	414
	0,4	100	772	1646	874	0,6	220	148	686	538
	0,5	120	806	1706	900	0,7	260	148	811	663
	0,6	140	839	1766	927	0,8	290	148	905	757
60	0,3	80	738	1586	848	0,4	150	111	468	357
	0,4	110	789	1676	887	0,5	180	111	562	451
	0,5	140	839	1766	927	0,6	220	111	686	575
	0,6	170	889	1856	967	0,7	260	111	811	700

рукции, независимо от возраста (А) реконструируемого древостоя, до момента спелости нового насаждения должно пройти 90 лет, тогда как при естественном дорастивании этот срок короче на А лет.

Таблица 3

## Сравнительная эффективность реконструкции с учетом фактора времени

Возраст древосто- я, лет	Исходные		Прибыль, приведенная в сопоставимый вид				
	пол- нота	за- пас, м <sup>3</sup> /га	по методу А. Д. Янушко		по методу сложных процентов		
			При ре- конст- рукции	Без ре- конст- рукции	При ре- конст- рукции	Без ре- конст- рукции	Раз- ность
20	0,3	26	6,04	7,18	-62	98	160
	0,4	35	5,81	8,57	-81	127	208
30	0,3	40	5,95	6,54	-13	125	138
	0,4	54	5,88	7,59	-15	156	171
	0,5	67	5,81	8,98	-17	192	209
40	0,3	55	5,64	5,57	12	142	130
	0,4	73	5,62	6,96	19	188	169
	0,5	92	5,60	8,00	26	225	199
50	0,3	70	5,96	4,60	108	155	47
	0,4	100	6,24	5,98	157	211	54
	0,5	120	6,43	7,37	190	268	78
	0,6	140	6,62	8,41	223	313	90
60	0,3	80	5,65	3,97	124	176	52
	0,4	110	5,91	5,01	174	228	54
	0,5	140	6,18	6,39	223	297	74
	0,6	170	6,45	7,78	273	366	93

Приведение результатов в сопоставимый вид по методу А. Д. Янушко [10] делением на продолжительность оборота рубки показывает, что

под реконструкцию целесообразно рекомендовать насаждения полнотой 0,3 в возрасте 40 лет и выше и полнотой 0,4, начиная с 50 лет и выше. Во всех остальных рассматриваемых случаях реконструкция нецелесообразна.

Учет фактора времени по методу сложных процентов существенно меняет результаты (табл. 3). Во всех вариантах естественное доращивание древостоя экономически целесообразнее, чем реконструкция. В возрасте до 40 лет реконструкция убыточна. В низкополнотных древостоях сосны III класса возраста она имеет определенный экономический эффект, но и здесь предпочтительнее вариант естественного доращивания древостоев. В случае необходимости реконструктивные мероприятия должны проводиться, в первую очередь, в сосняках III класса возраста с полнотой 0,3 и 0,4, ибо здесь наблюдается минимальное различие в прибылях между двумя вариантами.

Проведенное исследование позволяет заключить, что в условиях нормального естественного роста древостоев, даже при минимальной полноте, их реконструкция, как правило, экономически менее эффективна, чем естественное доращивание. Реконструктивные мероприятия необходимы в первую очередь там, где нарушен процесс естественного роста древостоев и наблюдается их деградация, вызванная лесными пожарами, поражением вредителями и болезнями, резким ухудшением условий роста и т. д., а также в случаях существенной деформации нормальной фсрмы стволов низкополнотных древостоев.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1969, с. 48—51. [2]. Атрохин В. Г. Формирование высокопродуктивных насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1980, с. 4—14. [3]. Воронин И. В., Паишицева Л. И. К вопросу учета фактора времени в лесном хозяйстве. — Лесн. хоз-во, 1976, № 3, с. 26—30. [4]. Воронин И. В., Васильев П. В., Судачков Е. Я. Экономика лесного хозяйства СССР. — М.: Лесн. пром-сть, 1978, с. 188—193. [5]. Реконструкция лесных насаждений / Д. И. Дерябин, К. Ф. Кулаков, А. И. Новосельцева, В. Г. Атрохин. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 176 с. [6]. Румянцев Г. Т. Фактор времени и его значение в экономике лесного хозяйства. — Лесн. хоз-во, 1975, № 1, с. 16—18. [7]. Судачков Е. Я. Эффективность лесохозяйственных мероприятий. — Новосибирск: Наука, 1976, с. 111—122. [8]. Цымек А. А. Учет фактора времени в лесном хозяйстве. — Лесн. хоз-во, 1975, № 1, с. 11—15. [9]. Штейнбок А. Г., Киселев В. В. Динамика полноты изреженных древостоев и целесообразность их реконструкции. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск: Высшая школа, 1980, вып. 15, с. 66—70. [10]. Янушко А. Д. Проблема продукции и экономической оценки фактора времени в лесохозяйственном производстве. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск: Высшая школа, 1969, вып. 2, с. 195—199.

Поступила 17 мая 1982 г.

УДК 638.132

## МЕДОНОСНАЯ ЦЕННОСТЬ КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА ЮГА ПРИАМУРЬЯ

В. В. ПРОГУНКОВ

Уссурийский педагогический институт

Кедрово-широколиственные леса Приамурья сосредоточены в основном на юге Хабаровского края и занимают площадь около 1,5 млн. га [6]. Высокую медопродуктивность этих лесов отмечали многие авторы [1, 9, 13]. Об этом убедительно говорят показатели псек. Урожай 70—90 кг меда на пчелиную семью — это не редкость.

В настоящее время имеется сравнительно много работ о лесах кедрово-широколиственной формации, но ничего не известно о их медопродуктивности. Задача нашего исследования — определить биологическую продуктивность различных типов леса, чтобы в дальнейшем рассчитать число пчелиных семей на точек и расстояние между точками.

Геоботанический материал собран нами в 1969—1974 гг. в Бикинском, Вяземском, Лазовском лесхозах и Большехехцирском заповеднике ДВНЦ АН СССР, в период полевых работ.

В зависимости от типологических особенностей в кедрово-широколиственной формации выделены обширные группы: горные, предгорные и долинные кедровники. Различаются они лишь условиями местопроизрастания, флористическим составом и продуктивностью [1, 9]. В свою очередь, каждая группа делится на типы леса, названия которых в настоящей работе приводятся по типологии, принятой в лесоводстве [6].

При выделении и описании типов леса нами использована принятая в лесной геоботанике методика В. Н. Сукачева, С. В. Зонна [12]. Количественный состав древесных, кустарниковых и травянистых медоносов выявляли методом ленточных перечетов (0,4 га) или пробных площадей (1 га) для каждого типа леса [4]. Количество сахара в нектаре цветков определяли методом смывания или микробумажек [7]. Для перевода сахара в мед (медопродуктивность) полученное число умножали на 1,25 [2]. Среднюю нектаро- и медопродуктивность одного цветка и 1 га определяли по общепринятой методике [5]. Сокращенное обозначение типов леса дано по Н. В. Ефимову [3], название растений — по К. П. Соловьеву [11].

Наибольшую ценность для пчеловодства в этих лесах представляют древесные медоносные растения. Среди них наивысшей продуктивностью обладают липа, клен, некоторые виды ивы и другие растения [8, 13]. Выявление и распределение липы и других медоносов и пыльценосов в древостое имеет первостепенное значение.

В связи с изменением рельефа — основного фактора формирования растительного покрова — в пределах небольших площадей местности создаются разнообразные метеорологические, почвенные условия и, как следствие, пестрый покров.

Из табл. 1 видно, что доля участия медоносов и пыльценосов на различных пробах варьирует в широких пределах. Наиболее заметно изменение в распределении энтомофильных растений между долиной, предгорьем и вершиной [10].

Сложная и длительная история развития кедрово-широколиственных лесов — наследников смешанных третичных лесов тургайского типа, разнообразие условий в пределах ареала распространения, обилие древесных пород и кустарников различного экологического облика, растущих вместе с кедром корейским (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.), обуславливают большое многообразие типов леса.

Взаимоотношения широколиственных и хвойных пород регулируются условиями среды, в основном, влажностью и плодородием почвы, которая и определяет состав древостоя. Этой же закономерности подчиняется и распределение различных видов растений на менее однородных участках фитоценоза. Липы предпочитают пониженные участки, где почвы влажные и плодородные.

Отмеченная закономерность в распределении медоносных растений внутри сообщества отражает не только их современную экологию, но, вероятно, и историю происхождения. Многие из современных покрытосеменных растений Дальнего Востока — прямые потомки тех древних термомезофитных формаций, которые заселяли регион в конце третичного периода. Естественно, что в современных условиях эти растения влажных древних широколиственных лесов в наиболее мезофитных условиях местообитания усиливают свою роль в составе современных насаждений и достигают максимального распространения, а на сухих — выпадают.



Таблица 1  
Таксационная характеристика кедрово-широколиственного леса Большехецирского заповедника (юг Приамурья)

Номер пробной площадки	Географическое положение, экспозиция склона	Состав древостоя	Тип леса	Полнота	Количество липы, шт./га	Процент участия липы	Средний диаметр, см	Средняя высота липы, м
5	Средняя часть бассейна р. Белой, пойма	4Е.а2П.62Б.ж1Я1К.м, ед.К, Лп.а, И.д, Бх, К, Л.з, Д	КЕ-VIII	0,7	16	4,3	32	18,0
38	Отрог хребта Хехцира, южный склон	3Б.ж2К2К.м1Лп.а1Е.а1П.б, ед.Я, И.г, Д, Бх	КЕ-IV	0,7	22	6,3	40	20,0
35	То же, западный склон	3К2Е.а2К.м1Лп.а1Б.ж1П.б, ед.И.г, Ор, Я, К.м.з	КЕ-VI	0,6	48	14,1	44	22,0
36	То же	3К.м2Лп2Б.ж1К1Д1И.г.ед.Е.а, П.б, Я	К-VI	0,6	59	18,5	36	19,0
6	То же, юго-западный склон	2К2Б.ж2К.м1Лп1Е.а1П.б1И.г, ед.Я, Д, Бх, Ч.а, Р.а, Ор	КЕ-IV	0,5	36	11,0	32	17,0
37	То же, юго-восточный склон	4Б.ж2К2К.м1Лп1Е.а, ед.И.г, П.б, Д, Я, Ос	К-IV	0,5	16	8,0	36	16,0

Примечание. Для древостоев с участием липы приводится средняя высота и диаметр.

Условия произрастания растений и доля их участия в древостое оказывают большое воздействие на медопродуктивность угодий.

В зоне кедрово-широколиственной формации каждый тип леса занимает определенный высотный пояс. На верхних частях склонов сопок произрастает мшистый кедровник (КЕ-VIII) и кедровник с елью и пихтой (КЕ-V) с очень низкой медопродуктивностью. Ниже на склонах произрастают папоротниковый кедровник с елью и березой желтой (КЕ-IV), лещинный кедровник с елью и липой (КЕ-VI), кленово-лещинный кедровник с липой и дубом (К-VI), отличающиеся высокой

Таблица 2

## Медопродуктивность кедрово-широколиственного леса юга Приамурья (кг/га)

Тип леса	Деревья			Кустарники	Травы	Итого
	Липа	Прочие	Всего			
Долинный кедровник (полнота 0,5—0,65)						
Кустарниковый кедровник с ильмом (КИ-VIII)	75,2	16,0	91,2	4,3	0,9	96,4
Кустарниковый кедровник с ясенем и елью (КЕ-VII)	11,2	18,9	30,1	19,6	1,2	50,9
Предгорный и горный кедровник (полнота 0,5—0,65)						
Кленово-лещинный кедровник с липой и дубом (К-VI)	120,3	25,6	145,9	8,4	1,2	155,5
Лещинный кедровник с елью и липой (КЕ-VI)	97,2	19,7	116,9	10,5	0,9	128,3
Папоротниковый кедровник с елью и березой желтой (КЕ-IV)	62,8	17,9	80,7	11,1	1,7	93,5
Желтоберезовый кедровник (К-IV)	43,8	12,4	56,2	7,8	0,7	64,7
Лещинно-леспедцевый кедровник (К-II)	25,3	4,2	29,5	9,0	0,7	39,2
Кедровник с елью и пихтой (КЕ-V)	18,7	7,0	25,7	3,7	0,4	29,8
Мшистый папоротниковый кедровник (КЕ-VIII)	8,3	1,4	9,7	2,7	0,3	11,7

продуктивностью. В долинах горных рек расположены кустарниковый кедровник с ильмом (КИ-VIII) и кустарниковый кедровник с ясенем и елью (КЕ-VII), оба с хорошей медопродуктивностью (табл. 2).

Сравнение наших предыдущих данных по югу Приморья [9] и результатов исследования юга Приамурья (см. табл. 2) показывает, что медопродуктивность предгорных кедровников изменяется от 93,5 до 702,2 кг, долинных — от 50,9 до 400,2 кг и горных — от 11,7 до 175,6 кг с 1 га.

Так, кедровники предгорий имеют наивысшую медопродуктивность на единицу площади. Такое различие объясняется неодинаковыми условиями местообитания, разной долей участия липы и других медоносов в составе древостоев, а также различиями в возрастной структуре кедровников.

Значительное изменение в составе древостоя наблюдается по мере продвижения на юг Дальнего Востока. В южном Приморье в составе кедрово-широколиственных лесов произрастают такие термомезофитные растения, как клен ложнозибольдов (*Acer pseudosieboldianum* (Pax.) Kom.), клен маньчжурский (*A. mandshuricum* Maxim.), калопа-накс семилопастный (*Kalopanax septemlobum* (Thunb.) Koidz.), а другие медоносные и пыльценозные растения встречаются более обильно и имеют больший процент участия в древостоях, чем на юге Приамурья.

Данные пробных площадей и ленточных перечетов по Большехецирскому заповеднику ДВНЦ АН СССР южного Приамурья и Ануцинскому лесхозу южного Приморья показали большие различия состава. Если на юге Приамурья липа составляла от 5 до 30 % от всего запаса, то на юге Приморья — 10—80 %.

Анализ географического распределения сбора меда с липы показал, что оптимальные климатические условия, обеспечивающие возможный медосбор более 100 кг на пчелиную семью, отмечены южнее зоны оптимума синтеза углеводов, за счет чего возрастает потенциальный медосбор.

Наименее устойчивы сообщества липы, клена в северной части ареала. Эти широколиственные породы вблизи северной границы рас-

пространения менее долговечны, страдают от неблагоприятных факторов среды (повреждения стволов морозобойными трещинами, обмерзание побегов), сильно поражаются дереворазрушающими грибами и обладают пониженной нектаропродуктивной способностью.

В некоторых районах юга Дальнего Востока медопродуктивность кедровников варьирует в довольно широких пределах по годам. Однако эти леса обладают большими потенциальными возможностями в период цветения липы и дают наибольшие урожаи меда.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баянова В. П. Медоносные растения Биробиджана. — Тр. ДВФ АН СССР. М.—Л., 1935, т. 1, с. 375—424. [2]. Бондаренко Н. В. Руководство к практическим занятиям по пчеловодству. — Л., 1961. — 105 с. [3]. Ефимов Н. В. Справочник таксатора. — Хабаровск, 1955. — 133 с. [4]. Измоленов А. Г. Богатства кедрово-широколиственных лесов. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 120 с. [5]. Кулиев А. М. Задачи изучения медоносных и пергааносных растений. — М.—Л.: Сельхозгиз, 1952. — 304 с. [6]. Леса Дальнего Востока. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. — 390 с. [7]. Пономарева Е. Г. Кормовая база пчеловодства и опыление сельскохозяйственных растений. — М.: Колос, 1980. — 255 с. [8]. Прогунков В. В. Нектароносность липы. — Пчеловодство, 1975, № 10, с. 14—15. [9]. Прогунков В. В. Кедровники юга Приморья. — Пчеловодство, 1979, № 10, с. 14—15. [10]. Прогунков В. В. Распределение древесных медоносных растений по высотным поясам юга Приамурья. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 124—127. [11]. Соловьев К. П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск, 1958. — 359 с. [12]. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов леса. — М.: Наука, 1961. — 144 с. [13]. Усенко Н. В. Медоносные растения Хабаровского края и их использование. — Хабаровск, 1956. — 144 с.

Поступила 14 мая 1982 г.

УДК 631.331

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЛЕСНЫХ СЕЯЛОК

П. С. НАРТОВ, Ф. В. ПОШАРНИКОВ, А. Ф. ИВАНОВ

Воронежский лесотехнический институт

Один из приемов увеличения выхода посадочного материала и повышения его качества — применение более совершенных способов, обеспечивающих равномерное распределение семян в рядах и снижающих повреждение семян. Равномерность продольного и поперечного распределения семян в зоне рядков во многом зависит от работы высевающих аппаратов. Существующие конструкции аппаратов серийных сеялок не обеспечивают выполнения этих требований.

В связи с этим нами проведены исследования, направленные на создание конструкции высевающего аппарата, обеспечивающего равномерный высеv лесных семян в зоне рядка и минимальное повреждение семян. На основании полученных данных был разработан и изготовлен опытный образец высевающего аппарата.

Качество его работы мы проверяли в лабораторных условиях. Для сравнения исследовали высевающие аппараты серийных сеялок ССЛН-1 и «Литва-25». В качестве подающего рабочего органа в опытном образце использован барабан шириной 120 мм и диаметром 220 мм, по поверхности которого расположены пять рядов ячеек для поштучного забора семян из бункера с расстоянием между ячейками в ряду 12 мм.

Эти аппараты испытывали на стенде с движущейся липкой лентой. Длина рабочего участка составляла 2,5 м, скорость движения изменялась от 0,6 до 2,4 м/с с интервалом 0,3 м/с, частота вращения валов высевающих аппаратов — от 0,15 до 1,5 с<sup>-1</sup>. Посевным материалом для проведения испытаний служили семена сосны обыкновенной.

новенной, коэффициент вариации размеров по длине 29,4 %. Норма высева 250 семян на 1 м [2]. Исходя из оптимальной площади питания одного сеянца сосны обыкновенной, равной 4 см<sup>2</sup> [1], и требуемой нормы высева, определяли ширину ряда — 10 см и расстояние между семенами в ряду — 2 см.

После высева семян с помощью координатной сетки с ячейками 2 см на рабочих участках ленты устанавливали продольное и поперечное расстояние между семенами. Результаты измерений обрабатывали с помощью методов вариационной статистики. Определяли минимальное  $X_{min}$ , среднее  $X_{cp}$  и максимальное  $X_{max}$  число семян в двухсантиметровых отрезках, среднее квадратичное отклонение  $\pm \sigma$  и коэффициент вариации  $V$ . Погрешность опытов не превышала 5 %. Повреждение семян находили в процентах от высеянных. Результаты исследований сведены в таблицу и представлены на рис. 1—3.

Показатели продольной равномерности распределения семян сосны обыкновенной при скорости высева 1,6 м/с

Тип высевающего аппарата	Число семян на 2 см длины рядка			Среднее квадратичное отклонение $\pm \sigma$ , шт.	Коэффициент вариации $V$ , %	Ошибка опыта $P$ , %
	$X_{min}$	$X_{max}$	$X_{cp}$			
Катушечно-желобчатый	0	17	5,4	7,66	142	5,0
Ячешто-барабанный	1	12	5,2	4,57	88	3,6
Экспериментальный	2	8	5,0	1,68	21	1,5

Как показывает таблица, худшие показатели равномерности распределения оказались у катушечно-желобчатого высевающего аппарата сеялки ССЛН-1 (среднее квадратичное отклонение  $\sigma = \pm 7,66$  шт., коэффициент вариации  $V = 142$  % при  $X_{cp} = 5,4$  шт. на 2 см длины рядка), а лучшие показатели — у экспериментального образца ( $\sigma = \pm 1,68$ ,  $V = 21$  % и  $X_{cp} = 5,0$  шт.). Ячешто-барабанный аппарат сеялки «Литва-25» показал средние результаты.

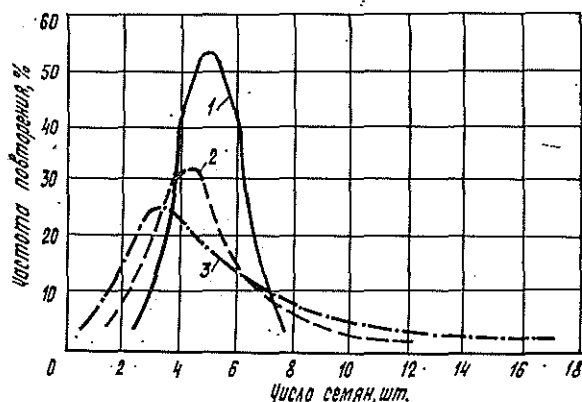
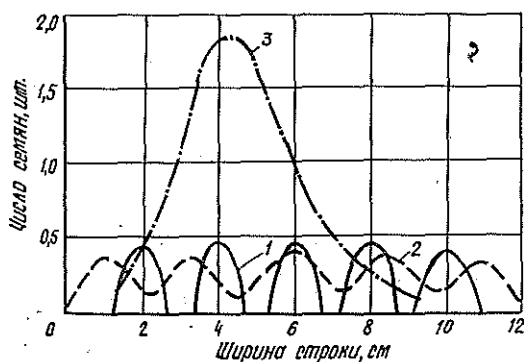


Рис. 1. Плотность продольного распределения семян при скорости высева 1,6 м/с.

1 — экспериментальный образец; 2 — ячешто-барабанный аппарат сеялки «Литва-25»; 3 — катушечно-желобчатый аппарат сеялки ССЛН-1.

Лучшая равномерность высева семян экспериментальным высевающим аппаратом подтверждается частотой повторяемости числа семян на 2 см длины рядка и плотностью их распределения по ширине

Рис. 2. Плотность поперечного распределения семян при скорости высева 1,67 м/с. Обозначения см. к рис. 1.



посевной строки, приведенных на графиках (рис. 1, 2). Из рис. 1 видно, что при высеве экспериментальным высевающим аппаратом наиболее часто на двухсантиметровый интервал приходится 4—6 семян, причем в 55 % случаев высеваются оптимальное число семян (5 шт.), а в остальных 45 % случаев — 2—4 или 6—8 семян. У серийных аппаратов более чем в 40 % случаев на двухсантиметровый интервал высеваются до 4 семян, в остальных 60 % случаев у ячеисто-барабанного аппарата — 4—12 семян, у катушечно-желобчатого — 4—17 семян.

Из анализа плотности распределения семян по ширине посевной строки (рис. 2) ясно, что у катушечно-желобчатого высевающего аппарата худшие показатели наблюдаются в центре строки, где плотность размещения семян выше допустимой в 3,5 раза и достигает почти 2 семян на 1 см. Это можно объяснить тем, что семена высеваются концентрированно, асимметрично относительно центра порожка высевающего аппарата и ядро распределения семян лежит только в пределах ширины 3—3,5 см. Лучшее конструктивное решение — применение ячеистых аппаратов, позволяющих более равномерно распределять семена по всей ширине посевной строки. Так, применение ячеисто-барабанного аппарата сеялки «Литва-25» с заданным расположением ячеек позволяет добиться более благоприятного размещения семян (рис. 2), хотя вследствие неравномерности заполнения ячеек (по 4—8 семян) и довольно широкого разброса, семена не располагаются на липкой ленте строго под ячейками. Наилучшие показатели — у экспериментального аппарата дозированного высева, что достигается близким к оптимальному выбросом семян. Небольшое отклонение от оптимального распределения получается за счет двойного заполнения ячеек и из-за различия в физико-механических свойствах отдельных семян.

Существенный показатель качества высева — процент повреждения семян. Влияние скорости движения посевного агрегата на повреждаемость семян можно видеть из рис. 3. Допустимые и достаточно стабильные показатели получены для катушечно-желобчатого и эксперименталь-

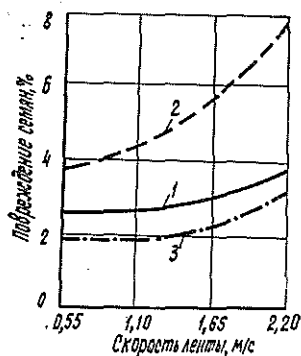


Рис. 3. Зависимость числа поврежденных семян от скорости движения ленты. Обозначения те же.

ного высевяющих аппаратов. До скорости движения 1,7 м/с дробление семян можно считать постоянным и равным: у катушечно-желобчатого аппарата — 2,1 %, у экспериментального образца — 2,9 %. При дальнейшем увеличении скорости повреждение семян резко возрастает. Высевяющий аппарат сеялки «Литва-25» дробит семена значительно больше допустимого и, кроме того, на повреждение семян существенное влияние оказывает скорость движения агрегата. Так, при скорости около 1 м/с повреждение составляет 4,3 %, а при скорости 1,7 м/с — 5,7 %, что почти в 2 раза выше допустимого.

#### Выводы

1. Высевяющие аппараты серийных сеялок для лесных питомников не обеспечивают строгой дозировки высева и сильно повреждают семена (до 8 %).

2. Хорошее распределение семян по площади обеспечивает экспериментальный аппарат дозированного высева. При его использовании равномерность распределения семян повышается в 4—7 раз по сравнению с серийными сеялками, а повреждение семян по сравнению с высевяющим аппаратом сеялки «Литва-25» снижается в 1,5—2,5 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иш и н а Н. В. Пути совершенствования системы выращивания сеянцев в лесных питомниках: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — М.: МЛТИ, 1969. — 24 с.  
[2]. Справочник лесничего. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 671 с.

---

Поступила 30 декабря 1981 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.014.533 : 630\*375.4

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИКИ  
КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА  
С СИСТЕМОЙ ПОДРЕССОРИВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*А. В. ЖУКОВ, П. Ф. РУДНИЦКИЙ, А. И. ПЕТРОВИЧ*

Белорусский технологический институт

В работе [4] описано устройство и приведены результаты экспериментальной оценки влияния системы подрессоривания трособлочной системы и щита колесного трелевочного трактора на его динамику. Приведенные данные указывают на целесообразность применения описанного устройства на трелевочных тракторах. Для более глубокого анализа динамических явлений и выбора оптимальных параметров систем вторичного подрессоривания технологического оборудования трелевочных машин, а также широкого анализа показателей динамики трактора ЛТ-157 с системой демпфирования трособлочной системы нами разработана расчетная методика, излагаемая ниже.

Общая расчетная схема (рис. 1) в отличие от известной [2] включает элементы, эквивалентные узлам вторичного подрессоривания технологического оборудования, т. е. трособлочной системы (коэффициенты  $C_{тр}$ ,  $K_{тр}$ ) и щита ( $C_{щ}$ ,  $K_{щ}$ ). В общем случае трактор имеет подвеску осей с параметрами  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ , учитывается вертикальная жесткость ( $C_{ш1}$ ,  $C_{ш2}$ ) и вязкое сопротивление ( $K_{ш1}$ ,  $K_{ш2}$ ) шин, продольная упругая податливость и сопротивление трансмиссии и шин ( $C_{1п}$ ,  $C_{2п}$ ,  $K_{1п}$ ,  $K_{2п}$ ). Пачка хлыстов принята гибкой с коэффициентами жесткости  $C_x$  и сопротивления  $K_x$ . Характеристики упругих элементов системы, характеристики вязкого сопротивления и сухого трения приняты нелинейными. Микропрофиль волока (перемещения  $q_1$  и  $q_2$ ) носит случайный характер.

Полученные для общего случая при колебаниях в продольной вертикальной плоскости уравнения движения системы имеют вид:

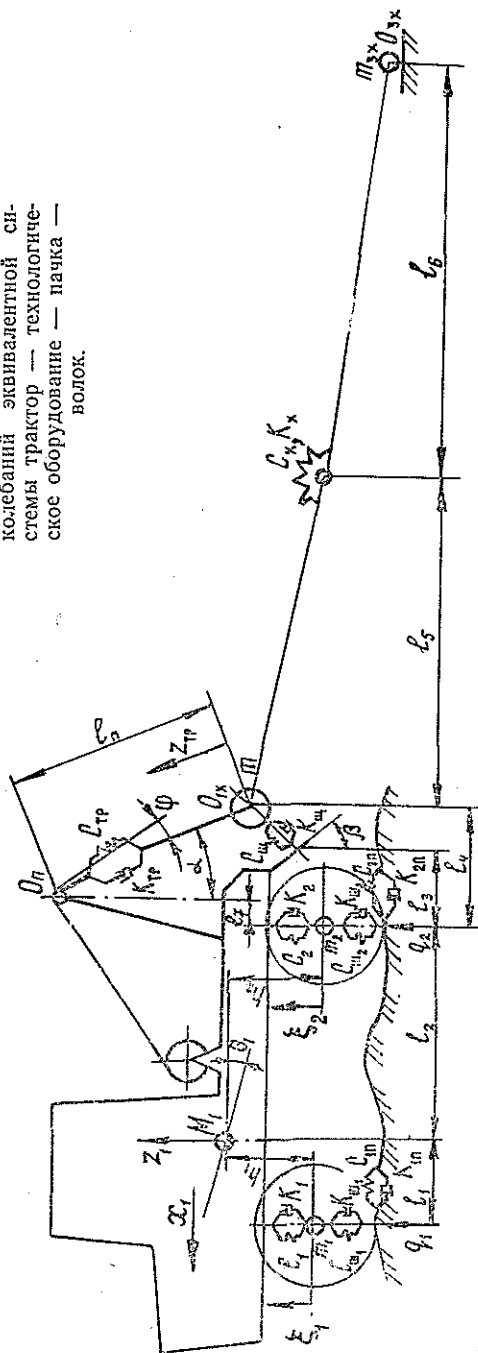
$$F_{M1} - (F_{c1} + F_{k1} + F_{тр1}) - (F_{c2} + F_{k2} + F_{тр2}) - \cos \alpha (F_{cтр} + F_{kтр} + F_{трт}) + \sin \beta (F_{cщ} + F_{kщ} + F_{трщ}) + (F_{cx} + F_{kx}) = 0; \quad (1)$$

$$M_{\Theta 1} + h_1 F_{m1x1} + h_2 F_{m2x1} - l_1 (F_{c1} + F_{k1} + F_{тр1}) + l_2 (F_{c2} + F_{k2} + F_{тр2}) - (l_2 + l_7) \cos \alpha (F_{cтр} + F_{kтр} + F_{трт}) - (l_2 + l_3) \sin \beta (F_{cщ} + F_{kщ} + F_{трщ}) - (l_2 + l_4) (F_{cx} + F_{kx}) + h_1 (F_{c1п} + F_{cх1} + F_{k1п} + F_{kх1}) + h_2 (F_{c2п} + F_{cх2} + F_{k2п} + F_{kх2}) = 0; \quad (2)$$

$$M_{\varphi} - l_{п} (F_{cщ} + F_{kщ} + F_{трщ}) + 2l_{п} (F_{cx} + F_{kx}) = 0; \quad (3)$$

$$F_{zтр} - (F_{cтр} + F_{kтр} + F_{трт}) + \cos (\alpha - \beta) (F_{cщ} + F_{kщ} + F_{трщ}) + \cos \alpha (F_{cx} + F_{kx}) = 0; \quad (4)$$

Рис. 1. Общая расчетная схема колебаний эквивалентной системы трактор — технологическое оборудование — пачка — волок.



$$F_{m1} + (F_{c1} + F_{k1} + F_{tp1}) - (F_{cu1} + F_{ku1}) = 0; \quad (5)$$

$$F_{m2} + (F_{c2} + F_{k2} + F_{tp2}) - (F_{cu2} + F_{ku2}) = 0; \quad (6)$$



$$F_{m1x1} + F_{m2x2} + (F_{c1п} + F_{cx1} + F_{k1п} + F_{kx1}) + \\ + (F_{c2п} + F_{cx2} + F_{k2п} + F_{kx2}) = 0; \quad (7)$$

где

$$F_{M1} = M_1 \ddot{z}_1; \quad M_{\Theta 1} = I_1 \ddot{\Theta}_1; \quad M_{\varphi} = I_{Oп} \ddot{\varphi}; \quad F_{z_{тр}} = m_{1x} \ddot{z}_{тр}; \\ F_{m1} = m_1 \ddot{\xi}_1; \quad F_{m2} = m_2 \ddot{\xi}; \quad F_{m1x1} = m_1 (\ddot{x}_1 + h_1 \ddot{\Theta}_1); \\ F_{m2x1} = m_2 (\ddot{x}_1 + h_2 \ddot{\Theta}_1).$$

Здесь  $M_1$  и  $I_1$  — поддресоренная масса корпуса трактора и соответствующий момент инерции;

$m_{1x}$  — масса пачки, приведенная к точке  $O_{1x}$  контакта пачки со щитом трактора;

$I_{Oп}$  — момент инерции груза относительно оси, проходящей через точку  $O_{п}$  подвеса;

$m_1$  и  $m_2$  — неподдресоренные массы передней и соответственно задней осей трактора.

В уравнениях (1)–(7)  $F_{ci}$ ,  $F_{ki}$ ,  $F_{тpi}$ ,  $F_{cшi}$ ,  $F_{kшi}$  — упругие характеристики и характеристики сопротивления подвесок тягача и шин трактора ( $i = 1, 2$ ),  $F_{cin}$ ,  $F_{kin}$  — продольные упругие характеристики и характеристики продольной амортизации трансмиссии и шин, приведенные к точкам контакта шин с волоком [1]. Упругие характеристики и характеристики сопротивления пачки, щита и трособлочной системы обозначены соответственно  $F_{cx}$ ,  $F_{kx}$ ,  $F_{c_{тр}}$ ,  $F_{k_{тр}}$ ,  $F_{т_{тр}}$ ,  $F_{c_{щ}}$ ,  $F_{k_{щ}}$ .

Разработанная расчетная модель учитывает отрыв колес трактора от дороги, пробой подвески. В отличие от известной [2], модель предусматривает движение груза вдоль оси подвеса (обобщенная координата  $z_{тр}$ ) и его угловые отклонения (координата  $\varphi$ ). Предусмотрен отрыв пачки от поверхности щита и пробой узлов вторичного поддресоривания. Условие отрыва пачки имеет вид:

$$\{ [z_1 - (l_2 + l_3) \Theta_1] \sin \beta + z_{тр} \cos (\alpha - \beta) - l_{п} \varphi \} \geq B - A_3, \quad (8)$$

где  $B$  — полный свободный ход щита;

$l_{п}$  — длина подвеса пачки;

$\beta$  — угол наклона щита (рис. 1);

$A_3$  — свободный ход щита от положения статического равновесия;

$\alpha$  — угол отклонения троса от вертикали (условно статический угол), подсчитывается по формулам, предложенным С. Ф.

Орловым [4].

Уравнения (1)–(7) решали на ЭЦВМ «ЕС-1020» методом Рунге–Кутта, шаг счета принимали 0,01 с. Программу составляли на языке ФОРТРАН. Моделировали движение лесного варианта колесного трактора массой 9700 кг по грунтовой дороге и лесному волоку со средними квадратичными высотами неровностей соответственно 0,38 и 0,49 см. Точность разработанной математической модели оценивали сопоставлением расчетных и экспериментальных [4] данных.

Расхождение опытных и расчетных средних квадратичных ускорений в зависимости от скорости движения составляло в среднем 10–17 %. Так, например, расхождение экспериментальных и расчетных средних квадратичных значений усилия в тросе лебедки при  $v = 26$  км/ч,  $\sigma_{п} = 0,38$  см и движении трактора по дороге равнялось 11,2 % (табл. 1).

Разброс экспериментальных средних квадратичных усилий в тросе и в пружинах щита относительно расчетных значений  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{щ}$  прак-

$\nu$	$\sigma_{р тр}^{экс}$ кН	$\sigma_{р тр}^{расч}$ кН	$\sigma_{р тр}^{экс} - \sigma_{р тр}^{расч}$ кН	$\frac{\sigma_{р тр}^{экс} - \sigma_{р тр}^{расч}}{\sigma_{р тр}^{экс}} \cdot 100, \%$
19,5	1,17	1,20	-0,03	-2,56
20	1,19	1,21	-0,02	-1,05
21	1,23	1,24	-0,01	-0,89
22	1,28	1,26	+0,02	+1,56
23	1,33	1,29	+0,04	+3,01
24	1,39	1,31	+0,08	+5,75
25	1,45	1,33	+0,12	+8,28
26	1,52	1,35	+0,17	+11,2

тически не превышал ширины доверительных коридоров, построенных при показателе  $L(q, k) = 0,95$  [5].

При обосновании целесообразности применения тех или иных систем подрессоривания технологического оборудования, а также при изучении сущности динамических явлений и предварительном выборе параметров упруго-демпфирующих узлов возникает необходимость в более простых в сравнении с описанной расчетных моделях [1], точность которых, однако, удовлетворительна.

Таким задачам отвечает разработанная нами линейная модель, соответствующая расчетной схеме, приведенной на рис. 2. Основное ее отличие от общей — выделение задней оси тягача, технологического оборудования и пачки деревьев в отдельную динамическую систему.

Как видно из рис. 2, колебания системы в продольной вертикальной плоскости характеризуются четырьмя обобщенными координатами:

вертикальные перемещения  $z_1$  приведенной массы  $M_2$  тягача и  $\xi_2$  — массы  $m_2$  заднего моста тягача, угловое перемещение  $\varphi$  и линейное  $z_{тр}$  приведенной к захвату массы пачки  $m$ .

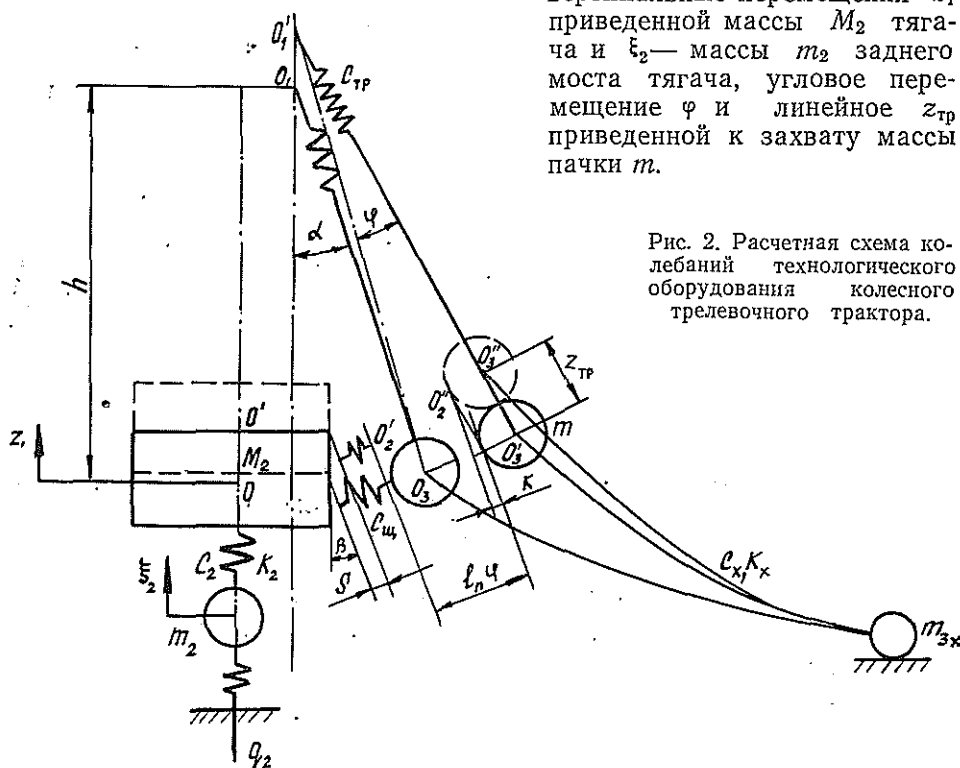


Рис. 2. Расчетная схема колебаний технологического оборудования колесного трелевочного трактора.

Дифференциальные уравнения, описывающие колебания рассматриваемой динамической системы, имеют вид:

$$\ddot{z}_1 + a_{12} \dot{z}_1 + a_{13} z_1 - b_{12} \dot{\varphi} - b_{13} \varphi - c_{12} \dot{z}_{\text{TP}} - c_{13} z_{\text{TP}} - d_{12} \dot{\xi}_2 - d_{13} \xi_2 = 0; \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} + b_{22} \dot{\varphi} + b_{23} \varphi - a_{22} \dot{z}_1 - a_{23} z_1 - c_{22} \dot{z}_{\text{TP}} - c_{23} z_{\text{TP}} + \\ + G \sin \beta f_{\text{ш}} \operatorname{sign} \dot{z}_{\text{TP}} = 0; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\ddot{z}_{\text{TP}} - c_{32} \dot{z}_{\text{TP}} - c_{33} z_{\text{TP}} - a_{32} \dot{z}_1 - a_{33} z_1 - b_{32} \dot{\varphi} - b_{33} \varphi = 0; \quad (11)$$

$$\ddot{\xi}_2 + d_{42} \dot{\xi}_2 + d_{43} \xi_2 - a_{42} \dot{z}_1 - a_{43} z_1 = \frac{1}{m_2} (K_{\text{ш2}} \dot{q} + C_{\text{ш2}} q), \quad (12)$$

где

$$a_{12} = \frac{K_2 + K_{\text{TP}} \cos^2 \alpha + (K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin^2 \beta}{M_2};$$

$$a_{13} = \frac{C_2 + C_{\text{TP}} \cos^2 \alpha + (C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin \beta}{M_2};$$

$$b_{12} = \frac{(K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin \beta l_{\text{п}}}{M_2}; \quad b_{13} = \frac{(C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin \beta l_{\text{п}}}{M_2};$$

$$c_{12} = \frac{K_{\text{TP}} \cos \alpha - (K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) \sin \beta}{M_2};$$

$$c_{13} = \frac{C_{\text{TP}} \cos \alpha - (C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) \sin \beta}{M_2};$$

$$d_{12} = \frac{K_2}{M_2}; \quad d_{13} = \frac{C_2}{M_2}; \quad b_{22} = \frac{(K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) l_{\text{п}}^2}{I}; \quad b_{23} = \frac{(C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) l_{\text{п}}^2 - G l_{\text{п}}}{I};$$

$$a_{22} = \frac{(K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin \beta l_{\text{п}}}{I}; \quad a_{23} = \frac{(C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin \beta l_{\text{п}}}{I};$$

$$c_{32} = \frac{(K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) l_{\text{п}}}{m}; \quad c_{33} = \frac{(C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) l_{\text{п}}}{m};$$

$$a_{32} = \frac{K_{\text{TP}} \cos \alpha - (K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) \sin \beta}{m};$$

$$a_{33} = \frac{C_{\text{TP}} \cos \alpha - (C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) \sin \beta}{m};$$

$$b_{32} = \frac{(K_{\text{ш}} + K_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) l_{\text{п}}}{m}; \quad b_{33} = \frac{(C_{\text{ш}} + C_{\text{X}}) \sin(\alpha - \beta) l_{\text{п}}}{m};$$

$$d_{42} = \frac{K_{\text{ш2}} + K_2}{m_2}; \quad d_{43} = \frac{C_{\text{ш2}} + C_2}{m_2};$$

$$a_{42} = \frac{K_2}{m_2}; \quad a_{43} = \frac{C_2}{m_2}.$$

$I$  — момент инерции массы  $m$  относительно оси подвеса;  
 $G = mg$ .

Рассматриваемая модель учитывает поперечную жесткость и сопротивление колебаниям приподнятой части пачки. В расчет приняты силы трения между щитом и комлями деревьев, а также их отрыв от поверхности щита, причем условие отрыва аналогично выражению (8).

При предварительном выборе параметров  $C_{ш}$ ,  $K_{ш}$ ,  $C_{тр}$ ,  $K_{тр}$  уравнения (9)—(12) решали методом Рунге — Кутты на ЭВМ «Мир-2» для случая движения лесного варианта трактора Т-150К по синусоидальному профилю.

В расчетах была применена оптимизация, заключающаяся в нахождении параметров поддрессирования системы по минимуму одного из выходных параметров.

Полученные по минимуму вертикальных ускорений корпуса трактора параметры системы поддрессирования технологического оборудования составили:  $C_{ш} = 228$  кН/м;  $K_{ш} = 1,07$  кН · с/м;  $C_{тр} = 6,79$  МН/м;  $K_{тр} = 8,21$  кН · с/м.

Сравнение вариантов поддрессирования технологического оборудования и полной блокировки упругих элементов показало, что интенсивность колебаний у рессорного варианта ниже. Введение в конструкцию технологического оборудования упруго-амортизационных звеньев позволяет снизить вертикальные ускорения остова трактора на 20—25 %. Однако окончательные выводы и количественные оценки на последних стадиях проектирования целесообразно производить на основе точных расчетных моделей.

При решении точных нелинейных уравнений (1)—(7) с учетом реального микропрофиля волоков и лесных дорог имелась возможность статистической оценки процессов, характеризующих движение трактора. Оценка дана на основе средних квадратичных отклонений выходных показателей, их корреляционных функций и спектральных плотностей.

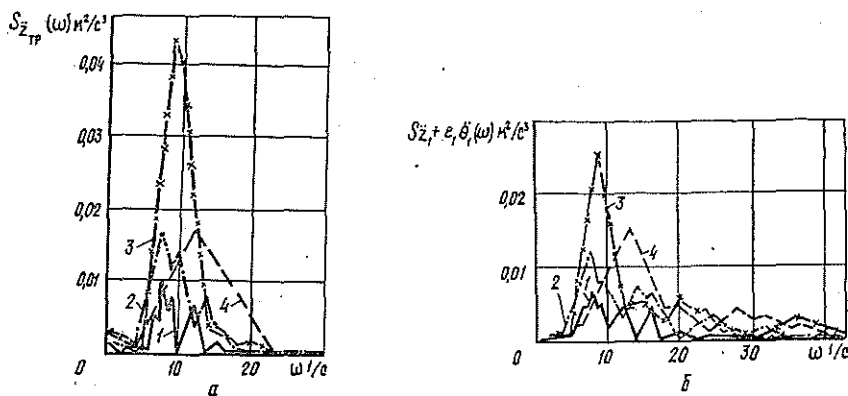


Рис. 3. Спектральные плотности ускорений в трособлочной системе (а) и на сидении тракториста (б) при движении трактора с грузом по дороге (при наличии упругих элементов в трособлочной системе и щите).

1 —  $v = 5$  км/ч; 2 —  $v = 10$  км/ч; 3 —  $v = 15$  км/ч; 4 —  $v = 20$  км/ч.

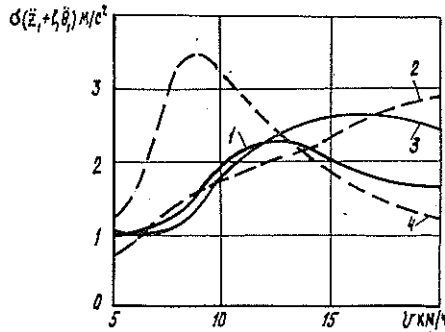
На рис. 3 приведены для примера спектральные плотности ускорений в трособлочной системе и на сидении водителя при моделировании движения трактора с грузом по дороге на различных скоростях. Эти данные соответствуют варианту, в котором у трактора имеется задняя подвеска и упругие элементы в трособлочной системе и щите. Анализ позволил получить полное представление о распределении дисперсий рассматриваемых параметров колебаний по частотам, выявить наиболее опасные частоты и скорости движения системы при разных вариантах поддрессирования трактора и технологического оборудования. Из рис. 3 видно, например, что наибольшие значения спектров наблюдаются в диапазоне от 6 до 15 1/с, наиболее опасная скорость движения на данной дороге — 15 км/ч. Это, кстати, подтвердилось и эксперимен-

тально. Вид спектральных плотностей указывает на узкоплотность динамической системы.

Полученные расчетные данные позволили оценить действенность введения системы поддрессирования технологического оборудования. Из рис. 4, например, видно, что как при наличии задней подвески, так и

Рис. 4. Зависимость изменения средних квадратичных ускорений на сидении тракториста от скорости движения трактора с грузом по волоку.

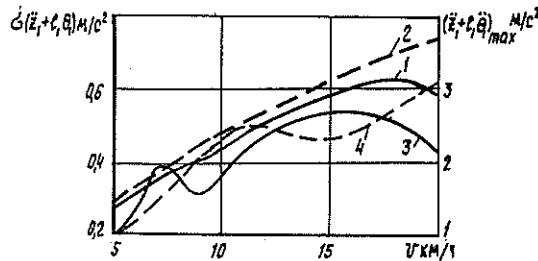
1, 2 — задний мост поддрессорен; 3, 4 — задний мост не поддрессорен; 1, 3 — трос и щит имеют упругие элементы; 2, 4 — трос и щит заблокированы.



без нее введение упругих элементов в трособлочную систему и щит оказывает сложное влияние на значения средних квадратичных вертикальных ускорений на сидении тракториста. Так, при наличии подвески и упругом тросе и щите наибольшее значение  $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1)$  — кривая 1 — имеет место при  $v = 12,5$  км/ч и составляет  $2,3$  м/с<sup>2</sup>, в то время как при блокировке троса и щита максимальное значение  $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1)$  имеет место при  $v = 20$  км/ч и составляет  $2,9$  м/с<sup>2</sup> (кривая 2). При заблокированной задней подвеске трактора и наличии упругого троса и щита наибольшее значение  $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1)$  — кривая 3 — имеет место при  $v = 16$  км/ч, а при заблокированном тросе и щите —  $8,5$  км/ч (кривая 4). Наибольшие значения  $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1)$  составляют соответственно  $2,65$  и  $3,5$  м/с<sup>2</sup>, т. е. при жестком подвесе и щите вертикальные ускорения на сидении тракториста на  $24,3\%$  больше при движении по волоку.

Рис. 5. Зависимости изменения средних квадратичных (1, 2) и максимальных (3, 4) ускорений на сидении тракториста от скорости движения трактора с грузом по дороге.

1, 3 — трос и щит имеют упругие элементы; 2, 4 — трос и щит заблокированы.



Аналогичная картина наблюдается и при движении по дороге (рис. 5). Наибольшая разница значений  $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1)$  имеет место при  $v = 20$  км/ч и составляет  $18\%$ .

Характер изменения максимальных значений ускорений (кривые 3 и 4) более сложный.

Анализ рассмотренных, а также других указанных ранее динамических показателей позволил всесторонне оценить динамику трактора, подтвердил целесообразность введения системы вторичного поддрессирования технологического оборудования и позволил выбрать ее оптимальные параметры. Изложенная методика может быть использована для решения широкого круга аналогичных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуков А. В., Кадолко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний. — Минск: Наука и техника, 1978. [2]. Жуков А. В., Петрович А. И. Обобщенная методика исследований вертикальной динамики трелевочных тракторов с помощью ЭЦВМ. — В кн.: Вопросы механизации и автоматизации работ в лесной промышленности. Госуниверситет им. О. В. Куусинена, 1976. [3]. Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. — М.: Гослесбумиздат, 1963. [4]. Оценка влияния системы поддрессирования технологического оборудования на динамику колесного трелевочного трактора / А. В. Жуков, П. Ф. Рудницкий, В. А. Симанович, А. Р. Горюновский. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6. [5]. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. — М.: ИЛ, 1956.

Поступила 5 апреля 1982 г.

УДК 625.14.042.3

### АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРНО-НАПРЯЖЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

#### *Расчетные зависимости*

Критерием устойчивости температурно-напряженного верхнего строения пути является критическая сжимающая сила, по достижении которой происходит выброс рельсо-шпальной решетки. Для обеспечения безопасной эксплуатации железнодорожного пути фактическая температурная сжимающая сила должна быть меньше ее критического значения. Существующие в настоящее время методы расчета не обладают достаточной точностью, что затрудняет применение расчетных зависимостей на практике.

В работе изложена методика определения критической силы, основанная на изучении процесса продольно-поперечных деформаций оси рельсо-шпальной решетки на предвыбросной стадии. Методика учитывает основные факторы, влияющие на устойчивость верхнего строения пути, и базируется на следующих предпосылках.

1. Рельсо-шпальная решетка заменяется балкой постоянного поперечного сечения эквивалентной жесткости  $EI$  в горизонтальной плоскости. Балка имеет начальные неровности, совпадающие с неровностями оси рельсо-шпальной решетки.

2. Рассматривается равновесие отдельного искривленного в горизонтальной плоскости участка пути в зоне изолированной симметричной неровности, аппроксимируемой уравнением

$$y_z = 0,5f_0(1 - \cos \beta z), \quad (1)$$

где  $y_z$  — прогиб сечений неровности;  
 $f_0$  — стрела прогиба;

$$\beta = \pi/z_0;$$

$z_0$  — половина длины неровности;

$z$  — текущая координата, отсчитываемая от левого конца неровности.

Изогнутая часть плавно сопрягается с недеформированными участками пути.

3. Сопротивление балласта сдвигу шпал поперек пути и момент сопротивления промежуточных креплений повороту рельсов на шпалах заменяется их погонными значениями. Они зависят от величины деформаций балки и выражаются так:

$$q = q_0 + cy^a; \quad (2)$$

$$M = M_0 y'^b, \quad (3)$$

где  $q, M$  — интенсивность реактивных сил и моментов;  
 $q_0, c, a, M_0, b$  — параметры зависимостей, определяемые экспериментально;

$y$  — прогибы оси пути.

4. При расположении участка пути на закруглении в плане его ось аппроксимируется уравнением

$$y_p = \frac{x_0}{\rho} x - \frac{x^2}{2\rho}, \quad (4)$$

где  $\rho$  — радиус закругления;

$x_0$  — половина длины изогнутого участка.

Расчетная схема, соответствующая принятым предпосылкам, приведена на рис. 1. Здесь обозначено:  $P$  — горизонтальная составляющая сжимающей силы  $N$ ;  $R$  — вертикальная составляющая, являющаяся опорной реакцией и заменяющая действие отброшенных частей пути;  $y$  — прогиб от искривления;  $y_z$  — прогиб начальной неровности;  $y_p$  — прогиб от закругления.

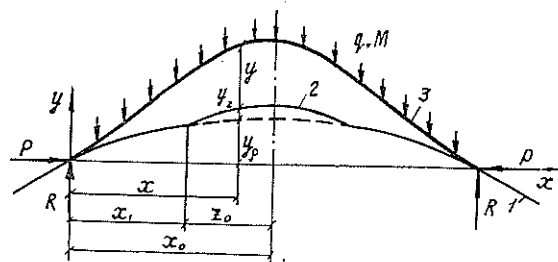


Рис. 1. Расчетная схема.  
 1 — круговая кривая; 2 — начальная неровность; 3 — изогнутая ось пути.

Дифференциальное уравнение в показанной на рис. 1 системе  $x, y$  имеет вид:

$$EI(v^{IV} - y_p^{IV} - y_z^{IV}) = -Fv'' - q + \frac{dM}{dx}, \quad (5)$$

где

$$v = y + y_p + y_z.$$

Прогиб  $y_z$  надо учитывать только при расположении сечения в пределах начальной неровности.

Для дальнейшего решения более удобно преобразовать уравнение (5) к виду

$$EIy^{IV} = -P(y'' + y_p'' + y_z'') - q + \frac{dM}{dx}, \quad (6)$$

так как здесь переменной является искомая величина  $y$ .

Разделим обе части уравнения (6) на  $EI$ , обозначим:  $P/EI = k^2$ ,  $q/EI = n$ ,  $M/EI = m$  и перенесем выражение  $k^2 y''$  в левую часть:

$$y^{IV} + k^2 y'' = -n + \frac{dm}{dx} - k^2 y_p'' - k^2 y_z''. \quad (7)$$

Выражение (6) представляет собой дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба оси температурно-напряженного железнодорожного пути. С его помощью можно получить решения различных задач, возникающих при исследовании устойчивости рельсо-шпальной решетки.

Запишем общее решение уравнения (7) по методу Коши:

$$y = C_1 + C_2 x + C_3 \sin kx + C_4 \cos kx + \frac{1}{k^3} \int_0^x \left( \frac{dm}{d\xi} - n - k^2 y_p'' - k^2 y_z'' \right) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi. \quad (8)$$

Представим интеграл в виде суммы и рассмотрим каждое слагаемое по отдельности. В первом слагаемом

$$I_q = -\frac{1}{k^3} \int_0^x n(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi$$

имеем

$$n = n_0 + c_0 y^a,$$

где

$$n_0 = q_0/EI; \quad c_0 = c/EI.$$

Тогда

$$I_q = -\frac{n_0 x^2}{2k^3} + \frac{n_0}{k^4} (1 - \cos kx) - \frac{c_0}{k^3} I_1, \quad (9)$$

где

$$I_1 = \int_0^x y^a(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi.$$

Второе слагаемое

$$I_m = \frac{1}{k^3} \int_0^x \frac{dm}{d\xi} [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi$$

интегрируем по частям. Полагая  $m = m_0 y'^b$ , получим

$$I_m = \frac{m_0}{k^2} I_2,$$

где

$$m_0 = M_0/EI;$$



$$I_2 = \int_0^x y'^b(\xi) [1 - \cos k(x - \xi)] d\xi. \quad (9')$$

Так как из уравнения (4)  $y''_\rho = -1/\rho$ , то интеграл

$$I_\rho = -\frac{1}{k} \int_0^x y''_\rho(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi \quad (9'')$$

берется в общем виде:

$$I_\rho = \frac{x^2}{2\rho} - \frac{1}{\rho k^2} (1 - \cos kx).$$

Наконец, последний интеграл

$$I_z = -\frac{1}{k} \int_0^x y''_z(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi,$$

используя уравнение (1), можно также взять в общем виде:

$$I_z = -\frac{f_0}{2} (1 - \lambda \cos \beta z) + \frac{f_0}{2} (1 - \lambda) \cos kz. \quad (9''')$$

Подставим эти выражения для интегралов в уравнение (8):

$$\begin{aligned} y = & C_1 + C_2 x + C_3 \sin kx + C_4 \cos kx - \frac{n_0 x^2}{2k^2} + \\ & + \frac{n_0}{k^4} (1 - \cos kx) - \frac{c_0}{k^3} I_1 + \frac{m_0}{k^2} I_2 + \frac{x^2}{2\rho} - \frac{1}{\rho k^2} (1 - \cos kx) - \\ & - \frac{f_0}{2} (1 - \lambda \cos \beta z) + \frac{f_0}{2} (1 - \lambda) \cos kz. \end{aligned} \quad (10)$$

Постоянные интегрирования определим из следующих начальных условий: при  $x = 0$   $y(0) = 0$ ;  $y'(0) = 0$ ;  $y''(0) = 0$ ;  $y'''(0) = a_1 - k^2 \frac{x_0}{\rho}$ , где  $a_1 = R/EI$ . Используя их, получим

$$C_1 = 0;$$

$$C_2 = \frac{1}{k^2} y'''(0) = \frac{1}{k^2} \left( a_1 - k^2 \frac{x_0}{\rho} \right);$$

$$C_3 = -\frac{1}{k^3} y'''(0) = -\frac{1}{k^3} \left( a_1 - k^2 \frac{x_0}{\rho} \right);$$

$$C_4 = 0.$$

Подставим эти выражения в уравнение (10):

$$\begin{aligned} y = & \frac{1}{k^3} \left( a_1 - \frac{x_0}{\rho k} \right) (kx - \sin kx) - \frac{n_0 x^2}{2k^2} + \frac{n_0}{k^4} (1 - \cos kx) - \\ & - \frac{c_0}{k^3} I_1 + \frac{m_0}{k^2} I_2 + \frac{x^2}{2\rho} - \frac{1}{\rho k^2} (1 - \cos kx) + \\ & + \frac{f_0}{2} [(1 - \lambda) \cos kz - 1 + \lambda \cos \beta z]. \end{aligned} \quad (11)$$

Уравнение (11) является интегральным и нелинейным с переменным верхним пределом. В общем виде его решение получить нельзя. Находим приближенное решение, задавая в первом приближении

$$y = \frac{f}{2} (1 - \cos \beta_1 x), \quad (12)$$

где  $f$  — стрела прогиба изогнутого участка;  
 $\beta_1 = \pi/x_0$ .

Из условия равновесия изогнутого участка определим опорную реакцию:

$$R = \int_0^{x_0} q(x) dx = \int_0^x (q_0 + cy^a) dx. \quad (13)$$

Если выразить  $y$  по уравнению (12), то

$$R = q_0 x_0 + c x_0 f^a B, \quad (14)$$

где

$$B = \int_0^1 \sin^{2a} \frac{\pi u}{2} du; \quad u = x/x_0.$$

Аналогично преобразовываем интеграл  $I_1$  и  $I_2$ . Окончательно получаем:

$$\begin{aligned} y = & \left( \frac{n_0}{k^4} - \frac{1}{\rho k^2} \right) (1 + kx_0 kx - 0,5k^2 x^2 - \cos kx_0 - kx_0 \sin kx_0) + \\ & + \frac{c_0 x_0 f^a}{k^3} \left\{ B(kx - \sin kx) - \int_0^x \sin^{2a} \frac{\beta_1 \xi}{2} [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi \right\} + \\ & + \frac{m_0}{k^2} (0,5\beta_1 f)^b \int_0^x \cos^b \beta_1 \xi [1 - \cos k(x - \xi)] d\xi + \\ & + \frac{f_0}{2} [(1 - \lambda) \cos kz - 1 + \lambda \cos \beta z]. \end{aligned} \quad (15)$$

Уравнение (15) в общем виде определяет прогиб любого сечения изогнутого участка. Для нахождения стрелы прогиба участка надо положить  $x = x_0$ .

Тогда

$$f = \left( \frac{n_0}{k^4} - \frac{1}{\rho k^2} \right) \eta_1 + \frac{c_0 f^a}{k^3} \eta_2 + \frac{m_0 f^b}{k^2} \eta_3 - f_0 \eta, \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} \eta_1 &= 1 + 0,5k^2 x_0^2 - \cos kx_0 - kx_0 \sin kx_0; \\ \eta_2 &= kx_0 \int_0^1 [kx_0 - \sin kx_0 - kx_0(1-u) + \sin kx_0(1-u)] \sin^{2a} \frac{\pi u}{2} du; \\ \eta_3 &= (0,5\beta_1)^b kx_0 \int_0^1 [1 - \cos kx_0(1-u)] \sin^b \pi u du; \\ 2\eta &= 1 + \lambda - (1 - \lambda) \cos kz_0; \\ \lambda &= k^2 / (k^2 - \beta^2). \end{aligned}$$

Для определения параметра уравнения  $k^2$  (и величины  $P$ ), при котором обеспечивается равновесие участка, используем условие симметрии:  $y'(x_0) = 0$ , откуда

$$\left(\frac{n_0}{k^4} - \frac{1}{\rho k^2}\right)\mu_1 + \frac{c_0 f^a}{k^4}\mu_2 + \frac{m_0 f^b}{k^3}\mu_3 = f_0 \mu, \quad (17)$$

где

$$\mu_1 = \sin kx_0 - kx_0 \cos kx_0;$$

$$\mu_2 = kx_0 \int_0^1 [\cos kx_0(1-u) - \cos kx_0] \sin^{2a} \frac{\pi u}{2} du;$$

$$\mu_3 = (0,5\beta_1)^b kx_0 \int_0^1 \sin kx_0(1-u) \sin^b \pi u du;$$

$$\mu = 0,5(1-\lambda) \sin kz_0.$$

По мере возрастания стрелы прогиба  $f$  и длины  $2x_0$  изогнутого участка сила  $P$ , необходимая для удержания его в искривленном состоянии, увеличивается. При некотором  $x_0$  она достигает максимального (критического) значения, т. е. наступает момент потери устойчивости (рис. 2). Критическую силу определяем из условия  $\partial k / \partial x_0 = 0$ , для этого берем производную по  $x_0$  от обеих частей уравнения (17). После преобразований получим

$$\left(\frac{n_0}{k^4} - \frac{1}{\rho k^2}\right)\lambda_1 + \frac{c_0 f^a}{k^4}\lambda_2 + \frac{m_0 f^b}{k^3}\lambda_3 = 0, \quad (18)$$

где

$$\lambda_1 = kx_0 \sin kx_0;$$

$$\lambda_2 = \int_0^1 [\cos kx_0(1-u) + kx_0 \sin kx_0 - \cos kx_0 - kx_0(1-u) \times \\ \times \sin kx_0(1-u)] \sin^{2a} \frac{\pi u}{2} du;$$

$$\lambda_3 = (0,5\beta_1)^b \int_0^1 [(1-b) \sin kx_0(1-u) + kx_0(1-u) \cos kx_0(1-u)] \times \\ \times \sin^b \pi u du.$$

В зависимости от параметров  $f_0$  и  $z_0$  начальной неровности критическая сила имеет разные значения. При некотором значении  $z_0$  она достигает минимума (рис. 2), условие которого  $\partial k / \partial z_0 = 0$ . Минимальная критическая сила является расчетной, характеризующей устойчивость произвольного участка пути. Взяв производную по  $z_0$  от обеих частей уравнения (17), найдем, что в этом случае  $kz_0 = 2,6301$ , значит  $\eta = 0,786$ ,  $\mu = 0,8182$ .

Уравнения (16), (17) и (18) позволяют определить расчетную критическую силу для температурно-напряженного пути в различных условиях. При выводе их начальная неровность была аппроксимирована смещенной косинусоидой. Можно применять и другие способы аппроксимации, например, синусоидой, что скажется только на значении коэф-

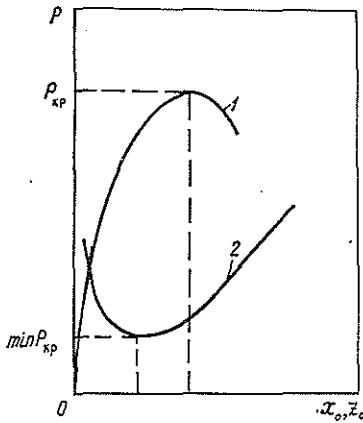


Рис. 2.

1 — зависимость сжимающей силы  $P$  от длины изогнутого участка; 2 — зависимость критической силы  $P_{кр}$  от длины начальной неровности.

коэффициентов  $\eta$  и  $\mu$  и не внесет принципиальных изменений в процесс решения.

Неизвестными в системе уравнений являются  $k$ ,  $x_0$  и  $f$  и для заданной конструкции пути они определяются однозначно. Так как система нелинейная, то в общем виде решение получить сложно. Рассмотрим поэтому отдельные частные случаи.

#### Критическая сила для прямолинейных участков УЖД

Для условий лесовозных УЖД при костыльном беспрокладочном скреплении можно принять  $M = 0$ . На прямых участках пути  $\rho = \infty$ . Уравнения (16), (17) и (18) в этом случае приводятся к виду:

$$f = \frac{q_0 EI}{P^2} \Delta_2 - f_0 \eta; \quad (19)$$

$$P = \sqrt{\frac{q_0 \Delta_1 EI}{\mu f_0}}; \quad (20)$$

$$\frac{cf^a}{q_0} = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2}; \quad (21)$$

где

$$\Delta_1 = \frac{\mu_1 \lambda_2 - \mu_2 \lambda_1}{\lambda_2^2};$$

$$\Delta_2 = \frac{\eta_1 \lambda_2 - \eta_2 \lambda_1}{\lambda_2}.$$

Так как из уравнения (20) можно найти:  $EIq_0/P^2 = f_0 \mu / \Delta_1$ , то, преобразовывая (19), получим

$$f = f_0 \Delta_3, \quad (22)$$

где

$$\Delta_3 = \frac{\mu \Delta_2 - \eta \Delta_1}{\Delta_1}.$$

Критические силы вычисляются следующим образом. Задают значение  $kx_0$  ( $kx_0 > \pi$ ), находят  $f$  по уравнению (21),  $f_0$  — по уравнению (22) и  $P$  — по уравнению (20). Изменяя  $kx_0$ , можно получить зависимость  $P(f_0)$ , что позволяет определить расчетную критическую силу для любого значения  $f_0$ .

Пример расчета для пути, уложенного рельсами Р24 ( $EI = 3,2 \text{ ГН} \cdot \text{см}^2$ ) на деревянных шпалах и при песчаном среднезернистом балласте ( $q = 2,4 + 15,6y^{0,23}$ ), приведен в таблице.

$N$	$kx_0$	$f_0$ см	$f$ см	$\Delta_3$	$P_{кр}$ кН	$P_1$ кН	$P_2$ кН
1	3,190	0,0792	0,0809	1,02146	1275	1313	1276
2	3,191	0,1158	0,1183	1,02159	1091	1124	1092
3	3,192	0,1725	0,1763	1,02203	927	955	928
4	3,193	0,2627	0,2685	1,02208	781	805	782
5	3,194	0,4110	0,4201	1,02214	651	672	652
6	3,195	0,6336	0,6783	1,02216	537	554	537
7	3,196	0,1133	1,1380	1,02218	436	450	436

Вычисления показывают, что в момент выброса рельсо-шпальной решетки при  $P = \min P_{кр}$  стрела прогиба изогнутого участка близка к стреле прогиба начальной неровности. В рассматриваемом примере  $f \approx 1,02f_0$ . Аналогичная закономерность имеет место при решении задачи продольно-поперечного изгиба в случае постоянного погонного сопротивления. Можно поэтому полагать, что для прямолинейной балки  $f \approx f_0$ , независимо от закона изменения  $q$  от прогиба при изгибе.

Величина  $kx_0$  также изменяется мало, поэтому можно принять  $kx_0 = 3,193$  и находить из этого условия длину  $x_0$  изогнутого участка (но не силу  $P$ , так как  $\Delta_1$  существенно зависит от  $kx_0$ ).

Зависимость  $P(f_0)$  гиперболическая: при  $f_0 \rightarrow 0$   $P \rightarrow \infty$ , при  $f \rightarrow \infty$   $P \rightarrow 0$ . В рассматриваемом примере эта зависимость хорошо аппроксимируется уравнением

$$P = 452,82f_0^{-0,408}, \quad (23)$$

где  $P$  — кН,  $f_0$  — см.

Если принять  $q = q_0 = \text{const}$ , то  $kx_0 = \pi$ , а

$$P = \sqrt{\frac{\pi q EI}{\mu f_0}}. \quad (24)$$

Здесь принято, что  $q = \text{const}$  только при данном состоянии равновесия участка пути, но различна для разных состояний. В первом приближении значение  $q$  можно определить по уравнению (2), полагая  $y = f_0$ , т. е.

$$q = q_0 + cf_0^a. \quad (25)$$

Результаты вычислений по уравнению (25) приведены в таблице ( $P_{кр} = P_1$ ). Они немного завышены по сравнению с расчетом при переменном погонном сопротивлении. Более точные результаты можно получить введением поправочного коэффициента, а именно принять  $q_{расч} = 0,9q$ . Значения  $P_{кр} = P_2$  для этого случая также приведены в таблице.

Таким образом, определение расчетной критической силы на прямых участках пути затруднений не представляет. В общем случае следует решать систему уравнений (20), (21) и (22), для приближенных расчетов можно применять уравнения (23) или (24).

При прочих равных условиях устойчивость пути на прямой полностью определяется стрелами прогиба начальных неровностей. Так, например, при расчетном повышении температуры после укладки  $\Delta t = 40^\circ \text{C}$  температурная сжимающая сила для Р24 составляет 640 кН.

Из данных таблицы находим, что допустимая стрела прогиба составляет  $f_0 \leq 0,41$  см. Это условие обеспечивает безопасную эксплуатацию температурно-напряженного железнодорожного пути данной конструкции.

Следует, однако, иметь в виду, что критическая сила определяется не только стрелой прогиба неровности, но и ее длиной  $2x_0$ . Из условия  $kz_0 = 2,63$  можно найти критическую длину, которая составляет в данном случае  $2z_0 = 372$  см. При сочетании  $f_0 = 0,41$  см и  $2z_0 = 372$  см критическая сила будет минимальной. Для других значений  $2z_0$  и том же значении  $f_0$  критическая сила будет больше ее минимального значения, что и наблюдается в опытах по выбросу пути на стенде. Однако на действующих путях УЖД нельзя исключить появление начальных неровностей критических параметров, поэтому выбор стрелы прогиба  $f_0$  в качестве одной из основных расчетных величин при оценке устойчивости температурно-напряженного пути вполне обоснован.

Поступила 7 мая 1982 г.

УДК 625.576

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ ИЗГИБА В НЕСУЩИХ КАНАТАХ ПОДВЕСНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК В ЗОНЕ БАШМАКОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

Н. В. МАТИИШИН

Хмельницкий технологический институт

Условия эксплуатации несущих канатов многопролетных установок значительно сложнее, чем однопролетных. Опытные данные лесозаготовительных предприятий свидетельствуют о том, что в случае многопролетной схемы навески несущие канаты разрушаются, в основном, в зоне опорных башмаков, следовательно, эта зона и определяет выносливость всего несущего каната.

Одним из основных факторов, влияющих на усталостное разрушение несущих канатов, являются напряжения изгиба, возникающие под катками грузовых кареток [2, 4].

В результате экспериментальных исследований В. И. Блоха [3], А. И. Дукельского [4] и А. Г. Прохоренко [5] получены изгибные напряжения для различных типов канатов и предложены рекомендации для их уменьшения. Однако эти исследования выполнены без учета влияния башмаков промежуточных опор, поэтому полученные результаты можно отнести только к однопролетным установкам.

В лаборатории по изучению выносливости стальных канатов Львовского лесотехнического института на специальной двухпролетной установке нами под руководством проф. Н. М. Белой проведены экспериментальные исследования изгибных напряжений, возникающих в канатах в зоне опорных башмаков [1].

При исследованиях ставили задачу определить величину и характер изменения изгибных напряжений в несущих канатах: а) в момент приближения грузовой каретки к опорному башмаку; б) в местах ударов катков каретки по несущему канату после прохода ею опорного башмака.

Исследования проводили при следующих режимах: статическая нагрузка на один каток каретки составляла 5,3 кН, при натяжении каната 70, 90, 100 и 120 кН; скорость движения каретки — 1,5; 2,5 и 3,3 м/с, диаметр катков — 120 мм. Эти режимы соот-

ветствуют реальным режимам эксплуатации несущих канатов в производственных условиях, установленным нами при обследовании 136 канатных установок и кабельных кранов, работающих на лесозаготовительных предприятиях Карпат.

Исследованиям подвергали канаты открытого типа (ГОСТ 2688—69) диаметром 25,5 мм. Напряжения изгиба измеряли с помощью осциллографа ОУ-24-51 и гальванометров V типа.

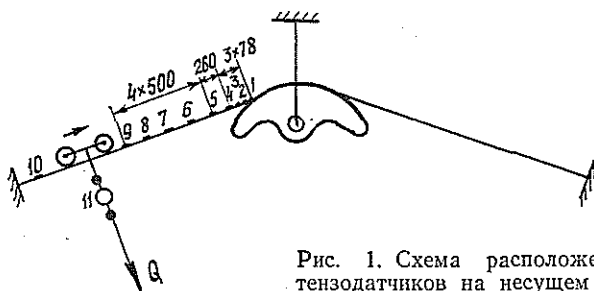


Рис. 1. Схема расположения тензодатчиков на несущем канате.

На участок каната длиной 11,7 м наклеивали девять рабочих (1—9) и один контрольный (10) тензодатчик (рис. 1). Рабочие датчики фиксировали изменение величины и характера изгибных напряжений в канате по длине пролета, а контрольный датчик показывал изменение действительного натяжения в несущем канате по мере перемещения по нему каретки. Рабочие датчики включали в работу поочередно. Поперечную нагрузку определяли с помощью тензометрического звена 11 в цепи грузового каната. Полученные осциллограммы изгибных напряжений приведены на рис. 2.

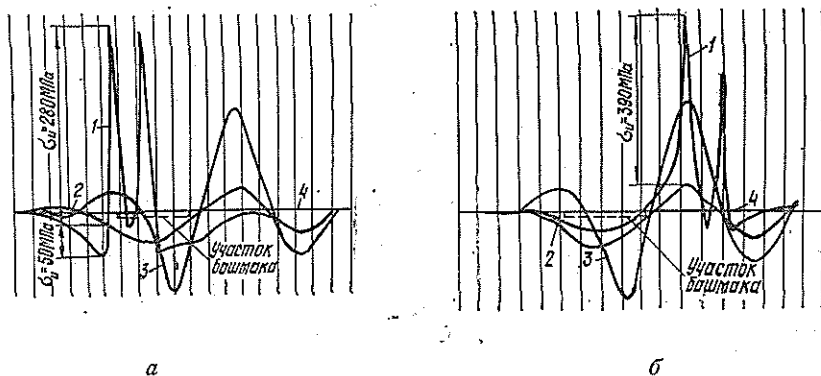
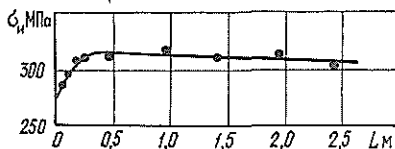


Рис. 2. Осциллограммы напряжений от изгиба.

а — при подходе каретки к опорному башмаку; б — после прохода кареткой опорного башмака; 1 — показания рабочего тензодатчика; 2 — показания контрольного тензодатчика 10; 3 — характер изменения поперечной нагрузки по показаниям тензометрического звена; 4 — нулевая линия.

Результаты исследований показали, что изгибные напряжения в несущих канатах увеличиваются по мере приближения каретки к опорно-

Рис. 3. График зависимости изгибных напряжений от расстояния рабочего датчика до опорного башмака.



му башмаку (рис. 3). Это вызвано уменьшением натяжения несущего каната при приближении каретки к промежуточной опоре.

На участке несущего каната, примыкающего к опорному башмаку, изгибные напряжения уменьшаются вследствие обратного перегиба несущего каната и появления, в связи с этим, отрицательных изгибных напряжений.

Рассмотрим характер изменения изгибных напряжений в зоне опорного башмака. Башмак представим как каток определенной радиуса, поперечная нагрузка на несущий канат от которого равна силе  $P$  (рис. 4, а) и вызывает изгибные напряжения в канате, характер которых показан на рис. 4, б. Находящийся вблизи каток каретки передает на несущий канат нагрузку  $Q$ , действующую в сторону, противоположную направлению действия башмака, и вызывает напряжения изгиба обратного знака по сравнению с напряжениями изгиба от башмака (рис. 4, б). Если рассматривать опорный башмак в состоянии покоя относительно несущего каната, а каретку движущейся по башмаку, то изгибные напряжения от воздействия башмака будут иметь постоянный характер, а напряжения от катков каретки — пульсирующий. Изгибные напряжения от воздействия башмака в этом случае способствуют неравномерному распределению растягивающих напряжений в сечении каната.

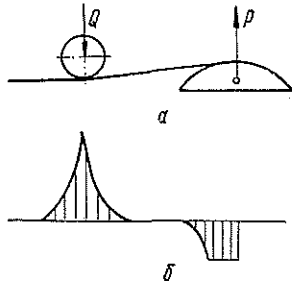


Рис. 4.

а — схема расположения катка грузовой ракетки при подходе к опорному башмаку; б — характер изменения изгибных напряжений от воздействия катка грузовой ракетки и опорного башмака.

Однако в действительности изгибные напряжения, создаваемые воздействием опорного башмака, не постоянны в сечениях каната, примыкающих к башмаку, поскольку с приближением каретки к последнему увеличивается угол охвата канатом башмака и соответственно уменьшается расстояние от сечения к башмаку, что и вызывает увеличение изгибных напряжений. Такое изменение изгибных напряжений фиксируют датчики, наклеенные вблизи башмака.

Как видно из рис. 2, а, луч гальванометра рабочего датчика значительно отклоняется от луча гальванометра  $10$  при приближении каретки к датчику, фиксируя изменение отрицательных изгибных напряжений\*. Это происходит до того момента, пока каток каретки не приблизится к датчику на расстояние, равное длине распространения его изгибных напряжений. В дальнейшем напряжения в сечении резко изменяют знак и получают максимальное значение при положении катка над датчиком.

Таким образом, напряжения от изгиба в сечениях, примыкающих к опорному башмаку, определяются разностью напряжений от изгиба, возникающих от действия катка каретки, и напряжений от изгиба, вызываемых опорным башмаком, возникающих за счет приближения се-

\* На рис. 2, а отрицательные изгибные напряжения составляют  $\sigma_{из} = 50$  МПа.

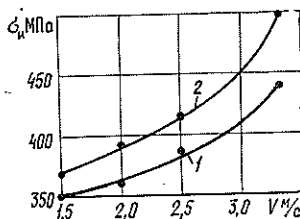


чения к башмаку. Этим и объясняется уменьшение изгибных напряжений в сечениях, примыкающих к опорному башмаку (рис. 3). Такое явление наблюдалось при всех режимах исследований.

Изгибные напряжения, возникающие в несущем канате под влиянием ударов катков каретки по несущему канату после прохода кареткой опорного башмака, записывали с помощью тех же датчиков при возвратном движении каретки.

Результаты обработки осциллограмм показывают, что эти напряжения значительно превышают изгибные, возникающие в несущем канате при подходе каретки к опорному башмаку. При скорости движения каретки 2,5 м/с увеличение изгибных напряжений в сечениях, соответствующих местам ударов катков каретки по несущему канату по сравнению с изгибными напряжениями, возникающими под катками каретки, расположенной в пролете, составляет 28 % при натяжении каната 90 кН и 34 % при натяжении 70 кН.

Рис. 5. Графики зависимости изгибных напряжений от скорости движения каретки после прохода ею опорного башмака при запасах прочности несущего каната, равных 2,9 (кривая 1) и 3,9 (кривая 2).



Изгибные напряжения в несущем канате после прохода кареткой опорного башмака значительно возрастают с увеличением скорости движения каретки (рис. 5). Увеличение скорости движения каретки от 1,5 до 3,3 м/с повышает изгибные напряжения на 26 % при натяжении каната 90 кН и на 35 % при натяжении 70 кН.

Таким образом, максимальные значения изгибных напряжений в несущем канате при движении по нему каретки с грузом возникают после прохода кареткой опорного башмака, что является результатом динамических воздействий катков каретки на канат и подтверждается экспериментальными исследованиями силовых режимов работы канатной оснастки, проведенными в реальных производственных условиях [2]. Следовательно, для уменьшения изгибных напряжений необходимо при проектировании стремиться уменьшать динамический эффект от воздействия катков каретки на канат после прохода ею опорных башмаков. Это может быть достигнуто путем ограничения скорости движения каретки в зоне опорных башмаков многопролетных установок и выбора такого профиля трассы канатной установки, при котором бы обеспечивались минимальные углы перегиба несущих канатов на промежуточных опорах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 387254 (СССР). Установка для исследования выносливости канатов/ Н. В. Матвишин, А. Г. Прохоренко. — Оpubл. в Б. И., 1973, № 27. [2]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Канатные лесотранспортные установки. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. [3]. Блох В. И. К расчету канатов подвесных канатных дорог. — Науч. зап. ХММИ, 1934, № 1. [4]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.: Машгиз, 1966. [5]. Прохоренко А. Г. Напряжения изгиба в несущих канатах открытого типа. — В кн.: Стальные канаты. К.: Техника, 1967, вып. 4.

Поступила 24 апреля 1978 г.

УДК 629.114.3.001.2

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОВОЗНОГО ТЯГАЧА НА НЕУСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

Г. Д. БОГОМАС, Ю. А. СЕДОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Работа лесовозного тягача МАЗ-509 проходит в сложных дорожных условиях, что связано со спецификой вывозки леса. При движении как груженого, так и порожнего лесовоза по дорогам соответствующих технических категорий — магистралям, веткам и усам — имеет место неустановившийся режим работы как самого тягача, так и его двигателя.

Неустановившийся режим приводит к сложным колебательным процессам, которые влияют на основные показатели автомобиля и его двигателя. Так, например, снижение эффективной мощности на номинальном режиме достигает 20 % и более. Эти отрицательные явления отмечают и другие авторы [1—3].

В настоящее время выбор двигателя для машины производится по основным показателям установившегося режима без учета колебательного процесса нагрузки. В этом случае считается, что работа двигателя автомобиля происходит на участке регуляторной ветви скоростной характеристики. Такой подход не всегда соответствует эксплуатационным характеристикам автомобилей, особенно автомобилей-тягачей, работающих на дорогах всех категорий.

Причины отклонения характеристик двигателя в эксплуатации от характеристик, снятых в условиях установившегося режима, соответствующих внешней скоростной характеристике двигателя, изучены недостаточно.

Цель нашей статьи — исследовать эксплуатационные характеристики автомобиля по данным стендовых испытаний при гармоническом режиме изменения нагрузки. Перед испытаниями автомобиля МАЗ-509 на стенде был проведен предварительный теоретический анализ ожидаемых экспериментальных результатов, в частности, зависимости данных планируемого эксперимента от эксплуатационных показателей автомобиля.

При испытании автомобиля на стенде изменение момента сопротивления его движению происходило по гармоническому закону с частотой  $\Omega$

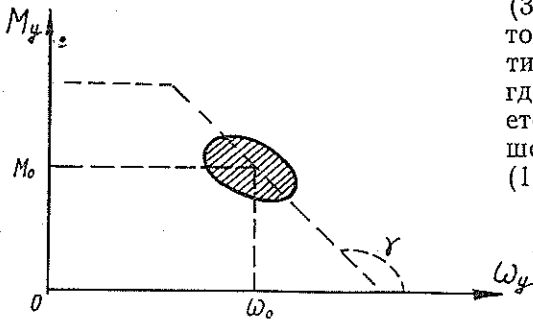
$$M_c = M_0 + \Delta M_c \sin \Omega t, \quad (1)$$

где  $M_0$  — момент сопротивления на установившемся режиме работы;

$\Delta M_c$  — амплитуда переменной составляющей момента сопротивления, а двигатель автомобиля работал на регуляторном участке характеристики с полной подачей топлива. Полагая  $M_c$  входным воздействием, а выходными величинами — крутящий момент двигателя  $M$ , угловую скорость  $\varepsilon$  и расход топлива  $Q$ , установим в первом приближении связь между  $M$ ,  $M_c$  и  $\omega$  с помощью системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} I \frac{d\omega}{dt} = M - M_c; & (2) \\ T \frac{d(\Delta M)}{dt} + \Delta M = -k\Delta\omega, & (3) \end{cases}$$

где  $I$  — среднее значение момента инерции движущихся масс автомобиля, приведенных к коленчатому валу;  
 $T$  — постоянная времени автомобиля;  
 $\Delta\omega = \omega - \omega_0$  — изменение угловой скорости;  
 $\Delta M = M - M_0$  — изменение крутящего момента двигателя;  
 $k = |\operatorname{tg} \gamma|$  — абсолютное значение тангенса угла наклона регуляторного участка характеристики двигателя автомобиля (см. рисунок).



Уравнение (2) представляет собой основное уравнение движения автомобиля, а уравнение (3) — внутреннее уравнение автомобиля как системы автоматического регулирования (САР), где коленчатый вал предполагается апериодическим звеном. Решение системы (2), (3) с учетом (1) дает

$$M(t) = M_0 + C_1 e^{-\lambda_1 t} + C_2 e^{-\lambda_2 t} + \frac{k\Delta M_c}{\sqrt{D}} \sin(\Omega t - \varphi); \quad (4)$$

$$\omega(t) = \omega_0 - \frac{1}{I} \left[ \frac{C_1}{\lambda_1} e^{-\lambda_1 t} + \frac{C_2}{\lambda_2} e^{-\lambda_2 t} + \frac{k\Delta M_c}{\Omega \sqrt{D}} \cos(\Omega t - \varphi) - \frac{\Delta M_c}{\Omega} \cos \Omega t \right]. \quad (5)$$

Здесь

$$D = (k - \Omega^2 IT)^2 + \Omega^2 I^2; \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{\Omega I}{k - \Omega^2 IT},$$

$\lambda_1, \lambda_2$  — корни характеристических уравнений;

$C_1, C_2$  — постоянные интегрирования.

Рассмотрим значения  $M$  и  $\omega$  при  $t > t_0$  (где  $t_0 = 3T$ ), которые отметим индексом «у»:

$$M_y(t) = M_0 + \frac{k\Delta M_c}{\sqrt{D}} \sin(\Omega t - \varphi); \quad (4')$$

$$\omega_y(t) = \omega_0 - \frac{\Delta M_c}{\Omega I} \left[ \frac{k}{\sqrt{D}} \cos(\Omega t - \varphi) - \cos \Omega t \right]. \quad (5')$$

Формулы (4') и (5') позволяют в первом приближении вычислить работу крутящего момента двигателя при  $\Omega = \operatorname{const}$  за фиксированный интервал времени, например за  $\Delta t = t_2 - t_1$ :

$$A_\Omega = \int_{t_1}^{t_2} M(t) \omega(t) dt. \quad (6)$$

Из предположения о нетождественности всех  $A_{\Omega_i}$  при  $i \in [1, n]$  (для  $n$  различных значений  $\Omega$ ) следует вывод о наличии наибольшего и наименьшего значений  $A_{\Omega}$  и  $Q$  как функций  $\Omega$ .

Этот факт заслуживает внимания, поскольку воздействие неровностей дороги на автомобиль, хотя и носит случайный характер, тем не менее может быть охарактеризовано набором основных частот. Поэтому исследование (6) на наибольшее и наименьшее значение по  $\Omega$ , дополненное экспериментом, может указать «нежелательные» частоты с наибольшим значением  $A_{\Omega}$ , неизбежно связанные с повышенным расходом топлива. Возможно, данные о «нежелательных» частотах будут полезны не только эксплуатационникам, но и при проектировании новых моделей автомобилей и их двигателей.

Исключая из (4') и (5') время  $t$ , которое можем рассматривать как параметр, а совокупность функций (4') и (5') как одно параметрически заданное геометрическое место точек, получим уравнение замкнутой кривой (см. рисунок):

$$F(M_y, \omega_y) = 0. \quad (7)$$

Это говорит о наличии гистерезисного явления, которое может быть объяснено затратой мощности на преодоление инерционности движущихся масс автомобиля.

Площадь, ограниченная этой кривой,

$$S_{\Omega} = \frac{1}{2} \oint M_y d\omega_y - \omega_y dM_y, \quad (8)$$

и представляющая собой в соответствующем масштабе потерю мощности за время  $t = \frac{2\pi}{\Omega}$ , непосредственным образом связана с конструктивными данными автомобиля и, конечно, зависит от частоты  $\Omega$  и амплитуды  $\Delta M_c$  возмущающего воздействия.

Результаты проведенного эксперимента подтверждают изложенные теоретические предпосылки.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Архангельский В. М., Злотин Г. Н. Работа карбюраторных двигателей на неустановившихся режимах. — М.: Машиностроение, 1979. [2]. Барский И. Б., Анилович В. Я., Кутьков В. Я. Динамика трактора. — М.: Машиностроение, 1973. [3]. Чигир Б. Б. К вопросу о действительной мощности тракторного двигателя при переменных нагрузках. — Харьков, 1963. (Тр. ХПИ, т. 23. Сер. «Энергомашиностроение»; Вып. 3).

Поступила 25 марта 1982 г.

УДК 630\*848.7.001.2

### ВЛИЯНИЕ ПОРОДНОГО СОСТАВА НА ВЕЛИЧИНУ ЗАПАСА ХЛЫСТОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

И. В. ТУРЛАИ, А. С. ФЕДОРЕНЧИК

Белорусский технологический институт

При решении вопросов, связанных с производительностью оборудования, функционирование как нижнескладских потоков, так и отдельных установок исследовали с различной полнотой на вероятностных

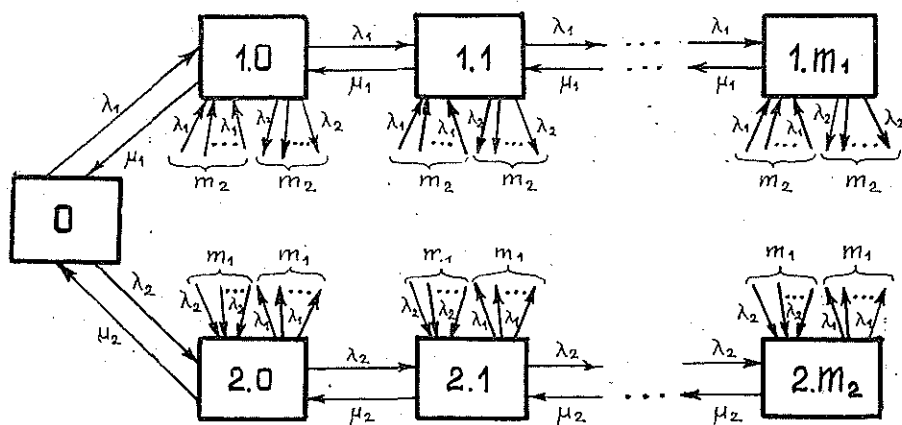
моделях [1, 3—7]. При этом деревья и хлысты, поступающие на обработку, рассматривали как потоки одного типа заявок с некоторыми средними размерными и качественными показателями, хотя последние колеблются в довольно широком диапазоне. Так, хлысты, поступающие в разделку на линии типа ЛО-15С, имеют разброс объемов в обе стороны от среднего объема хлыста, равный 25—30 %; существенно меняется их породный состав.

Результаты получают более полными и ценными, если при анализе процесса первичной обработки хлыстов исходить из того, что раскряжечная установка обрабатывает не усредненный поток хлыстов, а два (можно и более) потока со своими характерными параметрами. Например, хлысты хвойных пород, поступающие на разделку, составляют один поток, а хлысты лиственных пород — второй.

Рассмотрим функционирование основного потока разделки хлыстов на базе установки типа ЛО-15С с учетом их породного состава.

На раскряжевку поступает поток хлыстов с интенсивностью  $\lambda_{об} = \lambda_1 + \lambda_2$ , где  $\lambda_1$  — интенсивность поступления хвойных пород,  $\lambda_2$  — лиственных.

Интенсивность раскряжевки хлыстов хвойных пород определяется величиной  $\mu_1$ , лиственных —  $\mu_2$ . Число мест для создания запаса хлыстов ограничено; для хвойных пород —  $m_1$ , для лиственных —  $m_2$ . Для установки различие в хлыстах не имеет значения до момента их раскряжевки, с началом раскряжевки вид хлыста приобретает значимость.



Выделим состояния потока разделки хлыстов, допуская, что процессы в нем будут марковскими. Схема состояний и переходов потока в различные состояния показана на рисунке. Здесь: 0 — свободное состояние; 1.0; 2.0 — в очереди на обработку хлыстов нет и обрабатываются хлысты соответственно хвойных и лиственных пород; 1.m<sub>1</sub> — обрабатывается хлыст хвойной породы, в очереди на обработку находится m<sub>1</sub> единиц предметов труда этой породы; 2.m<sub>2</sub> — обрабатывается хлыст лиственной породы, в очереди на обработку находится m<sub>2</sub> хлыстов.

Стационарные вероятности состояний удовлетворяют системе уравнений

$$\left. \begin{aligned}
 &\mu_1 P_{1,0} + \mu_2 P_{2,0} - (\lambda_1 + \lambda_2) P_0 = 0; \\
 &\lambda_1 P_0 + \mu_1 P_{1,1} - (\lambda_1 + \mu_1) P_{1,0} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) - \lambda_2 m_2 P_{1,0} = 0; \\
 &\lambda_1 P_{1,0} + \mu_1 P_{1,2} - (\lambda_1 + \mu_1) P_{1,1} - \lambda_2 m_2 P_{1,1} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) = 0; \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 &\lambda_1 P_{1(m_1-1)} - \mu_1 P_{1,m_1} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) - \lambda_2 m_2 P_{1,m_1} = 0; \\
 &\lambda_2 P_0 + \mu_2 P_{2,1} - (\lambda_2 + \mu_2) P_{2,0} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) - \lambda_1 m_1 P_{2,0} = 0; \\
 &\lambda_2 P_{2,0} + \mu_2 P_{2,2} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) - (\lambda_2 + \mu_2) P_{2,1} - \lambda_1 m_1 P_{2,1} = 0; \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 &\lambda_2 P_{2(m_2-1)} - \mu_2 P_{2,m_2} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) - \lambda_1 m_1 P_{2,m_2} = 0,
 \end{aligned} \right\} (1)$$

где  $P_{1,i}$ ,  $P_{2,j}$  — вероятности соответствующих состояний;  $i = 0, 1, 2, \dots, m_1$ ;  $j = 0, 1, 2, \dots, m_2$ .

Нормировочное условие для решения приведенной системы запишем следующим образом:

$$P_0 + \sum_{i=0}^{m_1} P_{1,i} + \sum_{j=0}^{m_2} P_{2,j} = 1.$$

Из системы уравнений (1) определяем необходимые формулы для расчета параметров раскряжевочного потока: вероятность свободного, не занятого обработкой состояния потока

$$P_0 = \frac{1}{1 + a + b + (m_2 + 1) \left( \frac{a_1 - a_1^{m_1+1}}{1 - a_1} \right) + (m_1 + 1) \left( \frac{b_1 - b_1^{m_2+1}}{1 - b_1} \right)}, \quad (2)$$

$$\text{где } a = \frac{\lambda_1 \mu_2 + \lambda_1^2 + \lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 \mu_1 + \mu_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_2}; \quad a_1 = \frac{\lambda_1 a \mu_2 + \lambda_1^2 a + \lambda_1 \lambda_2 b}{\mu_1 \mu_2 + \mu_1 \lambda_1 + \lambda_2 \mu_2}; \quad a_1 < 1;$$

$$b = \frac{\lambda_2 \mu_2 + \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2^2}{\lambda_2 \mu_2 + \mu_1 \mu_2 + \lambda_1 \mu_1};$$

$$b_1 = \frac{\lambda_2 a + \lambda_2 b}{\mu_2 + \lambda_1}; \quad b_1 < 1;$$

вероятность обработки хлыстов линией ЛО-15С

$$P_p = 1 - P_0; \quad (3)$$

производительность потока за время  $T$

$$\Pi = \lambda_{06} (1 - P_0) T \text{ м}^3. \quad (4)$$

В формулах (2)—(4) соблюдаются следующие ограничения:

$$\frac{\lambda_1}{\mu_1} \leq 1; \quad \frac{\lambda_2}{\mu_2} \leq 1; \quad \lambda_{об} = \lambda_1 + \lambda_2.$$

Общий размер гарантийного запаса хлыстов, который в течение смены должен компенсировать отклонение фактических объемов и времени поступления хлыстов на раскряжевку от расчетных и максимального сократить простой оборудования, определим как

$$m = m_1 + m_2. \quad (5)$$

На основании приведенных расчетов установим рациональные условия функционирования раскряжевочной установки ЛО-15С в зависимости от среднего объема и различного соотношения хлыстов хвойных и лиственных пород. В качестве исходных данных использовали результаты, полученные в ЦНИИМЭ [2].

Используя формулы (2) и (5), для различных значений  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $\lambda_{об}$  и  $\mu_{об}$ ;  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  при постоянной степени загрузки (отношение  $\lambda_o/\mu_{об}$ ), равной 0,95, определяли вероятность простоя потока  $P_0$  и гарантийного запаса хлыстов  $m$ , запасов  $m_1$  и  $m_2$ . Вероятность работы раскряжевочной установки принимали равной 0,9, что соответствует вероятности  $P_0 = 0,1$ . Средний объем хлыста изменялся от 0,1 до 0,75 м<sup>3</sup>. Диапазоны изменения  $\lambda_i$ ,  $\mu_i$  следующие:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0,049 - 0,44 \text{ м}^3/\text{мин}; & \lambda_2 &= 0,054 - 0,212 \text{ м}^3/\text{мин}; \\ \mu_1 &= 0,291 - 0,60 \text{ м}^3/\text{мин}; & \mu_2 &= 0,247 - 0,508 \text{ м}^3/\text{мин}. \end{aligned}$$

В таблице приведены полученные результаты.

Установлено, что на размер локальных  $m_1$  и  $m_2$  и гарантийного  $m$  запасов практически не оказывает влияния средний объем хлыста, зато запасы заметно зависят от породного состава поступающих хлыстов.

Максимальный размер гарантийного запаса  $m$  необходим при раскряжевке хлыстов, когда соотношение пород сильно различается, например, 80 % хвойных и 20 % лиственных. Минимальный размер запаса  $m$  имеет место при соотношении пород: 50 % хвойных, 50 % лиственных.

Полученную математическую модель функционирования раскряжевочной установки можно использовать для анализа и определения показателей функционирования большого класса лесопромышленного оборудования, обрабатывающего предметы труда с различными размерно-качественными характеристиками.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Батин И. В., Дудюк Д. К. Основы теории и расчета автоматических линий лесопромышленных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [2]. Вилья А. И. Экономическая эффективность применения многопильного блока в составе линии ЛО-15С для вторичной разделки длинномерных сортиментов. — Науч. тр. ЦНИИМЭ, 1975, № 145, с. 16—20. [3]. Ковалев Н. Ф., Федоренчик А. С. Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 111—117. [4]. Колеватов Э. Н. Исследование и оптимизация структуры поточной линии для первичной обработки деревьев и хлыстов: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук. — Минск, 1980. — 21 с. [5]. Редькин А. К. Управ-

Соотношение хвойных и лиственных пород, %/%	Запас хлыстов перед установкой, м <sup>3</sup>		
	хвойных $m_1$	лиственных $m_2$	гарантийный $m$
80/20	25	6	31
60/40	13	7	20
40/60	8	12	20
20/80	4	22	26

Примечание. В таблице указаны низшие уровни запасов.

ленные операциями на лесных складах. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. [6]. Турлай И. В. Анализ многофазовой системы лесозаготовительного предприятия. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 6, с. 126—130. [7]. Шустов В. И., Лебедев Ю. В., Чикин Г. Н. Применение теории массового обслуживания в исследовании многопоточных лесобрабатывающих линий. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 1, с. 92—95.

Поступила 17 мая 1982 г.

УДК 630\*323.13.002.5

## ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ ХЛЫСТОВ ПО ДЛИНАМ ПРИ ОЧИСТКЕ ДЕРЕВЬЕВ ОТ СУЧЬЕВ

В. Г. КОЧЕГАРОВ, В. М. ДЕРБИН

Ленинградская лесотехническая академия

В октябре 1980 г. в Пяозерском леспромхозе объединения Карел-леспром при работе машины ЛП-30Б проведены исследования по энергоемкости сортировки хлыстов на длинномерные (длина хлыста  $L > 12$  м) и короткомерные (длина хлыста  $l \leq 12$  м) по схеме, представленной на рис. 1. Породный состав заготовленной древесины 2Е4С4Б; средний объем хлыста  $0,19 \text{ м}^3$ .

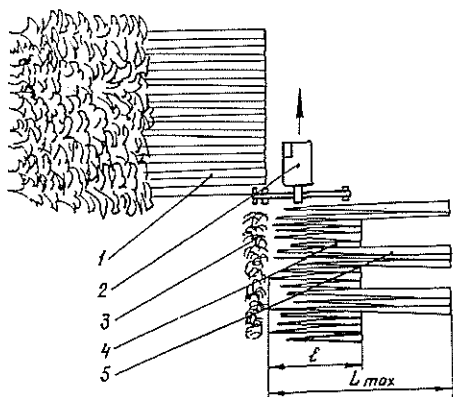


Рис. 1. Схема работы сучкорезной машины с сортировкой хлыстов по длинам.

1 — штабель деревьев; 2 — сучкорезная машина; 3 — вал обрезанных сучьев; 4 — короткомерные хлысты; 5 — длинномерные хлысты.

Длинномерные хлысты протаскивали, как и при работе без сортировки, на расстояние, равное максимальной длине хлыста, остальные — на 12 м.

При проведении эксперимента регистрировали объем хлыстов; расстояние протаскивания хлыстов; расход топлива двигателем сучкорезной машины (замеряли расходомером поршневого типа ДРТ-ЛСХИ).

Полученные данные обрабатывали с помощью ЭВМ «Минск-22». Выбирали одно из следующих уравнений регрессии:

прямой

$$Q_T = AV_{хл} + B; \quad (1)$$

параболы второго порядка

$$Q_T = AV_{хл}^2 + BV_{хл} + C; \quad (2)$$

параболы третьего порядка

$$Q_T = AV_{хл}^3 + BV_{хл}^2 + CV_{хл} + D; \quad (3)$$



логарифмической кривой

$$Q_T = A + B \lg V_{хл}, \quad (4)$$

где  $Q_T$  — расход топлива на обработку дерева;  
 $V_{хл}$  — объем хлыста;  
 $A, B, C, D$  — коэффициенты при переменных и свободные члены уравнений.

По наименьшей сумме квадратов отклонений опытных данных от вычисленных приняты уравнения регрессии:  
 при обработке короткомерных хлыстов

$$Q_T = 0,0597 + 0,0088 \lg V_{хл}; \quad (5)$$

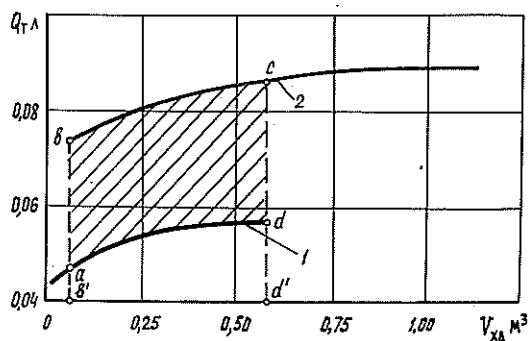
при обработке длинномерных хлыстов

$$Q_T = 0,0895 + 0,0135 \lg V_{хл}. \quad (6)$$

Графики зависимости расхода топлива от объема хлыста представлены на рис. 2.

Рис. 2. График зависимости  $Q_T = f(V_{хл})$  при очистке деревьев от сучьев машиной ЛП-30Б.

1 — короткомерные хлысты;  
 2 — длинномерные хлысты.



В диапазоне объемов от  $b'$  до  $d'$  имеются хлысты обоих компонентов сортировки.

Общая кривая  $Q_T = f(V_{хл})$  при работе сучкорезной машины с сортировкой хлыстов по длинам в указанном диапазоне их объемов расположена в заштрихованной на рисунке области. При достаточно большом числе хлыстов разных компонентов сортировки кривая должна проходить через точки  $a$  и  $c$ . Ее характер зависит от соотношения числа хлыстов каждого компонента сортировки.

Расход топлива соответствует затратам энергии двигателем на осуществление рассматриваемого процесса.

При корректном построении математической модели фактическую энергоемкость процесса можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{\mathcal{E}_p}{k}, \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_\phi$ ,  $\mathcal{E}_p$  — затраты энергии на обработку дерева соответственно фактические и расчетные;

$k$  — коэффициент использования энергии, вырабатываемой двигателем (его значение зависит от объема хлыста).

Затраты энергии  $\mathcal{E}_p$  на обработку дерева определяются из выражения

$$\begin{aligned}
 \partial_p = & k_p S + (G_c + P_{пр.с}) \mu_c [L - (1,0 \div 1,5)] + (G_n + P_{пр.п}) \mu_n \times \\
 & \times (L_{max} - l_2) + \frac{\mu_1 d_k + 2f_1}{D_k \eta_{0,0} \eta_{1,0}} [G_k l_2 + G_b (L_{max} - L)] + G_d \frac{\varphi_{ср.1} \mu_2 \nu_1 r_1}{\eta_{0,1} \eta_{1,1}} + \\
 & + G_x h + \frac{G_x \mu_3 r_2 \varphi_{ср.2} \nu_2}{\eta_{0,2} \eta_{1,2}} + \frac{G_d (1 - k'_d) \psi_b l_2}{\eta_{0,0} \eta_{1,0}} + \frac{G_x k'_{хл} \psi_k l_5}{\eta_{0,0} \eta_{1,0}} + \\
 & + \frac{G_c r_1 \varphi_{ср.3} \mu_2 \nu_3}{\eta_{0,1} \eta_{1,1}} + \frac{G_c r_2 \varphi_{ср.4} \mu_3 \nu_4}{\eta_{0,2} \eta_{1,2}} + \frac{G_{к.з} (\mu_1 d_k + 2f_1) l_3 \nu_5}{D_k \eta_{0,0} \eta_{1,0}} + \\
 & + \frac{G_m \psi_{м.с} V_{хл}}{V_{шт} \eta_{0,3}} (2L_{шт} \nu_6 + l_4 \nu_7), \quad (8)
 \end{aligned}$$

- где  $k_p$  — удельная работа резания при срезании сучьев;  
 $S$  — суммарная площадь среза сучьев;  
 $G_c, G_n, G_k, G_b$  — средние значения части веса деревьев, действующих соответственно на сучкорезную и приемную головки, на каретку при протаскивании дерева до приемной головки и с момента выхода вершины из сучкорезной головки;  
 $G_d, G_x, G_{к.з}, G_m$  — вес дерева, хлыста, каретки с захватом и машины соответственно;  
 $P_{пр.с}, P_{пр.п}$  — средние усилия прижима ножей соответственно сучкорезной и приемной головок к стволу дерева;  
 $\mu_c, \mu_n, \mu_t$  — коэффициенты трения скольжения в соответствующих узлах;  
 $L, L_{max}$  — средняя и максимальная длина хлыстов;  
 $l_2$  — расстояние между ножами сучкорезной и приемной головок;  
 $l_3$  — длина пути, проходимого кареткой при обработке одного дерева;  
 $l_4$  — среднее расстояние между штабелями;  
 $l_5$  — среднее расстояние протаскивания комля хлыста по земле или нижележащим хлыстам;  
 $l_{шт}$  — длина штабеля;  
 $d_k, D_k$  — диаметры втулки катка и катка соответственно;  
 $f_1$  — коэффициент трения качения катка по направляющим;  
 $\eta_{0,i}$  — коэффициенты полезного действия устройств, передающих энергию от двигателя к соответствующим приводам;  
 $\eta_{1,i}$  — коэффициенты полезного действия соответствующих приводов машины;  
 $\varphi_{ср,i}$  — средние значения углов поворота стрелы при выполнении соответствующих элементов операций;  
 $\nu_i$  — коэффициенты, учитывающие увеличение затрат энергии за счет непроизводительных движений;  
 $r_1$  — радиус действия нормальной реакции на горизонтальной опоре стрелы сучкорезной машины;  
 $r_2$  — радиус цапфы поворота стрелы в вертикальной плоскости;  
 $h$  — расстояние по вертикали от середины высоты штабеля деревьев до продольной оси хлыста, удерживаемого ножами сучкорезной и приемной головок в горизонтальном положении;

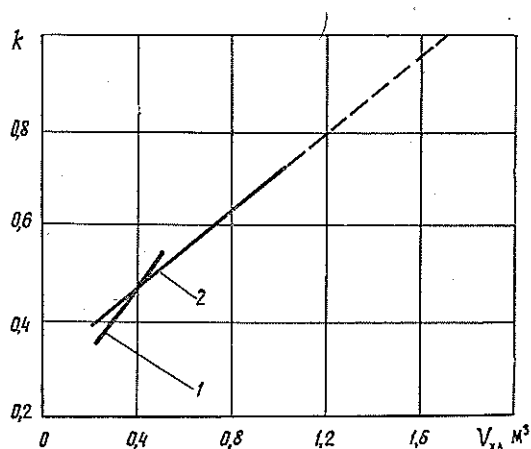
- $k'_д, k'_{хл}$  — коэффициенты распределения веса дерева и хлыста соответственно между комлевой и вершинной частями;
- $\psi_в$  — коэффициент сопротивления осевому перемещению дерева при отделении его от штабеля;
- $\psi_к$  — коэффициент сопротивления перемещению хлыста по земле или нижележащим хлыстам;
- $\psi_{м.с}$  — коэффициент сопротивления движению машины с учетом уклона пути;
- $V_{шт}$  — объем штабеля.

Экспериментальные данные по затратам энергии на очистку деревьев от сучьев получены путем обработки фактических расходов топлива при работе машины ЛП-30Б в производственных условиях.

В процессе очистки деревьев от сучьев меняется продолжительность выполнения элементов операций и режимы работы двигателя. При выполнении одних и тех же элементов операций, связанных с обработкой деревьев с разным объемом хлыста, степень полезного использования энергии изменяется. Это учитывается коэффициентом использования энергии  $k$ , вырабатываемой двигателем. График зависимости  $k = \varphi(V_{хл})$  при работе сучкорезной машины ЛП-30Б с сортировкой хлыстов по длинам представлен на рис. 3.

Рис. 3. График зависимости  $K = \varphi(V_{хл})$  при очистке деревьев от сучьев машиной ЛП-30Б.

- 1 — короткомерные хлысты;  
2 — длинномерные хлысты.



При обработке деревьев сучкорезной машиной имеет место прямая зависимость между коэффициентом использования энергии, вырабатываемой двигателем, и объемами хлыстов.

Практически можно обрабатывать деревья с объемами до  $V_{хл} = 1,7 \text{ м}^3$  (при  $k = 1,0$ ).

Для длинномерных хлыстов (при малых  $V_{хл}$ ) коэффициент использования энергии, вырабатываемой двигателем, больше, чем для короткомерных, так как при протаскивании дерева через ножи сучкорезной головки двигатель работает на больших оборотах, а при дальнейшем перемещении хлыста — на средних (в более экономичном режиме).

Угол наклона прямой  $k = \varphi(V_{хл})$  к оси абсцисс меньше при обработке длинномерных хлыстов, так как увеличение энергозатрат на очистку деревьев от сучьев с ростом объема хлыста в основном зависит от затрат энергии на преодоление сил трения ствола о ножи сучкорезной

и приемной головок. При обработке же короткомерных хлыстов затраты энергии на преодоление сил трения о ножи приемной головки практически отсутствуют.

Пересечение прямых 1 и 2 (рис. 3) свидетельствует о корректности значений, подставленных в математическую модель, так как продолжительность элементов операций при обработке деревьев обоих компонентов сортировки различна, а коэффициенты использования энергии, вырабатываемой двигателем, отличаются незначительно.

Результаты исследований позволяют прогнозировать расход топлива для очистки деревьев от сучьев в различных природно-производственных условиях.

---

Поступила 18 марта 1982 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630\*362.0

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЦИЛИНДРОВКИ БРЕВЕН  
САМОВРАЩАЮЩИМИСЯ РЕЗЦАМИ

П. М. МАЗУРКИН, С. Б. ЯКИМОВИЧ, В. Ф. НИКОЛАЕВ

Марийский политехнический институт

Применяемые в настоящее время лесовалочные машины срезают деревья почти на уровне поверхности грунта. В результате к окорочным станкам и лесопильным рамам бревна поступают со значительной закомелистостью; их обработка снижает производительность машин. Одно из направлений обработки закомелистых бревен — оцилиндровка в окорочных роторных станках [2].

Цель данных исследований — определить составляющие усилия резания, возникающего при взаимодействии самовращающегося чашечного резца с заготовкой из березы при изменении кинематических параметров.

Однофакторные эксперименты проводили на токарно-винторезном станке модели 1624. Методика проведения опытов, описание установки и тензометрической аппаратуры приведены в работе [1]. Схема резания древесины самовращающимся резцом применительно к условиям

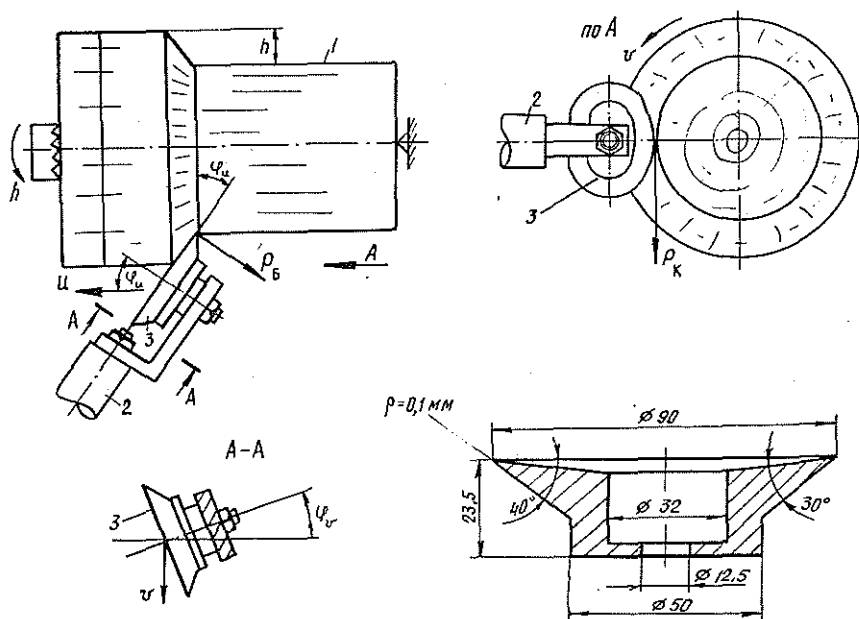


Рис. 1. Схема взаимодействия самовращающегося резца с заготовкой древесины.

1 — заготовка древесины; 2 — упругий тензодатчик; 3 — самовращающийся резец.

образования щепы при оцилиндровке бревен показана на рис. 1. Анализ условий работы самовращающихся резцов при резании древесины приведен в работе [2].

В соответствии со схемой рис. 1 чашечный резец указанных размеров, который для условий наших экспериментов оказался наилучшим, устанавливается под двумя углами по отношению к векторам скорости подачи  $u$  и скорости инструмента  $v$ . При оптимальных значениях углов встречи  $\varphi_u$  и  $\varphi_v$  обеспечивается срезание стружки и разделение ее на отдельные элементы в виде частиц технологической щепы.

При взаимодействии со стружкой резец, установленный на оси с помощью двух подшипников № 203, воспринимает касательную  $P_k$  и боковую  $P_b$  составляющие силы резания. Под действием силы  $P_k$  чашечный резец получает вращение относительно своей оси. В итоге скольжение по поверхности древесины, стружки и резца заменяется на их относительное перекатывание. Поэтому силы трения снижаются.

Нами сравнены условия резания с самовращением резца и без самовращения. В первом случае вследствие перекатывания поверхности резца относительно стружки и заготовки древесины касательное усилие снижается на 27 %, а боковая сила — на 57 %.

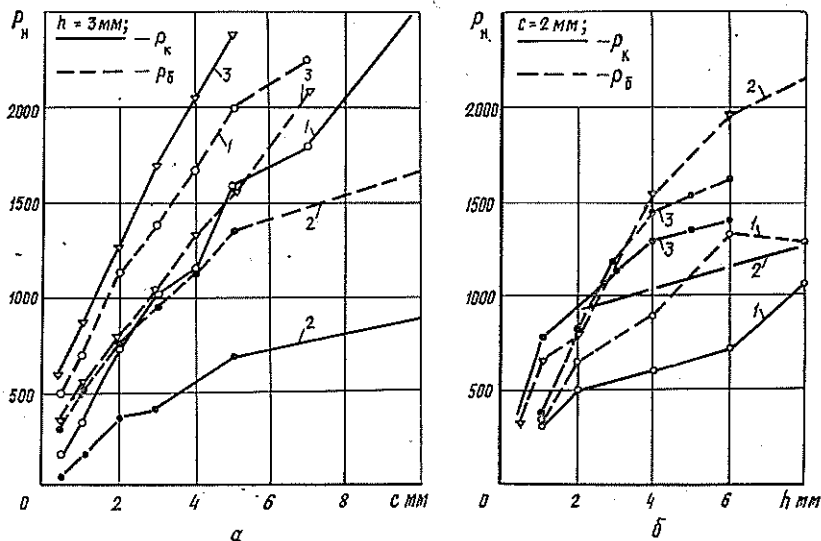


Рис. 2. Графики изменения составляющих усилия резания.

$a$  — влияние подачи на резец: 1 —  $D = 199,5$  мм,  $n \approx 235$  об/мин,  $\varphi_u = 15^\circ$ ,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 2 —  $D = 160$  мм,  $n \approx 936$  об/мин,  $\varphi_u = 20^\circ$ ,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 3 —  $D = 166,6$  мм,  $n = 936$  об/мин,  $\varphi_u = 120^\circ$ ,  $\varphi_v = 160^\circ$ ;  $b$  — влияние толщины стружки: 1 —  $D = 184,7$  мм,  $n = 235$  об/мин,  $\varphi_u = 15^\circ$ ,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 2 —  $D = 164$  мм,  $n = 936$  об/мин,  $\varphi_u = 15^\circ$ ,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 3 —  $D = 171,3$  мм,  $n = 936$  об/мин,  $\varphi_u = 160^\circ$ ,  $\varphi_v = 110^\circ$ .

В соответствии с графиками рис. 2 с увеличением подачи на резец и толщины слоя резания усилия  $P_k$  и  $P_b$  возрастают. Наилучшие условия резания образуются при попутной обратной схеме [2] резания древесины, когда  $\varphi_u = 15-20^\circ$ .

При встречной прямой схеме резания, когда вогнутая часть чашки направлена к стружке, силы  $P_k$  и  $P_b$  резко увеличиваются (сравни кривые 2 и 3 на рис. 2), причем особенно резко возрастает касательная сила. Это явление связано с тем, что стружка получает значительные

изгибные деформации. Вследствие резкого изменения направления движения стружки возрастает давление на чашечный резец.

Анализ графиков (рис. 2) показывает аналогию процессов резания древесины самовращающимися резцами с известными процессами резания древесины клиновидными резцами. Соответственно характер влияния параметров стружкообразования на изменение силы резания описывается существующими в теории резания древесины уравнениями. Изменяются только численные значения эмпирических коэффициентов. Наблюдения показали, что с уменьшением подачи на зуб  $s$  и увеличением глубины снимаемого слоя  $h$  улучшаются условия скалывания элементов щепы. Величина  $h$  в процессе резания стружки чашечным резцом влияет по аналогии с толщиной стружки при резании элементарным резцом.

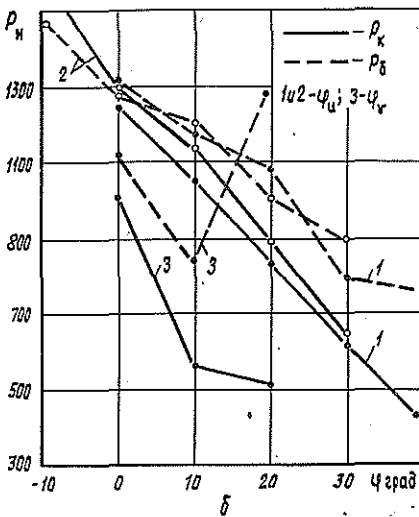
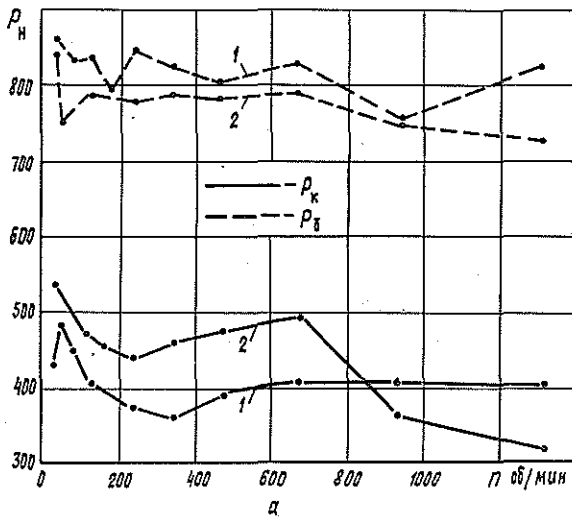


Рис. 3. Зависимости составляющих усилия резания.

$a$  — влияние частоты вращения шпинделя;  $h = 14$  мм,  $c = 1,5$  мм,  $\varphi_v = 10^\circ$ ;  $\varphi_u = 20^\circ$ ; 1 —  $D = 183$  мм; 2 —  $D = 168,7$  мм;  $b$  — влияние углов встречи; 1 —  $D = 182,7$  мм,  $n = 235$  об/мин,  $h = 3$  мм,  $c = 2$  мм,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 2 —  $D = 182,7$  мм;  $n = 936$  об/мин,  $h = 3$  мм,  $c = 2$  мм,  $\varphi_v = 10^\circ$ ; 3 —  $D = 196$  мм,  $n = 235$  об/мин,  $c = 3$  мм,  $h = 4$  мм,  $\varphi_u = 20^\circ$ .

В соответствии со схемой на рис. 3, а с увеличением частоты вращения шпинделя касательная и боковая силы снижаются, при этом величина  $P_k$  во всех опытах меньше силы  $P_b$ . С повышением диаметра заготовки от 168,7 до 183 мм касательная сила снижается, а боковая сила возрастает. Такое изменение  $P_k$  объясняется увеличением скорости скольжения резца относительно стружки при уменьшении диаметра заготовки, а также уменьшением площади трения по задней грани резца. Графики (рис. 3, б) показывают, что с увеличением угла встречи  $\varphi_u$  (между вектором скорости подачи и вектором нормали к вогнутой поверхности) силы  $P_k$  и  $P_b$  резко снижаются. Наилучшее значение получено при  $\varphi_u = 25-35^\circ$ . При дальнейшем увеличении  $\varphi_u$  значительно возрастает сила  $P_b$ , которая вследствие усиления влияния годичных слоев древесины получает значительные колебания по величине.

Для принятой схемы конструкции чашки (рис. 1) лучшее значение угла встречи  $\varphi_v$  (между вектором линейной скорости вращения чурака и вектором нормали к чашке) составляет  $10^\circ$ . При дальнейшем увеличении  $\varphi_v$  резко возрастает сила  $P_b$ , повышается также  $P_k$  (вследствие увеличения фактического угла резания).

Частота вращения, об/мин	Амплитуда, мм	Длина волны, мм
335	1,00	11,0
474	1,83	16,0
679	1,80	26,0
936	2,40	34,5
1310	4,40	47,5

Наилучшие результаты получены при частоте вращения  $n = 936$  об/мин, что соответствует скорости инструмента  $v = 8-9$  м/с. С увеличением  $\varphi_u$  (более  $35^\circ$ ) и  $n$  возникают автоколебания резцовой оправки. В результате появляется динамическая сила возмущения, имеющая значительную величину, хотя средние значения сил  $P_k$  и  $P_b$  относительно снижаются.

В таблице приведены параметры колебаний по замерам волнистой поверхности резания (при  $\varphi_u = 30^\circ$ ) для условий опыта по графику 2 (рис. 3, а).

При изменении частоты вращения до 679 об/мин возникает синусоидальная одна волна. С дальнейшим увеличением частоты вращения возникают автоколебания со сложными формами волн. Опыты показали, что автоколебания резца улучшают процесс образования стружки и снятия ее с поверхности резания. Процесс удаления стружки улучшается также при использовании схемы резания с  $\varphi_u > 90^\circ$  и  $\varphi_v > 90^\circ$ . Для устранения автоколебаний и уменьшения влияния динамических сил на конструкцию станка рекомендуется принимать частоту вращения ротора менее 600 об/мин.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о возможности использования самовращающихся чашечных резцов для оцилиндровки закомелистых бревен. Фактически частота вращения роторных окорочных станков не превышает 500—600 об/мин. Для этих станков рекомендуется чашечный резец (рис. 1), работающий со следующими параметрами кинематики резания:  $c = 8-10$  мм;  $h = 6-8$  мм;  $\varphi_u = 25-35^\circ$ ;  $\varphi_v = 10^\circ$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мазуркин П. М., Вожегов В. И., Кунов А. Н. Изучение точения древесины круглыми резцами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5, с. 57—61. [2]. Пигильдин Н. Ф., Мазуркин П. М., Галеев С. X. Окорка мерзлых лесоматериалов. — Обзор. информ., 1980, вып. 11 (ВНИПИЭИлеспром. Лесозэксплуатация и лесосплав).

Поступила 15 июня 1981 г.



УДК 630\*812.7

## ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. М. ИВАНОВ

ЦНИИ строительных конструкций

Пластифицированное связанной влагой состояние древесины в обычных атмосферных условиях — следствие ее ярко выраженных гигроскопических свойств. Применить к древесине общее уравнение длительной прочности твердых тел [3, 12]

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

(где  $R$  — газовая постоянная;  $A$  — функция температуры) можно лишь при условии введения в него, кроме напряжения  $\sigma$ , времени  $t$  и температуры  $T$ , дополнительного аргумента — содержания связанной влаги  $w$ , %; этот аргумент входит в величину коэффициента  $\gamma$  [6, 7]. Закономерность прочности древесины можно изобразить в виде пространственной диаграммы в координатах  $\sigma - w - T$  (приняв здесь за  $t$  продолжительность машинного испытания, приведенную к неизменному действию [2]).

Для примера на рис. 1, б представлена диаграмма для сжатия вдоль волокон древесины дуба. Исходные данные взяты из работы [1], но средние кривые  $\sigma_{вр}(T)$  проведены ближе к центрам тяжести групп точек, как показано на рис. 1, а для образцов древесины, вполне набухшей (в насыщенном состоянии при влажности 60 %) , т. е. при содержании связанной влаги  $w = 30$  % с доверительным интервалом  $\pm 3,73$  % при доверительной вероятности 0,95 (кривая 2).

Таким же образом проведена средняя прямая 1 для  $w = 0$  (т. е. для абс. сухой древесины) с доверительным интервалом  $\pm 1,61$  %. Продолжая прямую 1 до оси  $OT$  (рис. 1, в), найдем значение температуры  $T_c = 335 \pm 5,4$  °С. Она соответствует теоретическому температурному интервалу стеклования  $T_c$  целлюлозы между 220 и 370 °, установ-

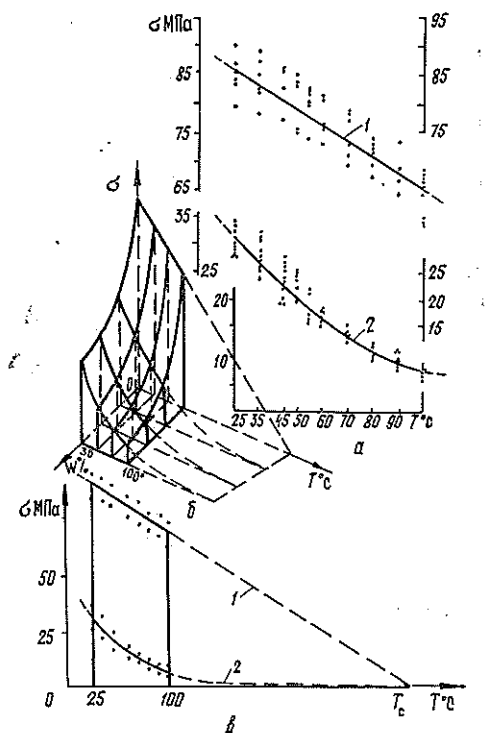


Рис. 1. Пространственная диаграмма температурно-временной закономерности прочности древесины (б); проведение средних прямой (при  $w = 0$ ) и кривой (при  $w = 30$  %) по экспериментальным данным работы [1] (а); экстраполяция прямой  $\sigma_{вр}(T)$  до теоретической температуры стеклования целлюлозы (в).

ленному в работе [9]. Для пластифицированной связанной влагой древесины, т. е. при  $w > 0$ , средние кривые, полученные по экспериментальным данным работы [1], асимптотически приближаются к плоскости  $w - 0 - T$  (рис. 1, б).

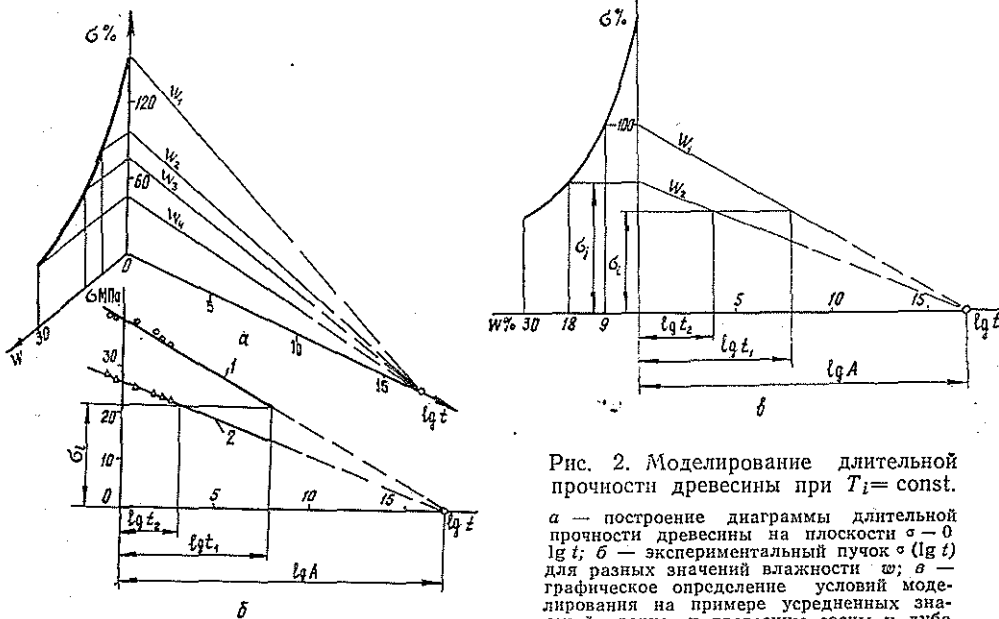


Рис. 2. Моделирование длительной прочности древесины при  $T_i = \text{const}$ .

*a* — построение диаграммы длительной прочности древесины на плоскости  $\sigma - 0 - \lg t$ ; *б* — экспериментальный пучок  $\sigma(\lg t)$  для разных значений влажности  $w$ ; *в* — графическое определение условий моделирования на примере усредненных значений прочности древесины сосны и дуба при сжатии вдоль волокон и растяжении поперек волокон.

При любой постоянной температуре  $T_i = \text{const}$  в плоскости  $\sigma - 0 - w$  диаграммы (рис. 1, б) для зависимости  $\sigma_{\text{вр}}(w)$  имеем гиперболу [6]. Приняв за третью ось  $0 - \lg t$  (рис. 2, а), получим в виде проекции на плоскость  $\sigma - 0 - \lg t$  пучок с прямыми лучами для каждого значения содержания  $w$  связанной влаги с полюсом на оси  $0 - \lg t$  (абсцисса полюса  $\lg t = \lg A = 17,1$  при  $18^\circ\text{C}$ ), как это было описано ранее [4]. Рассмотрим подробнее пучок лучей на этой плоскости.

Для примера на рис. 2, б нанесены данные (средние по 10—12 образцам) испытаний на сжатие вдоль волокон древесины сосны двух влажностей  $w$ , равных 15 и 30 %, в широком диапазоне скоростей нагружения [10, 11]; совпадение опытных точек с лучами характеризуется узкими доверительными интервалами  $\pm 2,10$  и  $\pm 2,04$  % соответственно при доверительной вероятности 0,95 [8]. Такие же лучи получены из испытаний на изгиб древесины сосны тех же влажностей с разной скоростью нагружения [10, 11] при более медленном испытании [8] с доверительными интервалами  $\pm 3,89$  и  $\pm 1,22$  % соответственно.

Графики на рис. 2, б показывают, что при выдерживании до разрушения под постоянным напряжением  $\sigma_i = 21,6$  МПа образцов древесины разной влажности  $w_2 = 30$  % (прямая 2) и  $w_1 = 15$  % (прямая 1) среднее время до разрушения  $t_2$  для более высокой влажности  $w_2$  меньше, чем при меньшей влажности  $w_1$  ( $\lg t_2 = 2,95$ ;  $t_2 = 15$  мин;  $\lg t_1 = 7,80$ ;  $t_1 = 2$  года). Это означает, что, повышая в древесине испытываемых образцов содержание связанной влаги, можно сократить их среднее время до разрушения. Отсюда следует важный вывод о практической возможности моделирования длительной прочности древесины.

Хотя установленная закономерность дает полный ответ на большинство вопросов применения древесины под длительной нагрузкой, но в некоторых сложных случаях ее работы (сложные напряженные состояния и др.) следует прибегать к моделированию длительной прочности.

Для формулирования условий моделирования в аналитическом виде необходимо, в дополнение к обычному уравнению (1) с постоянным коэффициентом  $\gamma$ , учесть, как было отмечено, влияние пластификации древесины связанной влагой. Это влияние определяется зависимостью коэффициента  $\gamma$  от содержания связанной влаги  $w$ , %, и температуры  $T$  [7]:

$$\gamma(w; T) = \gamma(w)_{w=0} \left[ 1 + \frac{w}{f(T)} \right], \quad (2)$$

где  $f(T)$  — функция температуры вида  $ae^{bT}$  (здесь  $TK$ ).

При постоянном напряжении  $\sigma = \text{const}$  на основании уравнения (1) получим общее условие моделирования длительной прочности древесины в виде

$$\lg t_2 = \lg A_2 - \frac{\gamma_2 T_1}{\gamma_1 T_2} (\lg A_1 - \lg t_1), \quad (3)$$

где  $t_1$  — время до разрушения, подлежащее моделированию, при  $T_1$  и  $\gamma_1(w_1; T_1)$ ;  
 $t_2$  — моделирующее время при  $T_2$  и  $\gamma_2(w_2; T_2)$ ;  $\lg A_1$  и  $\lg A_2$  при  $T_1$  и  $T_2$  соответственно;  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  согласно (2).

Поскольку моделирование следует осуществлять при той температуре, при которой изделие будет эксплуатироваться в течение длительных сроков, то температуру можно считать постоянной, а менять только содержание связанной влаги. Тогда условие моделирования (3) упрощается

$$\lg t_2 = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \lg t_1 - \lg A \left( \frac{\gamma_2}{\gamma_1} - 1 \right). \quad (4)$$

Для заданных  $\sigma_i$  и логарифма среднего времени до разрушения  $\lg t_1$  можно найти графически желаемое укороченное время  $t_2$ , логарифм которого отсекается на прямой  $\sigma = \sigma_i$  лучом для  $w_2$ .

Приведем пример. На рис. 2, в представлена усредненная (% к  $\sigma_{вр}$  при  $w = 9$  % и  $20^\circ C$ ) зависимость  $\sigma_{вр}(w)$  для древесины дуба и сосны при сжатии вдоль волокон и для древесины сосны при растяжении поперек волокон [7]. При уровне длительного напряжения  $\sigma_i = 53$  % среднее время до разрушения  $t_1$  составляет 2,5 года,  $\lg t_1 = 7,90$ . Задав продолжительность экспериментального моделирования в лабораторных условиях при выдерживании образцов под тем же напряжением, но при  $w_2 = x$  % в течение среднего времени до разрушения  $t_2 \approx 1,5$  ч,  $\lg t_2 = 3,73$ , найдем луч, отсекающий на прямой  $\sigma_i = 53$  %,  $\lg t_2 = 3,73$ ; продолжим луч до оси ординат (для приведенного времени  $t = 1$  с машинного испытания, при котором определяли  $\sigma_{вр}$ , т.е.  $t'_1 \approx 38$  с), затем полученную ординату  $\sigma_j = 69$  % перенесем на гиперболу (рис. 2, в), по которой определим  $w_2 = 18$  %. Следовательно, выдерживая образцы в течение в среднем  $t_2 \approx 1,5$  ч под неизменным напряжением  $\sigma_i = 53$  % (от  $\sigma_{вр} = 9$  %) при содержании связанной влаги в древесине  $w_2 = 18$  %, можно осуществить моделирование среднего времени до разрушения  $t_1 = 2,5$  года для таких же образцов, под тем же напряжением, но при

$\omega_1 = 9\%$ . При назначении числа образцов следует, конечно, учитывать довольно большой разброс отдельных значений  $t_2$ .

Возникает вопрос, будет ли в процессе моделирования отличаться влияние вынужденных высокоэластических (ввэл) деформаций [5] на распределение напряжений в исследуемом образце от натуральных условий длительного действия нагрузки. Этот вопрос распадается на два: появляются ли ввэл деформации по превышении предела вынужденной высокоэластичности  $\sigma_{вв}$  древесины и какова скорость их развития. Появление ввэл деформаций — процесс, сопряженный с процессом накопления повреждений, определяющим время до разрушения. Если ускорять последний (при моделировании, например, повышением содержания связанной влаги), то автоматически ускоряется и первый. Что касается скорости ввэл деформаций, то, по имеющимся данным, с повышением содержания связанной влаги в древесине скорость деформирования за пределом  $\sigma_{вв}$  несколько выше, чем в воздушносухой древесине; эта разница определяется соотношением между  $\omega_1$  и  $\omega_2$  и при небольшом значении этого соотношения не сказывается заметно на точности моделирования.

Изложенные принципы моделирования применимы и к массовым испытаниям, например, клеевых соединений древесины на водостойкость. С позиций изложенного, машинное испытание образцов клеевых соединений древесины в насыщенном состоянии (после выдерживания в воде) — по существу моделирование прочностного поведения древесины в условиях работы ее под нагрузкой в слоях, непосредственно прилегающих к клеевой прослойке и фактически определяющих прочность соединения. Если в машинном испытании при  $\omega_2 = 30\%$  приведенное к неизменному действию  $\sigma_{вр}$  время до разрушения  $t_2 = 0,78$  с,  $\lg t_2 = -0,108$ , то среднее время до разрушения того же образца в воздушносухом состоянии, например при  $\omega_1 = 12\%$ , составит  $t_1 = 4$  ч непрерывного действия напряжения  $\sigma_{вр}$ . Испытание образцов в насыщенном водой состоянии имеет следующий физический смысл: оно моделирует поведение образцов в течение какого-то более длительного периода работы под нагрузкой, что имеет существенное значение для прогнозирования длительной прочности клеевых соединений.

Однако 4 ч — слишком короткий срок, чтобы судить о длительной работе древесины в соединении. Эти испытания без каких-либо затруднений можно сделать наиболее эффективными для прогнозирования, если тот же образец поставить под постоянную нагрузку в насыщенном водой состоянии и получить разрушение от скальвания в среднем, например, через  $t_2 = 3$  ч (без учета влияния отрывающих напряжений). Тогда будем иметь моделирование уже более длительного среднего времени до разрушения  $t_1$ , равного 1/2 года.

Экспериментальное моделирование длительной прочности древесины имеет, таким образом, значение не только в сложных случаях ее работы как материала, но и создает принципиально новые возможности для выяснения действительного физического смысла эмпирически выработанных и практически широко распространенных видов массовых испытаний соединений древесины, например, клеевых.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белянкин Ф. П. Механические характеристики древесины дуба и сосны при разных гидротермических состояниях (на укр. яз.). — Киев: Изд-во АН УССР, 1939. — 20 с. [2]. Журков С. Н., Томашевский Э. Е. Временная зависимость прочности при различных режимах нагружения. — В кн.: Некоторые проблемы прочности твердого тела. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 68—75. [3]. Журков С. Н. Кинети-

ческая концепция прочности твердых тел. — Вестник АН СССР, 1968, вып. 3, с. 46—52. [4]. Иванов Ю. М. Влияние влажности на длительную прочность древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 90—97. [5]. Иванов Ю. М. Области упругого и неупругого деформирования древесины и фанеры. — Изв. высш. учеб. заведений. Стр-во и архит., 1979, № 12, с. 17—22. [6]. Иванов Ю. М. Влияние температуры и времени на прочность древесины разной влажности. — В кн.: Актуальные направления развития сушки древесины: Тез. докл. Всесоюз. конф. 8—12 сент. 1980 г., Архангельск, с. 78—81. [7]. Иванов Ю. М. Учет влияния температуры в расчетах деревянных конструкций. — Изв. высш. учеб. заведений. Стр-во и архит., 1981, № 11, с. 13—18. [8]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 66—70. [9]. Каргин В. А., Козлов В. П., Ван Н ай Ч ан. О температуре стеклования целлюлозы. — Докл. АН СССР, 1960, т. 130, № 2, с. 356—358. [10]. Любошиц М. И. Влияние скорости испытания на предел пластического течения древесины сосны. — Дис. . . канд. техн. наук. — Минск, 1950. [11]. Любошиц М. И. Влияние скорости испытания на механические характеристики древесины сосны. — В кн.: Сб. науч. работ Белорус. политехн. ин-та. Минск: Изд-во АН БССР, 1952, вып. 4, с. 218—232. [12]. Регель В. Р., Слущкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. — М.: Наука, 1974. — 560 с.

Поступила 16 ноября 1981 г.

УДК 674.048

## АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

*Б. И. КУПЧИНОВ, Ю. Д. БАРАНОВ*

Институт механики металлополимерных систем АН БССР

Эксплуатационные характеристики машин и механизмов часто ограничиваются недостаточной работоспособностью узлов трения.

Многие задачи, связанные с обеспечением эксплуатации узлов трения без внешней смазки и с экономией металлов, можно решить созданием недефицитных антифрикционных материалов и изделий на основе модифицированной древесины.

Опыт применения в качестве подшипниковых материалов уплотненной древесины (березы, бука, ясеня) при смазке водой и низковязкими маслами показывает, что эта древесина обеспечивает стабильный режим работы узла трения по сравнению с чугуном, бронзой, текстолитом и капроном, она более стойка к истиранию и не растворяется в обычных органических растворителях. Однако потенциальные возможности уплотненной древесины используются в незначительной степени; в частности, при создании антифрикционных материалов практически не используют высокую реакционную способность ее компонентов.

При создании самосмазывающихся материалов особенно важно установить закономерности изменения их структурно-фрикционных свойств в процессе трения и изучить физико-химические процессы при введении активных модификаторов под действием силового и теплового полей.

Фрикционное взаимодействие древесины и металла, как и ряда других материалов, имеет двойственную адгезионно-деформационную природу [3, 5]. Основной процесс, определяющий рост температуры и коэффициента трения при контактом взаимодействии древесины с металлом, по-видимому, — адсорбционное взаимодействие полярных групп древесины и продуктов ее механодеструкции с активными центрами металлической поверхности с образованием в граничном слое металлосодержащих соединений. Значительное снижение адгезионного взаимодействия древесины с металлом достигается путем замещения ее гидро-

кисильных групп другими менее полярными группами (например, метильными, ацетильными и др.) и введением в капиллярно-пористую систему древесины веществ, являющихся смазками.

Применение ряда модификаторов позволило создать на основе уплотненной древесины гамму антифрикционных материалов, которые можно отнести к трем группам по способу модифицирования древесины: 1) маслами; 2) системами, содержащими мелкодисперсные твердые смазки; 3) расплавами пластичных смазок.

Наиболее распространены материалы первой группы благодаря простой технологии их производства. Однако опыт их эксплуатации показал, что маловязкие масла обеспечивают непродолжительный срок службы древесины в режиме самосмазывания вследствие истощения запаса смазки при уменьшении ее вязкости с ростом температуры [1].

Материалам второй группы присуща неизотропность по объему, так как при пропитке древесины, например, суспензиями графита, дисульфата молибдена и фторопласта, последние в большей степени отфильтровываются, чем заполняют капиллярно-пористую систему.

Опыт создания и эксплуатации материалов третьей группы показал, что в качестве модификаторов эффективно использовать пластичные смеси из масел и стеаратов поливалентных металлов, которые составляют основу мыльных пластичных смазок. Перспективность использования таких смесей обуславливается еще и тем, что они обладают оптимальными технологическими свойствами (вязкость стеаратов в расплаве обеспечивает высокую степень наполнения древесины без снижения ее физико-механических свойств) и способностью образовывать защитные антифрикционные пленки на поверхностях трения. Такие материалы уже успешно эксплуатируются в узлах трения машин и механизмов с большим технико-экономическим эффектом на предприятиях автомобильной, химической, строительной и других отраслей промышленности.

Высокая стабильность размеров модифицированной древесины достигнута при пропитке ее смесью стирола и низкомолекулярного каучука [2, 4]. Наличие уретановых и сложноэфирных групп в полимерных цепях полимеризационно способного каучука обуславливает образование трехмерной структуры при отверждении сополимера. Относительно невысокая молекулярная масса (1000—2000) используемых олигомеров (растворитель которых ненасыщенный мономер—стирол, имеющий ряд специфических свойств) обеспечивает эффективное проникновение модификатора в капиллярно-пористую систему древесины.

В качестве изучаемого материала использовали заготовки древесины мягколиственных пород (береза, осина) размером  $40 \times 40 \times 40$  мм, высушенные до влажности 8—12%. Пропитывали их с торца смесью низкомолекулярного каучука в стироле под давлением 10—15 МПа с последующим уплотнением на 35% и выдержкой при 100—120 °С в течение 30—45 мин в установке ПАМД (полуавтомат для модификации древесины), разработанной в нашем институте. Созданные конструкции установок позволяют осуществлять модифицирование древесины непрерывным способом.

Исследования показали, что применение одновременно нескольких инициаторов с дифференцированными температурами и временем полураспада позволяет ускорить протекание процесса полимеризации используемого состава в объеме древесины. Причем для этой цели эффективным оказалось совместное применение перекиси изопропилбензола и комплексных соединений железа — ферроценов  $\left[ \begin{array}{c} \text{Cp} \\ \text{---} \\ \text{Cp} \end{array} \text{Fe} \right]$ , которые под действием температуры способны разлагаться с образованием свободных радикалов, являющихся начальными активными центрами в реакции полимеризации.

Проведенные эксперименты позволяют заключить, что древесина, модифицированная смесью стирола и низкомолекулярного каучука, имеет улучшенные свойства. Так, в зависимости от содержания образующегося сополимера в объеме древесины свойства ее характеризуются следующими показателями: предел прочности на сжатие —  $120 \div 130$  МПа, влагопоглощение —  $0,5 \div 0,7$  %, допустимая температура эксплуатации — до  $130$  °С.

Повышение водостойкости и формостабильности древесины (рис. 1) при данном способе ее модификации, по-видимому, происходит как вследствие прививки активных групп мономера к компонентам древесины, так и за счет образования в ее внутреннем объеме водостойкого эластичного сополимера, который в дальнейшем препятствует проникновению влаги в объем древесины.

Рис. 1. Кинетика объемной распрессовки  $V$  модифицированной древесины при содержании в ее объеме сополимера.

1 — 7,8 %; 2 — 27,4; 3 — 41,6; 4 — 60,7 %.

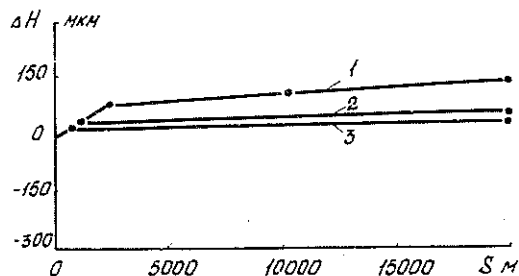
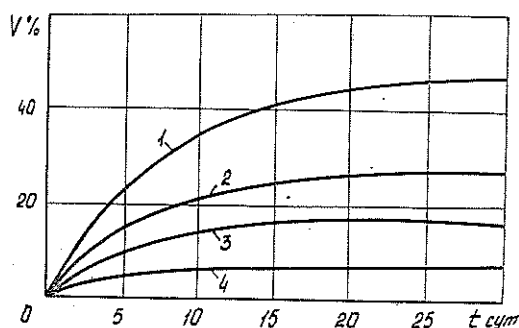


Рис. 2. Линейный износ  $\Delta H$  модифицированной древесины, содержащей полистирола — 27,4 % (1), сополимера (каучук, стирол) — 27,8 % (2), сополимера (каучук, стирол) — 41,2 % (3).

Методами ИК-спектроскопии и термического анализа подтверждено образование химической связи между используемым модификатором и компонентами древесины.

Изучение фрикционных характеристик древесины, модифицированной смесью стирола и низкомолекулярного каучука, показало, что такой материал при смазке водой обладает достаточно стабильными свойствами (рис. 2). Так, коэффициент трения составлял  $0,09 \div 0,1$ , а эксплуатационный ресурс —  $800 \div 1000$  ч (при давлении 3 МПа и скорости скольжения  $0,01$  м/с). В исследованном интервале скоростей и нагрузок такой антифрикционный материал по фрикционной термостойкости, коэффициенту трения и износостойкости во многих случаях превосходит поликапроамид, фторопласт-4 и текстолит, а по влаго- и водо-

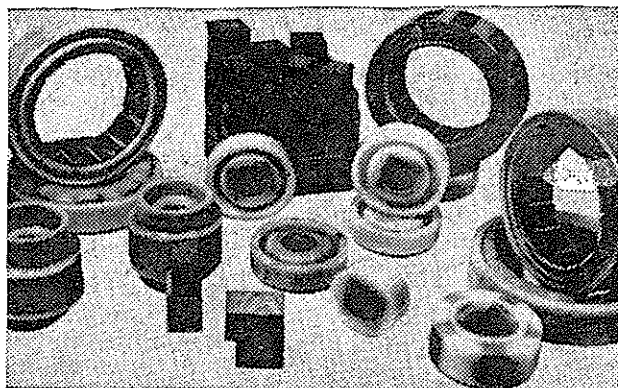


Рис. 3. Подшипники скольжения на основе модифицированной древесины и полимеров.

стойкости значительно лучше известных машиностроительных материалов на основе древесины.

На основании исследования прочностных и технологических свойств древесины и полимеров разработан эффективный способ конструктивного оформления деталей трения, позволяющий наиболее полно использовать достоинства антифрикционного материала на основе модифицированной древесины и технологичность термопластичных полимеров. Этот способ позволяет изготавливать крупногабаритные подшипники скольжения сложной конфигурации (рис. 3) за одну технологическую операцию на высокопроизводительном оборудовании с последующей механической обработкой только поверхности трения. При этом рационально используются антифрикционные материалы, изготовленные на основе некондиционной древесины, а для облицовки — отходы производств по переработке пластмасс.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 733979 (СССР). Состав для пропитки древесины/ Б. И. Купчинов, Ю. Д. Баранов, В. И. Инютин. — Оpubл. в Б. И., 1980, № 18. [2]. А. с. 808278 (СССР). Способ модификации древесины/ Б. И. Купчинов, Ю. Д. Баранов, М. М. Рыженко. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 8. [3] Белый В. А., Врублевская В. И., Купчинов Б. И. Древесно-полимерные конструкционные материалы и изделия. — Минск: Наука и техника, 1980, с. 85—127. [4]. Каленников Е. А., Баранов Ю. Д. Эффективность применения материалов и изделий на основе древесины и полимеров в промышленности. — В кн.: Модифицирование древесины водостойкими полимерами: Материалы конф. Гомель, 1978, с. 86—88. [5]. Купчинов Б. И., Родненков В. Г. Исследование структурно-фрикционных свойств самосмазывающихся материалов на основе древесины. — Трение и износ, 1980, т. 1, № 2, с. 272—280.

Поступила 12 января 1982 г.



УДК 620.18:676.1.062

## СОПОСТАВЛЕНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО И ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МОДУЛЕЙ СДВИГА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б. П. ЕРЫХОВ, А. С. ЗИЯЕВ, А. Н. НАУМОВ,  
Ш. М. МИРКАМИЛОВ

Ленинградская лесотехническая академия  
Ташкентский педагогический институт

В связи с вводом в действие разработанных в ЛТА отраслевых стандартов ОСТ 81—109—76 и ОСТ 13—82—79 продолжается распространение вибрационных неразрушающих методов испытания древесных материалов. Значительные преимущества неразрушающих методов [1] дают возможность использовать их там, где обычные стандартные разрушающие методы по предельным нагрузкам не могут быть применены.

Установлению корреляционных зависимостей между разрушающими и неразрушающими показателями целлюлозно-бумажных материалов посвящены большой раздел в монографии [1] и более поздние работы [2, 5]. Эти зависимости, как правило, реализуются с весьма высокими коэффициентами корреляции.

Известно, что модуль сдвига, определяемый методом свободных крутильных колебаний на ленточном образце (по ОСТу 81—109—76), — низкочастотный (период колебаний составляет примерно 10 с) и для его измерения и расчета требуется значительное время.

На кафедре физики ЛТА разработан метод [4], позволяющий приблизительно на два порядка сократить время измерения так называемого высокочастотного модуля сдвига на основе резонансного способа возбуждения образца в виде кольца в звуковом диапазоне частот.

По сравнению с известными крутильными маятниками в маятнике, описанном в работе [4], упругим элементом является горизонтально расположенный образец кольцевого типа, заземленный по внешнему контуру радиуса  $b$ , а крутящий момент, изменяющийся по синусоидальному закону, приложен к внутреннему контуру радиуса  $a$ . Высокочастотный модуль сдвига  $G$  рассчитывали по формуле

$$G = \frac{\pi \left[ 1 - \left( \frac{a}{b} \right)^2 \right] I}{a^2 d} \nu^2, \quad (1)$$

где  $d$  — толщина образца, м;

$J$  — момент инерции колеблющейся системы, кг · м<sup>2</sup>;

$\nu$  — частота собственных крутильных колебаний кольцевого образца, определяемая резонансным методом, Гц.

Благодаря такой ориентации, конфигурации и граничным условиям образца его крутильная жесткость резко возрастает даже для податливых, хрупких и влажных материалов и появляется возможность реализовать резонансную схему возбуждения в звуковом диапазоне частот, что резко сокращает длительность измерений и их трудоем-

кость; последнее обстоятельство уравнивает этот метод со стандартными разрушающими методами.

Задача настоящей статьи — сопоставить показатели структуры целлюлозных материалов, полученные двумя независимыми методами: низко- и высокочастотным.

Для исследований брали сульфатную хвойную небеленую целлюлозу марки НС-2 Соломбальского ЦБК и изучали влияние степени помола и температуры сушки на структуру отливок. Отливки изготавливали на листоотливном аппарате Ралид-Кёген с постоянной массой 50 г/м<sup>2</sup>. Степень помола варьировали в пределах 50—80 °ШР. Все измерения проводили при комнатной температуре.

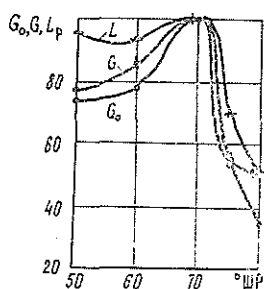


Рис. 1. Зависимость неразрушающих ( $G_0$  и  $G$ ) и разрушающего ( $L_p$ ) параметров отливок при вариации степени помола.

Результаты этой серии приведены на рис. 1, где по оси ординат отложены нормированные по соответствующим максимумам значения низко- ( $G_0$ ) и высокочастотного ( $G$ ) модулей сдвига и разрывной длины ( $L_p$ ). Их максимальные значения при 70 °ШР составляют соответственно  $9,2 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>,  $10,6 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup> и 9250 м.

Анализ этих графиков позволяет сделать следующие выводы.

1. Кривые по всем трем независимым параметрам структуры изменяются симбатно с возрастанием степени помола, и их максимумы совпадают.
2. Наибольший диапазон изменения наблюдается у низкочастотного модуля сдвига (65 %). Для  $G$  и  $L_p$  диапазоны изменения составляют соответственно 52 и 48 %.
3. При возрастании степени помола от 50 до 70 ° ШР разрывная длина  $L_p$  изменяется нехарактерно; учитывая значительные погрешности при измерениях, характер изменения этой длины может вызвать сомнение.
4. Ввиду резкого уменьшения трудоемкости измерений высокочастотного модуля сдвига этот параметр становится конкурентноспособным и с низкочастотными измерениями, и с испытаниями по предельным нагрузкам. Незначительный проигрыш в чувствительности компенсируется быстротой и удобством измерений с использованием резонансного экспресс-метода.
5. При изменении структурных элементов целлюлозы за счет помола структура отливок существенно изменяется и надежно фиксируется тремя независимыми методами.

Следующую серию экспериментов проводили таким образом. Из образцов полуфабрикатов после гауч-вала и четырех обезвоживающих прессов изготавливали отливки с помолом в 60 °ШР и массой 75 г/м<sup>2</sup>, затем из них вырезали по 10 образцов для низкочастотных измерений и по одному образцу — для высокочастотных.

Представленные в таблице данные для каждой температуры являются осредненными по 50 образцам для низкочастотного модуля сдвига  $G_0$  и по 5 образцам — для высокочастотных измерений. Кроме того, после измерения  $G_0$  те же образцы разрывали и получали разрывную длину  $L_p$ , осредненную также по 50 образцам. Характер изменения динамических модулей сдвига  $G_0$  и  $G$  в зависимости от температуры сушки представлен на рис. 2, из которого следует, что оба модуля изменяются аналогично, диапазон изменения  $G_0$  составляет 44 %, а  $G$  — 33 %. Зависимость  $L_p = f(t)$ , представленная на этом же рисун-

Влияние температуры сушки  
на структуру отливок целлюлозы

Но- мер изме- рения	Темпе- ратура сушки, °С	$G_0 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$	$G \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$	$L_p \text{ м}$
1	80	0,89	2,49	2833
2	90	0,87	2,30	2295
3	105	0,88	2,05	3647
4	120	0,68	1,84	2271
5	150	0,50	1,53	1557

ке, нерепрезентативна. По этой причине разрывная длина не может быть конкурентноспособной с адеструктивными параметрами, хотя общую тенденцию к падению при возрастании температуры сушки эта зависимость также фиксирует. Изменение параметров с ростом температуры связано с деструкцией материала при повышенных температурах [3]. Следовательно, результаты и этой серии демонстрируют преимущество динамических методов испытания по сравнению с традиционными.

Несовпадение модулей сдвига, измеренных различными методами, можно объяснить тем, что исследуемые материалы анизотропны. При низкочастотных измерениях «работает» сдвиговая жесткость ленточного образца, при высокочастотных — сдвиговая жесткость структуры материала по его толщине. Для изотропных материалов эти модули сдвига могут и совпадать при условии, что в диапазоне частот  $0,1\text{—}10^2$  Гц нет ни положительной, ни отрицательной дисперсий вязкоупругих свойств.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать для изучения структуры целлюлозных материалов резонансный экспресс-метод, который можно с успехом использовать в лабораторных и производственных условиях. Общепринятый показатель — разрывная длина — не изменяет общих результатов и выводов, полученных неразрушающими методами, а подтверждает их, но с меньшей убедительностью и точностью.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 246 с. [2]. Ерыхов Б. П., Смоленский С. М., Фляте Д. М. О контроле качества продукции в отрасли. — Бум. пром-сть, 1979, № 9, с. 12—14. [3]. Ерыхов Б. П., Плотников А. П. Изменение механических свойств бумаги при различных видах старения. — Бум. пром-сть, 1980, № 8, с. 28—30. [4]. Ерыхов Б. П., Наумов А. Н., Раппопорт Р. М. Резонансный метод определения модуля сдвига целлюлозно-бумажных материалов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 94—98. [5]. Сопоставление разрушающих и неразрушающих методов исследования макроструктуры бумаги/ Г. А. Вороновская, Б. П. Ерыхов, А. А. Копыльцов, Д. М. Фляте. — Химическая и механическая переработка древесины и древесных отходов: Межвуз. сб. Л., 1978, вып. 4, с. 126—133.

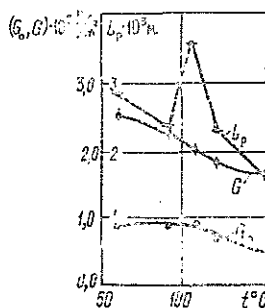


Рис. 2. Характер изменения динамических модулей сдвига  $G_0$  и  $G$  и разрывной длины  $L_p$  от температуры сушки целлюлозы.

Поступила 30 июня 1981 г.

УДК 674.815-41

## О МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ

Н. А. МИХАЙЛОВ, В. М. БОРЗЕНКО

Воронежский лесотехнический институт

Наличие остаточных напряжений в древесностружечных плитах (ДСП) — основная причина их покоробленности, которая может возникнуть и при плоской поверхности плит в процессе их дальнейшей обработки — калибровании (шлифовании). При калибровании с обеих сторон должен сниматься слой одинаковой толщины. В практике осуществить это трудно, поэтому либо нарушается симметричность распределения остаточных напряжений в плите по ее толщине, либо асимметричная эпюра приобретает после обработки симметричный вид. Отсюда различная покоробленность ДСП, прошедших калибрование.

Определение остаточных напряжений позволит установить их максимально допустимые значения, при которых не будет покоробленности плит как после их изготовления, так и после обработки.

Кроме того, предварительные исследования показали, что наличие в плитах остаточных напряжений приводит к снижению их прочностных показателей. Это говорит о важности изучения остаточных напряжений в ДСП.

Начиная с 1970 г. в Воронежском лесотехническом институте применяли предложенный Б. Н. Уголевым [2] метод определения остаточных напряжений в ДСП. Этот метод позволяет получать достоверные значения остаточных напряжений в плитах, но требует много времени и в производственных условиях трудно выполним.

В связи с этим нами предпринята попытка применить широко используемый в металлообработке метод определения остаточных напряжений [1]: последовательное сострагивание слоев, определение стрелы прогиба и вычисление напряжений по формулам. Древесностружечная плита, как известно, по своей толщине имеет различные модули упругости, поэтому мы сделали поправки к формулам, что позволило получить остаточные напряжения в плитах, близкие к данным расчета по работе [2].

Используя метод послойного сострагивания, можно определять остаточные напряжения в плитах, изготовленных как в лабораторных, так и в производственных условиях. Однако процесс определения напряжений требует много времени и большого количества вычислений. С целью упрощения работы нами сделана попытка вывести уравнение, описывающее характер распределения напряжений в плите и позволяющее при небольшом количестве опытов определить остаточные напряжения и построить их эпюру.

Рассмотрим пластину (рис. 1) толщиной  $2\delta$ , имеющую переменный модуль упругости  $E\left(\frac{y}{\delta}\right)$ , остаточные напряжения  $\sigma\left(\frac{y}{\delta}\right)(-\delta \leq y \leq \delta)$  и некоторую начальную кривизну. Пусть с нее снят верхний слой толщиной от  $c$  до  $\delta$ . Пластина получает некоторое приращение кривизны  $x_0\left(\frac{c}{\delta}\right)$ . Обозначая первоначальную и появившуюся стрелы прогиба

соответственно через  $f^*$  и  $f$ , получим для участка пластины длиной  $l$  приращение кривизны:

$$x_B \left( \frac{c}{\delta} \right) = \frac{8(f - f^*)}{l^2}. \quad (1)$$

Относительная деформация волокна  $\varepsilon(y)$  в изогнутой пластине, в соответствии с гипотезой плоских сечений, линейно зависит от  $y$ :

$$\varepsilon(y) = \varepsilon \left( \frac{c}{\delta} \right) + x_B \left( \frac{c}{\delta} \right) y.$$

Соответствующее приращение напряжения  $\Delta \sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) = E \left( \frac{y}{\delta} \right) [\varepsilon + x_B y]$ .

Суммарная сила и суммарный момент, определяемые полным напряжением  $\sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) + E \left( \frac{y}{\delta} \right) [\varepsilon \left( \frac{c}{\delta} \right) + x_B \left( \frac{c}{\delta} \right) y]$ , равны нулю, так как пластина находится в равновесии:

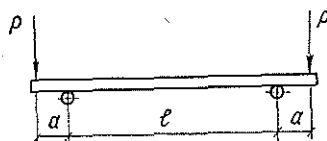
$$\int_{-\delta}^{\delta} \left[ \sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) + E \left( \frac{y}{\delta} \right) (\varepsilon + x_B y) \right] dy = 0; \quad (2)$$

$$\int_{-\delta}^{\delta} \left[ \sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) + E \left( \frac{y}{\delta} \right) (\varepsilon + x_B y) \right] y dy = 0. \quad (3)$$

Пусть на участке длиной  $l$  действует постоянный момент  $M$  (рис. 2):

$$M = Pa. \quad (4)$$

Рис. 2. Схема определения момента  $M$  и стрелы прогиба под действием этого момента ( $a = 50$  мм;  $l = 300$  мм).



Под действием момента  $M$  пластина изгибается. При этом участок длиной  $l$  получает приращение кривизны, которое вычисляем по стреле прогиба  $f^M$  по формуле:

$$x_B^M \left( \frac{c}{\delta} \right) = \frac{8(f^M - f^*)}{l^2}. \quad (5)$$

Запишем условия равенства суммарной силы — нулю и суммарного момента — величине  $M$

$$\int_{-\delta}^{\delta} \left[ \sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) + E \left( \frac{y}{\delta} \right) (\varepsilon^M + x_B^M y) \right] dy = 0; \quad (6)$$

$$\int_{-\delta}^{\delta} \left[ \sigma \left( \frac{y}{\delta} \right) + E \left( \frac{y}{\delta} \right) (\varepsilon^M + x_B^M y) \right] y dy = M. \quad (7)$$

Из системы уравнений (2), (3), (6), (7) следует найти четыре неизвестные функции:  $\varepsilon$ ;  $\varepsilon^M$ ;  $\sigma \left( \frac{y}{\delta} \right)$  и  $E \left( \frac{y}{\delta} \right)$ .

При решении этой системы сначала исключим из уравнений функции  $\varepsilon$  и  $\varepsilon^M$ . Для этого выражение (2) умножаем на  $\int_{-\delta}^c E\left(\frac{y}{\delta}\right) y dy$ , а (3) — на  $-\int_{-\delta}^c E\left(\frac{y}{\delta}\right) dy$ , затем их сложим. Аналогичные преобразования проведем для уравнений (6), (7).

Вводя безразмерные величины  $\eta = \frac{y}{\delta}$ ;  $\xi = \frac{c}{\delta}$ , получим

$$\begin{aligned} & \int_{-1}^{\xi} \sigma(\eta) d\eta \int_{-1}^{\xi} E(\eta) \eta d\eta - \int_{-1}^{\xi} \sigma(\eta) \eta d\eta \int_{-1}^{\xi} E(\eta) d\eta = \\ & = x_B(\xi) \delta \left[ \int_{-1}^{\xi} E(\eta) \eta^2 d\eta \int_{-1}^{\xi} E(\eta) d\eta - \left( \int_{-1}^{\xi} E(\eta) \eta d\eta \right)^2 \right]; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \int_{-1}^{\xi} E(\eta) \eta^2 d\eta \int_{-1}^{\xi} E(\eta) d\eta - \left( \int_{-1}^{\xi} E(\eta) \eta d\eta \right)^2 = \\ & = \frac{M}{[x_B^M(\xi) - x_B(\xi)] \delta^3} \int_{-1}^{\xi} E(\eta) d\eta. \end{aligned} \quad (9)$$

Исследования, выполненные нами в лабораторных и производственных (Майкопское ПМДО «Дружба», Костопольский ДСК, Казлу-Рудский ОКДП, Монзенский ДОК) условиях, показали, что модуль упругости по толщине древесностружечной плиты можно аппроксимировать квадратичной функцией, т. е.

$$E(\eta) = p + q\eta^2, \quad (10)$$

где  $p$  и  $q$  — некоторые постоянные;  $p > 0$ ;  $p + q > 0$ .

Для определения  $p$  и  $q$  воспользуемся уравнением (9) при  $\xi = 1$  и  $\xi = 0$ . После некоторых преобразований получим

$$q = 5L - \frac{5}{3}p; \quad (11)$$

$$p^2 - 2(17L - 32N)p + 15L(16N - L) = 0, \quad (12)$$

где

$$L = \frac{M}{2\delta^3 x_{(1)}^M}; \quad N = \frac{M}{\delta^3 [x_{(0)}^M - x_{(0)}]}. \quad (13)$$

Итак, чтобы определить  $E(\eta)$ , необходимо знать приращение кривизны всей пластины  $x_1^M$  под действием момента  $M$  и среднее приращение кривизны  $x_{(0)}$  верхней и нижней половин пластины без нагрузки и  $x_{(0)}^M$  — под действием момента  $M$ .

Аппроксимируем теперь  $\sigma(\eta)$  также квадратичной функцией

$$\sigma(\eta) = \alpha_0 + \alpha_2 \eta^2. \quad (14)$$

Из условия равенства суммарной силы нулю  $[\sigma(\eta) d\eta = 0]$  имеем

$$\alpha_0 + \frac{\alpha_2}{3} = 0. \quad (15)$$

Уравнение (8) переписываем при  $\xi=0$ , затем, учитывая равенства (1), (5), (9)—(13), (15), найдем

$$\left(\frac{\alpha_0}{2} + \frac{\alpha_2}{4}\right) = \frac{x_{(0)} M}{[x_{(0)}^M - x_{(0)}] \delta^2} = \frac{f_{(0)} - f^*}{f_{(0)}^M - f_{(0)}} \cdot \frac{M}{\delta^2}, \quad (16)$$

где  $f^*$  — стрела прогиба целой пластины;  
 $f_{(0)}$  и  $f_{(0)}^M$  — средние стрелы прогиба половины пластины соответственно без нагрузки и под действием момента  $M$ .

Из уравнений (15) и (16) получаем

$$\alpha_0 = 4 \frac{f_{(0)} - f^*}{f_{(0)}^M - f_{(0)}} \cdot \frac{M}{\delta}; \quad \alpha_2 = -12 \frac{f_{(0)} - f^*}{f_{(0)}^M - f_{(0)}} \cdot \frac{M}{\delta^2}. \quad (17)$$

Следовательно, для квадратичной аппроксимации  $\sigma(\eta)$  нужно знать значения  $f^*$ ,  $f_{(0)}$  и  $f_{(0)}^M$ .

Используя выражение (17), приведем уравнение (14) к виду:

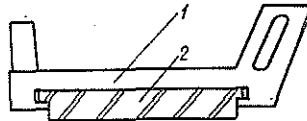
$$\sigma(\eta) = \frac{f_{(0)} - f^*}{f_{(0)}^M - f_{(0)}} \cdot \frac{M}{b\delta^2} (4 - 12\eta^2), \quad (18)$$

где  $b$  — ширина пластины (образца).

Значение  $\eta$  зависит от того, в каком месте образца по его толщине определены остаточные напряжения. В среднем слое  $\eta = 0$ , в поверхностном слое  $\eta = 1$ . Для построения эпюры остаточных напряжений в образце необходимо вычислить  $\sigma(\eta)$  при  $\eta = 1/3$  и  $\eta = 2/3$ .

Размеры образцов, предназначенных для определения остаточных напряжений: длина 350 мм, ширина 20 мм, толщина равна толщине плиты.

Рис. 3. Приспособление (1) для снятия слоев в образце (2) из древесностружечной плиты.



Снятие слоев производят на фуговальном станке в специальном приспособлении, которое обеспечивает параллельность снимаемых слоев и безопасность работы (рис. 3). Установка для определения стрелы прогиба без нагрузки и под нагрузкой в образцах плиты изготавливается по схеме, показанной на рис. 2. Стрела прогиба определяется индикатором часового типа с ценой деления 1 мкм. Для уменьшения воздействия усилий пружины индикатора на образец применен рычаг, который имеет соотношение размеров 1 : 5. Следовательно, действительная цена деления индикатора 5 мкм. Можно использовать различные автоматические приборы, регистрирующие нагрузку и прогиб образца с необходимой точностью.

Поскольку образцы имеют ширину 20 мм, то остаточные напряжения определяются только в одном направлении. Фактически в плитах имеют место остаточные напряжения в двух главных направлениях (в плоскости плиты). Так как эти напряжения по своей величине практически одинаковы, то остаточные напряжения в любом слое ДСП определяются по следующей формуле:

$$\sigma_{пл} = \frac{1}{1 - \mu} \sigma_0,$$

где  $\mu$  — коэффициент Пуассона; для ДСП его можно принять равным 0,2;

$\sigma_0$  — остаточные напряжения в соответствующем слое образца.

Многочисленные результаты экспериментальных исследований, проведенных как в лабораторных, так и в производственных условиях, показали, что остаточные напряжения в плитах, найденные рассмотренными в данной статье тремя методами, имеют одинаковые значения. Целесообразно, однако, применять последний метод как наиболее простой.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Давиденков Н. Н. Об измерении остаточных напряжений. — Заводская лаборатория, 1950, № 2. [2]. Уголев Б. Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. — М.: Лесн. пром-сть, 1971.

Поступила 17 мая 1982 г.

УДК 674.815-41

### О МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИМЕСЯХ В ДРЕВЕСНОЙ ПЛИТЕ

Л. А. ФЕДОСЕЕВ, Н. И. ЖДАНОВ, Е. Т. УДОД

Институт сверхтвердых материалов АН УССР

Древесностружечные плиты (ДСП) отличаются по своей структуре и строению от натуральной древесины.

Действие температуры и давления, связующих и наполнителей, используемых при изготовлении различного вида ДСП, приводит к увеличению твердости обрабатываемого материала. Кроме того, при производстве стружечных плит используют щепу, изготовленную из низкосортовой древесины. Перевозка щепы железнодорожным и автомобильным транспортом и ее складирование, трелевка древесины и ее складирование на грунте приводят к тому, что в плиты попадают песок, глинозем и другие минеральные и органические включения. Твердость минералов, как правило, очень высока и может быть соизмерима с твердостью инструментального материала или даже может ее превзойти.

При обработке прессованных ДСП минеральные и органические включения оказывают существенное влияние на износ инструмента.

Исследования\* подтвердили зависимость между объемной плотностью и содержанием песка в стружечных плитах, с одной стороны, и износостойкостью режущего инструмента, с другой. Так, повышение плотности плиты с 600 до 700 кг/м<sup>3</sup> увеличивает износ лезвийного инструмента в 1,5 раза. Увеличение содержания песка со 100 до 900 мг/кг плиты повышает износ инструмента более чем в 3 раза.

Нами проведены исследования с целью определить количественный и качественный состав минеральных включений ДСП производства Киевского ДОКа.

Из сформированного ковра древесностружечной массы отбирали по 10 проб, равноудаленных друг от друга на 100...150 мм, причем их брали на расстоянии 200 мм от поперечной и продольных кромок.

\* Алмазный инструмент в деревообрабатывающей промышленности. — Industrie Diamanten Rundschau, 1979, № 4, S 314—321.



Затем пробы условно по толщине делили на три равные части, одна из которых была внутренним слоем, а две остальные — наружным верхним и наружным нижним слоями. Из этих слоев составляли навески стружечной массы, которые обугливали при температуре  $300 \pm 10$  °С, а затем прокаливали в муфельной печи при  $600 \pm 20$  °С в течение 3 ч. После этого определяли общее содержание золы в навеске и золу растворяли в 10 %-ной соляной кислоте. Оставшийся осадок представлял минеральные включения, состав которых определяли под микроскопом МИН-8 в иммерсионных жидкостях. Размер включений и процентное соотношение между зернами включений по величине определяли на часовом проекторе ЧП-2.

Результаты анализа неорганической части ДСП представлены в таблице.

Слой плиты	Зола, %	Минеральные включения, % от золы	Вид минералов	Размер минералов, мкм	Содержание минералов, %	
					от минеральной части	от массы плиты
Наружный верхний	0,4	16,0	SiO <sub>2</sub>	100×60	30	0,02
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	200×160	70	0,05
Наружный нижний	0,5	16,0	SiO <sub>2</sub>	100×50	30	0,24
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	200×160	70	0,08
Внутренний	0,6	27,0	SiO <sub>2</sub>	20×20	90	0,20
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	300×200	10	0,02

Анализируя приведенные в таблице данные, можно сделать вывод, что основные компоненты минеральной части золы ДСП — песок SiO<sub>2</sub> и глинозем Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

На рис. 1 показаны зерна кварца (увеличение в 100 раз) при скрещенных николях, на рис. 2 — агрегаты глинозема (увеличение в 100 раз) в проходящем свете. Отчетливо просматриваются зерна и агрегаты овальной и остроугольной формы. Процессы прокаливания и растворения золы приводят, по-видимому, к образованию агрегатов глинозема,

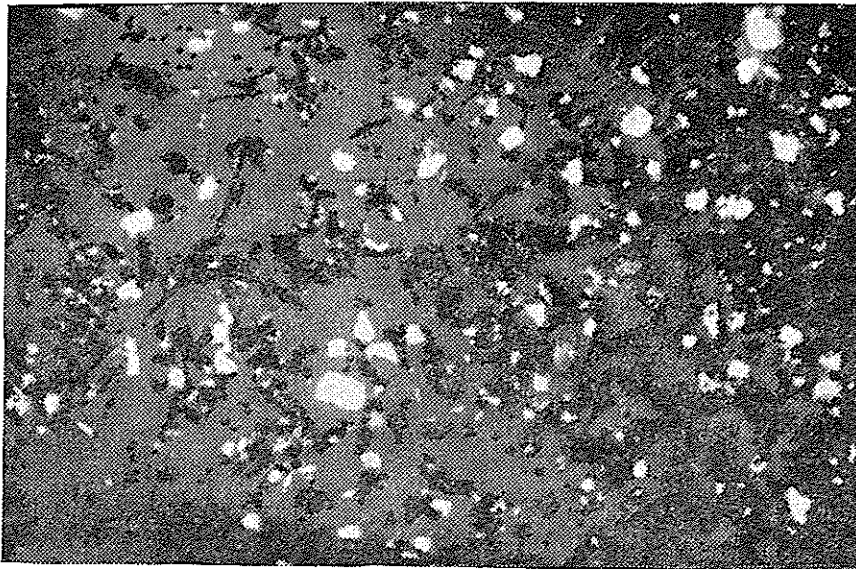


Рис. 1.

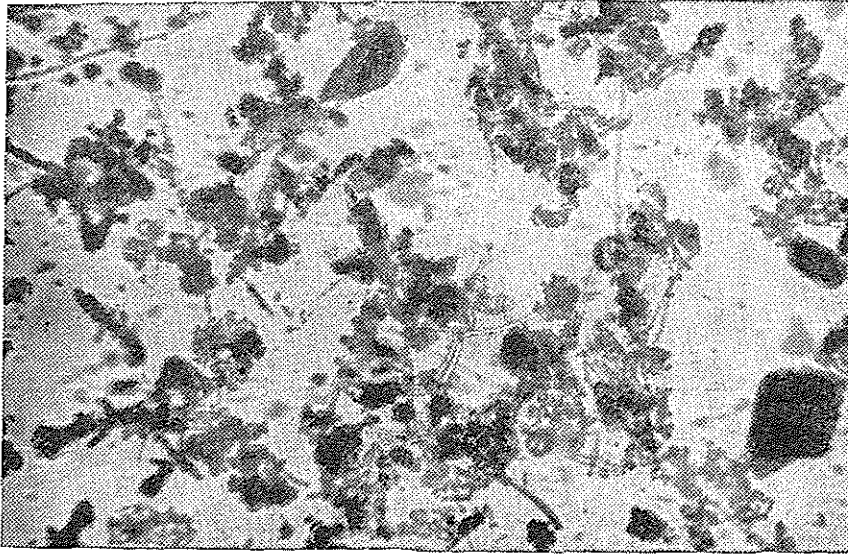


Рис. 2.

так как в древесностружечной плите кристаллы глинозема находятся в более дисперсной форме, чем мы видим на рисунке.

Износ режущего инструмента зависит от размера зерен, формы и твердости минеральных включений ДСП.

Для уменьшения износа режущих элементов инструмента необходимо:

уменьшить количество абразивных частиц, в частности песка и глинозема, в древесностружечных плитах (для этого предусмотреть очистку стружки и древесного сырья от указанных минеральных включений в процессе производства ДСП);

применять для изготовления дереворежущего инструмента сверхтвердые материалы, твердость которых должна быть выше твердости абразивных веществ, содержащихся в древесностружечных плитах;

изыскивать более износостойкие связки для однослойных режущих инструментов.

---

Поступила 18 мая 1982 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.051.84.001.2

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТА ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ  
ДРЕВЕСНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОВЫШЕННЫХ  
КОНЦЕНТРАЦИЙН. Н. КАЛИНИН, М. А. СИДОРОВ, Ю. В. ХРАМОВ,  
А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Создание оборудования большой единичной мощности в целлюлозно-бумажном производстве при сохранении существующей технологии приводит к неоправданно высоким энергетическим и капитальным затратам вследствие перемещения и хранения огромных низкоконцентрированных массных потоков. Более качественное проведение некоторых технологических операций, например отбели и размола, возможно при высоких концентрациях целлюлозной массы. Сведения о сопротивлении трубопроводов, возникающем при транспорте целлюлозных суспензий высоких концентраций (свыше 6 %), практически отсутствуют.

Известно, что при движении целлюлозных суспензий концентрацией свыше 3 % устойчивый поршневой режим потока сохраняется при скоростях до 3 м/с и более [3, 6, 11]. В то же время рабочие скорости таких суспензий обычно не превышают 1 м/с [1]. Поэтому с целью получения сопоставимых данных в широком диапазоне концентраций движение целлюлозных суспензий исследовали на экспериментальном стенде, созданном на кафедре процессов и аппаратов химической технологии Ленинградской лесотехнической академии.

При проектировании стенда исходили из следующих предъявляемых к нему требований: 1) возможность перекачивать по трубам (диаметром от 70 до 200 мм) целлюлозные суспензии концентрацией до 25 % в диапазоне скоростей от 0,01 до 0,5 м/с; 2) возможность надежных замеров потерь напора по участкам трубопровода и скорости движения суспензий, отбора проб для замера концентрации потока, визуального наблюдения за характером движения массы в трубе.

Схема экспериментального стенда представлена на рис. 1. Стенд включает в себя насосный агрегат марки ЭСК-2,5/8Е (состоящий из коловратного насоса 12 и винтового питателя 1), систему трубопроводов 4 из нержавеющей стали и стекла, загрузочный конус 2, центробежный насос высокого давления 10 для вытеснения массы из системы и промывки трубопроводов, массную шибберную задвижку 11 и контрольно-измерительные приборы для замеров потерь давления в трубопроводе и для замеров мощности, потребляемой насосным агрегатом.

На стенде предусмотрены монтаж труб различной длины и диаметров (70, 100, 150, 200 мм) и монтаж фасонных деталей различной геометрии, включая коленья гладкие и секционные сварные с радиусом загиба  $R=4 \div 7d_{\text{вн}}$ , а также диффузоры и конфузоры. Схемы стенда предполагают работу как на замкнутой системе трубопроводов (рис. 1), так и на незамкнутых коротких горизонтальных участках трубопровода (рис. 2). Давление в трубах (рис. 1) измеряется образцовыми пружинными манометрами 6, присоединенными к штуцерам труб 8 через раз-

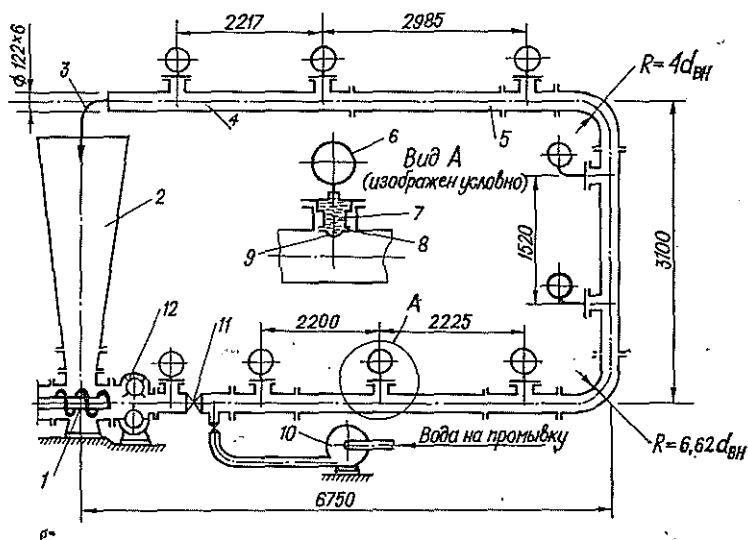


Рис. 1.

делительные жидкостные камеры 7 и эластичные диафрагмы 9. Открытый участок движения массы 3 и трехметровый участок из стеклянной трубы 5 позволяют производить отбор проб, замерять объемным методом производительность насоса, измерять линейную скорость движения и наблюдать за структурой движущейся суспензии.

Для приготовления целлюлозных суспензий необходимой концентрации, а также для отжима целлюлозных масс до концентрации 40—50 % с целью последующего хранения использовали промышленную центрифугу типа Ц-25, перфорированный барабан которой вместимостью до 25 кг массы обтянут мелкой сеткой, исключаящей унос волокна.

Стендовые испытания агрегата выявили следующие его рабочие параметры: производительность 0,25—6 м<sup>3</sup>/ч; давление до 1,4 МПа; частота вращения роторов насоса до 92 об/мин; концентрация перекачиваемой суспензии до 27 %; температура суспензии до 90 °С; мощность на валу ротора насоса до 5 кВт; подпор, создаваемый шнеком, 0,05 МПа.

Исследовали движение основных типов волокнистых суспензий целлюлозно-бумажного производства: древесную массу, сульфатную белевую и небелевую и сульфитную белевую и небелевую целлюлозы. Образцы целлюлозных суспензий готовили в необходимом количестве непосредственно перед запуском установки. Концентрации исследуемых образцов суспензий определяли дважды: перед проведением эксперимента и во время работы. При многократном использовании целлюлозной суспензии сказывается подмалывающее действие роторов насоса. Поэтому при проведении экспериментов периодически определяли степень помола волокнистой массы на приборе Шоппер-Риглера по стандартной методике.

Полученные значения сопротивлений  $\Delta p$ , Па, горизонтальных участков пересчитывали на касательные напряжения сдвига  $\tau$ , Па, по формуле [2]

$$\tau = \frac{\Delta p d}{4L},$$

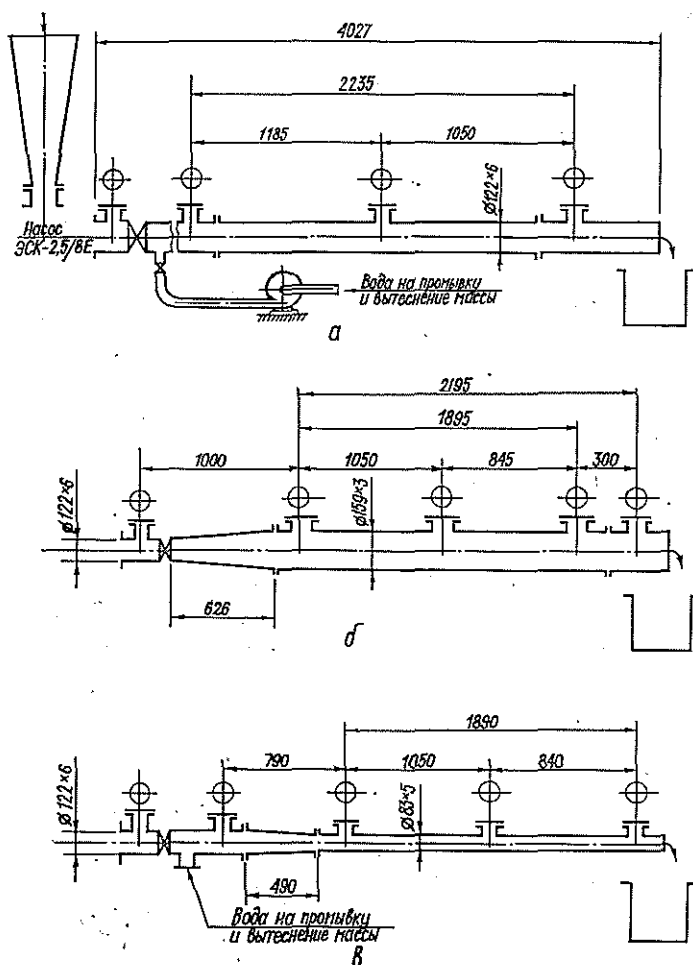


Рис. 2. Варианты схемы экспериментального стенда.

где  $d$  — диаметр трубы, м;  
 $L$  — длина участка, м.

Результаты представлены на рис. 3 и 4 в координатах соответственно  $\lg \tau - \lg \omega$  и  $\lg \tau - \lg x$  (где  $x$  — концентрация суспензии, мас. %;  $\omega$  — скорость движения, м/с).

Аналогичный характер зависимости  $\tau$  от  $\omega$  наблюдается и для остальных волокнистых суспензий.

Из полученных зависимостей отчетливо наблюдается влияние скорости сдвига на сопротивление с увеличением концентрации потока суспензии. При концентрации 3—6 % показатель степени при скорости сохраняется постоянным, что свидетельствует о вполне определенной модели движения. Вероятно, в этом случае возле стенки трубы образуется водяное кольцо, толщина которого постепенно уменьшается, и с увеличением концентрации потока от 6 до 10 % оно исчезает.

Сдвиг волокнистой пробки на водяной подушке заменяется сдвигом набухшего волокна непосредственно о стенку трубы без водяной прослойки, однако межволоконное пространство заполнено водой, оказы-

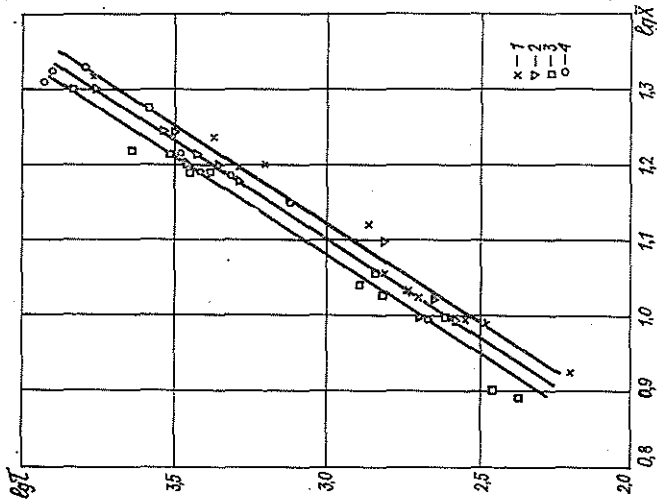


Рис. 4. Зависимость касательных напряжений сдвига от концентрации волокна при  $x \geq 10\%$ .  
1 — сульфитная беленая целлюлоза; 2 — сульфитная беленая ель; 3 — сульфитная беленая береза; 4 — древесная масса.

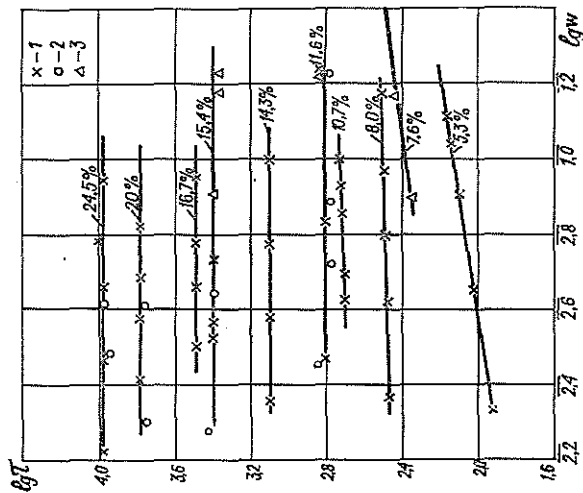


Рис. 3. Зависимость касательных напряжений сдвига сульфитной беленой целлюлозы от скорости движения.

1 —  $d = 122 \times 6$ ; 2 —  $159 \times 3$ ; 3 —  $83 \times 5$ .

вающей тормозящее воздействие; влияние концентрации свыше 10 % становится более энергичным.

При увеличении диаметра трубы в 1,5—2 раза касательное напряжение сдвига не изменяется. Поэтому в исследованном диапазоне концентраций суспензии и размеров труб факторами, определяющими касательные напряжения, следует считать концентрацию волокна и скорость движения суспензии. Учитывая невозможность описания процесса движения (проскальзывание потока вдоль стенки и отсутствие сдвига между слоями суспензии) с помощью уравнений гидродинамики, а также неопределенность реологических характеристик системы, полученные данные обрабатывали в виде корреляционной зависимости:

$$\tau = ax^b v^c,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — коэффициенты, определяемые опытным путем.

Значения параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$  в различных диапазонах концентрации приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип суспензии	Значения параметров								
	$a$	$b$	$c$	$a$	$b$	$c$	$a$	$b$	$c$
	в диапазоне концентраций, %								
	3—6			6—10			10—25		
Древесная масса	22	—	—	22	—	—	0,087	—	—
Сульфатная небеленая целлюлоза	20	—	—	20	—	—	0,082	—	—
Сульфатная беленая целлюлоза	16	1,4	0,34	16	1,4	0,34(2,5—	0,066	3,75	0
Сульфитная небеленая целлюлоза	17	—	—	17	—	—0,25x)	0,07	—	—
Сульфитная беленая целлюлоза	15	—	—	15	—	—	0,06	—	—

Таблица 2

Источник информации	Значения параметров			
	$a$	$b$	$c$	$d$
[9] (Уравнение Риджела)	12,68	1,89	0,364	-1,33
[4] (Акционерное общество насосов в Швеции)	5,53(0,61)	2,2	$0,15 + \frac{D}{19,7+D}$	-1
[5] (Уравнение Боденхеймера)	5,4	2,5	0,15	-1
[7] (Уравнение Такенаке и Саньо)	1,52	2,8	0,2	-1
[10] (Уравнение Стенуфа и Анумолу)	31,33	2,9	0,36	-1,12
[9] (Мэнский университет в США)	12,88	1,39	0,064	-1,33
[8] (Оклендский университет)	16,8	1,33	0,33	-1,34

Для сравнения приводим данные других авторов (табл. 2), обработанные в виде корреляционной зависимости для диапазона концентраций 2—6 %;

$$\frac{\Delta H}{L} = a x^b w^c D^d,$$

где  $\Delta H/L$  — потери напора на трение, фут вод. ст./100 фут трубы;

$w$  — скорость потока, фут/с;

$D$  — диаметр трубы, фут;

$d$  — коэффициент, определяемый опытным путем.

Из данных табл. 2 видно, что показатели степеней при концентрации варьируют от 1,33 до 2,9, а при скорости — от 0,15 до 0,364. Для этих же диапазонов концентраций нами получены значения 1,4 и 0,34 соответственно, что свидетельствует о хорошей сходимости наших результатов с результатами, полученными другими авторами.

В работе [6] указано на значительное различие сопротивления трения одного метра в начале и конце трубопровода. В наших опытах при общей длине трубопровода около 15 м заметных различий в потере давления на 1 м трубы в начале и конце трубопровода не обнаружено. Видимо, такое различие заметно лишь при очень высоких давлениях, создаваемых насосом, по крайней мере свыше 1,5 МПа.

Движение волокнистых суспензий повышенных концентраций сопровождается рядом особенностей. Во-первых, суспензия движется

толчками, как было отмечено также К. Моллером [11]. Возникновение пульсаций в потоке объясняется, с одной стороны, работой колесчатого насоса, а с другой, своеобразием взаимодействия массы со стенкой. Во-вторых, концентрация массы в поперечном направлении неодинакова и уменьшается от центра потока к стенке трубы. Так, например, при движении 15 % массы концентрация в центре потока составляет 18—20 %, а возле стенки трубы — 8—10 %, причем волокнистая пробка не деформируется.

При движении древесной массы наблюдается падение сопротивления во времени, достигающее в течение получаса 30 % от первоначального значения. Древесная масса обладает менее прочной волокнистой структурой, чем, видимо, и объясняется это явление.

В результате проведенных исследований установлено наличие разных моделей движения в диапазонах концентрации от 3 до 6 % и выше 10 % абс. сухого волокна при скоростях движения до 0,5 м/с. Показано, что характер зависимости сопротивлений от концентрации и скорости движения волокнистых суспензий одинаков для волокон различного происхождения. Сопротивление определяется жесткостью волокна и убывает в следующей последовательности: древесная масса, сульфатная небеленая целлюлоза, сульфитная небеленая, сульфатная беленая и сульфитная беленая целлюлоза. Полученные корреляционные соотношения позволяют рассчитывать линейные сопротивления массопроводов в диапазоне концентраций 3—22 % при скоростях движения до 0,5 м/с.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Нормы для расчета технологических трубопроводов целлюлозно-бумажной промышленности/ Гипробум. — Л., 1968. [2]. Романков П. Г., Курочкина М. И. Гидромеханические процессы химической технологии. — Л.: Химия, 1974. [3]. Халтурин В. М. Исследование энергетических характеристик потоков бумажных масс: Дис. . . . канд. техн. наук. Л., 1976. [4]. Anon. Friction Losses in Piping Systems for paper stock suspensions. Pumpindustrie A. B. — Goteborg, Sweeden, 1966. [5]. Bodenheimer V. B. Sathern Pulp Paper M. F., 32(9) : 42(1969). [6]. Duffy G. G., Longdill G., Lee P. F. W. High-consistency flow of pulp suspensions in pipes. — Tappi, 1978, vol. 61, N 8, p. 85—88. [7]. Itaya S., Takenaka T., Sanjo S. Bull ISME, 1(3) : 282(1958). [8]. Moller K., Duffy G. G., Tichener A. L. Appita, 26(4) : 278(1973). [9]. Riegel P. S. Paper Trade J., 152(27) : 40(1968). [10]. Stenif T. J., Alumo Iu K. P. Plug Flow of pulp suspensions. — Tappi, 1979, vol. 55, N 9. [11]. The mechanism of flow of pulp suspensions in pipes/ G. G. Duffy, A. L. Tichener, P. F. W. Lee, K. Moller. — Appita, 1976, vol. 29, N 5.

Поступила 17 апреля 1981 г.

ДК 630\*861.16 : 630\*813.4

### ВЛИЯНИЕ РАСХОДА МОНОСУЛЬФИТНОГО ЩЕЛОКА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛИСТВЕННИЧНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ЕЕ ВЫХОД И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Г. П. СУХАНОВА, Е. В. НОВОЖИЛОВ, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Сорбция гемицеллюлоз моносультитного щелока целлюлозными волокнами — перспективный путь повышения выхода сульфатной и сульфитной целлюлозы [2—4]. Важный фактор сорбционного процесса — концентрация гемицеллюлоз в растворе, зависящая от расхода моносультитного щелока и концентрации целлюлозы в суспензии. В ранее проведенных исследованиях [3, 4] моносультитный щелок добавляли



в количестве от 4 до 20 мл/г или 4—20 м<sup>3</sup>/т целлюлозы. Такой высокий расход щелока не всегда можно обеспечить в промышленных условиях при реально существующей производительности отдельных производств.

В настоящей работе процесс сорбции проведен с небольшим расходом щелока — от 1 до 4 мл/г целлюлозы, или от 10,7 до 42,8 % по его сухому веществу. В качестве сорбента использовали небеленую сульфатную лиственничную целлюлозу. Лиственница — самая распространенная порода в СССР. Однако применение ее в целлюлозно-бумажной промышленности ограничено из-за низкого выхода целлюлозы и невысоких показателей механической прочности [1].

Для сульфатной варки целлюлозы использовали щепу древесины лиственницы, содержащую 12,7 % водорастворимых веществ. Варку проводили во вращающихся автоклавах с воздушным обогревом по следующему режиму: подъем до 110 °С — 20 мин, стоянка при 110 °С — 40 мин, подъем от 110 до 170 °С — 40 мин, варка при 170 °С — 55 мин. Гидро модуль варки составил 1 : 3, расход активной щелочи — 18 % в ед. Na<sub>2</sub>O. После варки целлюлозу разбивали на быстроходной мешалке и промывали. Выход полученной целлюлозы составил 43,2 %, содержание лигнина — 7,2 %.

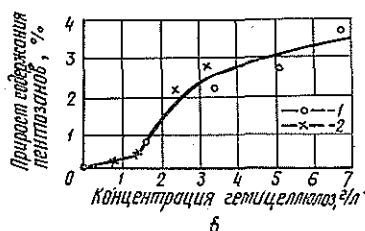
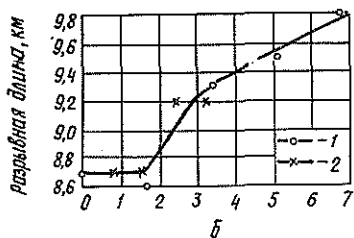
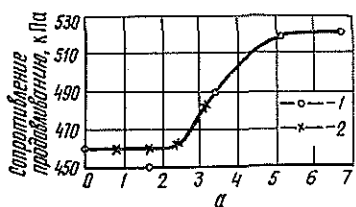
Для обработки использовали моносльфитный щелок Архангельского ЦБК, полученный от варки лиственной древесины в аппарате непрерывного действия «Пандия». Щелок имел плотность 1,058 г/см<sup>3</sup>, содержание сухого остатка — 130 г/л, пентозанов — 23,0 г/л. Обработку лиственничной целлюлозы щелоком проводили в течение 60 мин при температуре 80 °С. Концентрация массы при обработке — 5 и 10 %, расход моносльфитного щелока — 1, 2, 3 и 4 мл/г, или 10,7, 21,4, 32,1 и 42,8 % по его сухому веществу от абс. сухой целлюлозы. После обработки целлюлозу промывали на воронке Бюхнера и определяли выход. В образцах целлюлозы определяли содержание пентозанов (по ГОСТу 10820—75), лигнина с 72 %-ной серной кислотой [5] и степень делигнификации по перманганатному числу (по ГОСТу 10070—74).

При всех изученных расходах щелока происходит сорбция гемицеллюлоз целлюлозными волокнами. Об этом можно судить по увеличению содержания пентозанов и повышению выхода целлюлозы после обработки (см. табл.). С увеличением расхода щелока выход целлюлозы и содержание в ней пентозанов возрастают. Максимальный выход 105,0 % получен при расходе моносльфитного щелока 42,8 % и концентрации массы 10 %.

Влияние условий обработки моносльфитным щелоком на выход и состав лиственничной целлюлозы

Обозначение образцов целлюлозы	Концентрация целлюлозы в суспензии, %	Расход моносльфитного щелока, % сухого вещества	Концентрация гемицеллюлоз в растворе, г/л	Выход целлюлозы, % от исходной целлюлозы	Содержание, %		Степень делигнификации
					пентозанов	лигнина	
Л	—	—	—	100,0	8,3	7,2	53,2
Л1	10	10,7	1,7	101,2	9,1	7,4	55,7
Л2	10	21,4	3,4	103,1	10,4	7,7	—
Л3	10	32,1	5,1	104,0	11,0	7,7	58,1
Л4	10	42,8	6,8	105,0	11,9	7,6	57,1
Л5	5	10,7	0,8	100,2	8,4	7,3	52,8
Л6	5	21,4	1,6	100,8	8,7	7,4	54,9
Л7	5	32,1	2,4	102,9	10,5	7,4	53,9
Л8	5	42,8	3,2	103,8	11,1	7,5	55,3

Одновременно с гемицеллюлозами на целлюлозные волокна осаждается небольшое количество лигнина. Как видно из таблицы, его содержание в обработанной целлюлозе возросло на 0,1—0,5 % по сравнению с исходной целлюлозой. О сорбции лигнина свидетельствует также повышение степени делигнификации по перманганатному числу образцов целлюлозы после обработки моносльфитным щелоком.



Влияние концентрации гемицеллюлоз в растворе на содержание пентозанов и на показатели механической прочности целлюлозы.

1 — концентрация целлюлозы при обработке 10 %; 2 — 5 %.

При равном расходе щелока повышение концентрации целлюлозы в суспензии приводит к увеличению сорбции гемицеллюлоз. Если при 10 %-ной концентрации целлюлозы содержание пентозанов после обработки возросло до 9,1—11,9 %, то при вдвое меньшей концентрации — только до 8,4—11,1 %; при этом увеличение выхода составило 1,2—5,0 и 0,2—3,8 % соответственно. Это связано с тем, что с увеличением расхода моносльфитного щелока и концентрации целлюлозы одновременно возрастает концентрация гемицеллюлоз в растворе. В исходном моносльфитном щелоке она равна 23,0 г/л. Концентрация

гемицеллюлоз в растворе при обработке уменьшается вследствие разбавления водой, приходящей с целлюлозной суспензией. В наших опытах, как видно из таблицы, она изменялась от 0,8 до 6,8 г/л.

При концентрации гемицеллюлоз до 2 г/л сорбция идет в очень незначительной степени, при этом разрывная длина и сопротивление продавливанию остаются на уровне исходной целлюлозы (см. рис.). При концентрации более 2,5 г/л резко возрастает количество сорбированных пентозанов, одновременно увеличиваются и показатели механической прочности целлюлозы. Максимальные разрывная длина 9800 м и сопротивление продавливанию 520 кПа получены для целлюлозы, обработку которой проводили при 10 %-ной концентрации волокон и концентрации гемицеллюлоз в растворе — 6,8 г/л, что соответствует расходу моносльфитного щелока 42,8 % по его сухому веществу. При таком же расходе щелока и концентрации целлюлозы 5 % эти показатели ниже: разрывная длина составляет 9200 м, сопротивление продавливанию 480 КПа. Повышение концентрации целлюлозы в суспензии при равном расходе щелока приводит к увеличению показателей механической прочности, что связано с более высокой сорбцией гемицеллюлоз.

Как видно из рисунка, при равной концентрации гемицеллюлоз в растворе вне зависимости от расхода щелока получены практически одинаковые результаты по выходу, разрывной длине и сопротивлению продавливанию.

Таким образом, гемицеллюлозы, переосажденные из раствора на листовничную целлюлозу, не только увеличивают выход, но и улучшают показатели механической прочности целлюлозы.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Левин Э. Д., Денисов О. Б., Пен Р. З. Комплексная переработка ливневницы. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 222 с. [2]. Новожилов Е. В., Прокшин Г. Ф., Богомолов Б. Д. Моносульфитный щелок как источник гемицеллюлоз для целлюлозно-бумажного производства. — В кн.: Химия гемицеллюлоз и их использование: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. Рига, 1978, с. 76—77. [3]. Новожилов Е. В., Прокшин Г. Ф., Богомолов Б. Д. О сорбции гемицеллюлоз моносульфитного щелока целлюлозой. — Химия древесины, 1978, № 6, с. 63—67. [4]. Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д., Прокшин Г. Ф. Влияние условий обработки моносульфитным щелоком на выход и свойства сульфитной небеленой хвойной целлюлозы. — В кн.: Хим. и мех. перераб. древесины и древесных отходов: Межвуз. сб. науч. тр., Л., 1981, вып. 7. [5]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 411 с.

Поступила 2 марта 1982 г.

УДК 661.728.2

## СОДОВО-СУЛЬФИТНАЯ ВАРКА ЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРЕПУСКНОГО И ОТРАБОТАННОГО ЩЕЛОКОВ

Г. А. ПАЗУХИНА, А. И. КРИЖИНСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

С целью экономии химикатов и тепла, а также ускорения варочного процесса при проведении сульфитных варок применяют так называемый перепуск или оттяжку щелока из варочного котла по окончании периода заварки [3, с. 329]. Этот щелок после смешения со свежей варочной кислотой используют на варку. Величина перепуска обычно составляет 20—30 % от объема варочного раствора, но может достигать и 60 % [2].

Оттяжку или перепуск щелока следует применять и при проведении содово-сульфитных варок. Ввиду того, что в режиме содово-сульфитной варки отсутствует стадия пропитки древесной щепы сульфитной кислотой, оттяжку варочной кислоты можно осуществить во время подъема температуры варки до конечной.

В настоящей работе изучено влияние оттяжки варочной кислоты и повторного использования части отработанного щелока на свойства содово-сульфитной целлюлозы и конечных щелоков.

Для проверки влияния оттяжки сульфитного щелока (в количестве 25 % от объема варочного раствора, задаваемого на варку) на свойства получаемой целлюлозы и состав конечного щелока нами проведены 10 последовательных содово-сульфитных варок.

Использовали здоровую древесину ели влажностью 35 %. Варки проводили в автоклавах (емкостью 2,5 л) с электрообогревом. Подвергнутую пропарке при температуре 100—105 °С в течение 15 мин щепу пропитывали раствором соды концентрацией 30 г/л в единицах  $\text{Na}_2\text{O}$  при температуре 60 °С в течение 1 ч и давлении 980 кПа (создавалось азотом).

После отбора всего стекающего раствора соды и закачки сульфитной кислоты состава 0,4 %  $\text{Na}_2\text{O}$  и 6,5 % всего  $\text{SO}_2$  (общий расход  $\text{Na}_2\text{O}$  на варку составил 6,7 %) пропитанную раствором соды щепу выдерживали с сульфитной кислотой при температуре 70 °С в течение 15 мин. Затем следовал подъем температуры варки до 160 °С за 20 мин и стоянка на этой температуре в течение 40 мин. Давление во время варки поддерживали на уровне 980 кПа. Оттяжку сульфитной варочной кислоты производили во время подъема температуры при достижении 120 °С. Варки проводили одновременно в двух автоклавах. Первую варку доводили до конца, а вторую прекращали по завершении подъема температуры до 120 °С. Варочный раствор от второй варки в необходимом количестве использовали для приготовления варочной сульфитной кислоты для последующих двух варок. Таким образом было

Таблица 1

Но- мер вар- ки	Целлюлоза				Конечный щелок				Содержание, г/д		
	Выход отсор- тирован- ной цел- люлозы, %	Не- про- вар, %	Общий выход целлю- лозы, %	Степень делигни- фикации	Содержание, %		Титруе- мая кислот- ность мл 0,1 N NaOH на 100 мл щелока	Содер- жание органи- ческих кислот, % в пе- ресе- те на уксу- сную	рН ще- лока	сухих веще- ств	минер- альных веще- ств
					иона $SO_4^{2-}$	тио- суль- фатов					
1	56,4	0,7	57,1	52	0,175	0,019	300	1,23	2,3	80,3	21,3
3	57,3	1,0	58,3	59	0,152	0,019	360	1,52	2,3	75,0	22,3
5	56,6	0,3	56,9	49	0,160	0,020	320	1,61	2,2	80,5	21,8
6	56,0	0,5	56,5	54	0,169	0,020	400	1,51	1,9	78,8	21,3
7	55,8	0,8	56,6	54	0,167	0,020	380	1,94	2,1	79,7	21,9
9	56,8	1,1	57,9	54	0,214	0,012	440	2,12	1,8	79,9	20,8
10	56,3	1,0	57,3	54	0,197	0,015	460	2,11	1,8	80,1	21,2

$Na_2O$  и 5,5 % всего  $SO_2$ ), глубоких реакций древесины с варочным раствором к моменту оттяжки не происходило. Поэтому в условиях содово-сульфитной варки воздействие перепускного щелока на свойства получаемой целлюлозы и конечного щелока значительно слабее, чем при обычной сульфитной варке. Это связано также и с особенностью содово-сульфитной варки, когда основное количество основания задается в щелу при пропитке ее раствором соды. Следовательно, перепуск или оттяжку сульфитного варочного раствора в количестве 25 % в период подъема температуры до конечной (с температуры 120 °С) можно рекомендовать с целью экономии расхода химикатов и тепла.

Для повышения концентрации органических веществ в конечном щелоке и сокращения потребления свежей воды на сульфитную варку часть отработанного щелока можно использовать повторно [1, 4].

проведено 20 последовательных варок: 10 варок доведены до получения целлюлозы и 10 прекращены при достижении температуры 120 °С.

В табл. 1 представлены показатели целлюлозы, состав и свойства конечных щелоков для серии последовательных содово-сульфитных варок еловой древесины с использованием для приготовления варочной кислоты оттяжки варочной жидкости в количестве 25 %.

Как видно из данных табл. 1, применение оттяжки варочного раствора в количестве 25 % от объема сульфитной кислоты, задаваемой на варку, практически не оказывало влияния на выход и степень делигнификации получаемой целлюлозы. Анализ конечных щелоков показал, что на содержание сухих и минеральных веществ, а также таких сернистых соединений, как легкоотщепляемый  $SO_2$  и тиосульфат, применение оттяжки не оказывало воздействия. Можно отметить только небольшое увеличение содержания иона  $SO_4^{2-}$  в щелоке у варок 9 и 10.

Наиболее заметное влияние оттяжка оказывает на титруемую кислотность, рН щелока и содержание органических кислот. Содержание органических кислот и титруемая кислотность щелока увеличивались вплоть до варки 9; при этом рН щелока понижался с 2,3 до 1,8.

Так как оттяжку сульфитного варочного раствора производили на ранней стадии содово-сульфитной варки (оттяжка содержала 0,7 %

Нами выполнена серия содово-сульфитных варок еловой древесины с использованием для приготовления варочной кислоты оттяжки сульфитного щелока (с температуры 120 °С) в количестве 25 % и конечного сульфитного щелока в количестве 20 % от объема заливаемой на варку жидкости. Показатели целлюлозы для этой серии варок представлены в табл. 2, а состав и свойства конечных щелоков — в табл. 3. Для этой серии варок, как и для предыдущей, отмечаются небольшие колебания в выходе и степени делигнификации целлюлозы. Это объясняется тем, что трудно точно определить содержание основания в оттяжке и конечном отработанном щелоке; в связи с этим наблюдаются некоторые колебания в составе кислоты по содержанию основания.

Таблица 2

Номер варки	Выход отсортированной целлюлозы, %	Непровар, %	Общий выход целлюлозы, %	Степень делигнификации	Разрывная длина, м	Сопротивление		
						излому, ч. дв. пер.	продавливанию, кПа	раздиранию, Н
11	56,8	0,8	57,6	47	7190	2610	380	0,69
12	56,3	1,0	57,3	49	7350	2680	420	0,73
13	56,7	0,7	57,4	50	7180	2840	450	—
14	58,5	1,0	59,5	57	8150	2960	450	0,69
15	55,0	0,6	55,6	42	7450	3010	425	0,76
16	57,7	1,0	58,7	50	7840	3190	425	0,67
17	57,2	1,0	58,2	50	7970	3020	430	0,68

Таблица 3

Номер варки	Содержание, %				Титруемая кислотность, мл 0,1 N NaOH на 100 мл щелока	Содержание		рН щелока	Содержание веществ, г/л	
	иона $\text{SO}_4^{2-}$	тиосульфатов	легкоотщепляемого $\text{SO}_2$	связанного $\text{SO}_2$		органических кислот, % в пересчете на уксусную кислоту	редуцирующих веществ, %		сухих	минеральных
11	0,217	0,016	0,58	0,42	340	1,38	1,5	2,00	76,0	21,6
12	0,253	0,016	0,62	0,40	360	1,77	1,6	2,15	86,0	24,3
13	0,252	0,019	0,66	0,40	380	1,90	1,5	2,15	93,0	26,3
14	0,272	0,020	0,64	0,40	400	1,92	1,6	2,05	98,0	27,9
15	0,290	0,029	0,66	0,35	360	1,85	1,7	2,10	107,0	29,5
16	0,298	0,026	0,69	0,40	380	1,80	1,7	2,10	105,0	30,1
17	0,292	0,028	0,64	0,43	380	1,85	1,7	2,10	108,0	31,3

Как показывают данные табл. 2 и 3, использование оттяжки и отработанного щелока для приготовления варочной кислоты в пределах семи последовательных варок не снижает показатели механической прочности целлюлозы.

Многочисленное использование оттяжки и отработанного щелока для приготовления варочной кислоты приводит к увеличению содержания сухих и минеральных веществ (примерно в 1,5 раза), редуцирующих веществ, несколько повышает титруемую кислотность и количество органических кислот в щелоке. Содержание всех этих веществ в щелоке достигает равновесного состояния к пятой, шестой варкам (табл. 3, варки 15 и 16). Содержание сернистых соединений в щелоке также заметно возрастает от варки к варке. Однако содержание иона  $\text{SO}_4^{2-}$  и тиосульфата достигает наибольшей величины к пятой, шестой варкам и в дальнейшем не увеличивается.

Таким образом, при проведении содово-сульфитных варок еловой древесины можно рекомендовать использовать для приготовления варочной кислоты 25 % оттяжки и 20 % отработанного конечного щелока. Несмотря на некоторое накопление в щелоке продуктов разложения кислоты и значительное повышение содержания органических и минеральных веществ, показатели механической прочности целлюлозы не ухудшаются.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аракин И. Е., Слеповская Н. Д., Аракина Г. А. Варка целлюлозы на отработанном сульфитном щелоке. — Тр. ВШНБ, 1970, № 56, с. 3—13. [2]. Бушко Ю. Г. Разложение варочных растворов в процессе получения целлюлозы сульфитными способами: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — Л., 1974. [3]. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Т. 1. — М.: Гослесбумиздат, 1976. — 624 с. [4]. Hägglund E. Sulfitkochen mit Ablaugenzurückführung.— Das Papier, 1953, В. 7, Н. 3/4, S. 41—46.

Поступила 17 мая 1982 г.

УДК 661.183.12

### ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СЕРНЫМ АНГИДРИДОМ

Н. И. БОГДАНОВИЧ, Н. А. ПАРФЕНТЬЕВА, Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Архангельский лесотехнический институт

При обработке гидролизного лигнина (Л) серным ангидридом (СА) протекают многоплановые реакции сульфоокисления, приводящие к резкому возрастанию новообразований кислых групп в твердой фазе и частичной конверсии серного ангидрида в сернистый [2]. Практическая реализация процесса затрудняется пластификацией лигнина при обработке и запекыванием реактора в нижней его части. В некоторых случаях при интенсивных режимах обработки образуется прочная, непроницаемая для газообразного реагента корка, что усложняет ведение процесса и нарушает воспроизводимость условий.

Отмеченные явления пластификации и запекывания становятся очевидными из следующих рассуждений. Гидролизный лигнин содержит значительное количество углеводных и других компонентов, богатых гидроксильными группами. Являясь сильнейшим водоотнимающим средством, серный ангидрид приводит к их отщеплению с выделением «гидратной» воды. Взаимодействуя с этой водой, СА образует серную кислоту и дальше — олеум, который в определенных условиях и является причиной запекывания и коркообразования.

Можно предположить, что разрушив или связав гидроксильные группы в лигнине прежде чем подвергать его обработке серным ангидридом, мы тем самым устраним неблагоприятное явление. В данной работе лигнин подвергали термообработке-нагреву в инертной атмосфере до температур, превышающих термическую стабильность гидроксильных групп. При этом исследовали влияние температуры термообработки на процесс последующего сульфирования серным ангидридом и на характер поноженных новообразований отмытого от СА продукта.

Термообработку проводили в кварцевом реакторе, снабженном капиллярной трубкой для отвода выделяющихся газов. Продолжительность термообработки во всех опытах составляла 1,5 ч. Условия термообработки и выход лигнина представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	1	2	3	4	5	6
Температура обработки, °С	150	200	250	300	350	400
Выход лигнина, %	97,3	96,2	95,4	94,3	89,3	77,5

Все 6 полученных образцов подвергнуты обработке СА при расходе его 54 % к массе Л и скорости подачи СА, равной 0,025 г/г·мин. Характерно, что при обработке образцов не наблюдалось спекания частиц и образования корки; экзотермичность процесса была меньше, чем в опытах с нетермообработанным лигнином.

Т а б л и ц а 2

Номер образца лигнина	Температура процесса, °С	Проскок СА, % к заданному	Выход СГ, % к заданному СА	Выход лигнина, % к исходному (после промывки)	Содержание кислых групп в лигнине, мг·экв/г		
					Всего	Сульфокислых	Карбоксильных
1	93	1,2	11	90	4,34	0,56	0,60
2	115	1,4	23	94	4,65	0,73	0,38
3	131	0,4	18	87	5,06	0,94	0,30
4	119	0,3	22	104	4,71	1,14	0,17
5	116	0,0	24	104	4,58	0,87	0,42
6	111	0,3	22	103	3,99	0,93	0,14
Без термообработки	144	3,3	32	85	5,04	0,37	1,11

Из результатов опытов, представленных в табл. 2, следует, что предварительная термообработка Л значительно снижает проскок СА, степень восстановления СА в сернистый газ (СГ) и, что весьма, на наш взгляд, существенно, снижает (по-видимому, до полного исключения) образование растворимых продуктов реакции: выход лигнина в опытах 4—6 составляет более 100 % к исходному после стадии промывки.

Новообразование кислых групп у термообработанных лигнинов происходит с хорошим выходом, также как и у лигнина, не подвергнутого термообработке (табл. 2), причем сульфокислых групп вводится в лигнин в 1,5—3 раза больше, тогда как карбоксильных в 1,8—8,5 раз меньше.

Содержание сульфокислых групп в лигнине, в зависимости от температуры предварительной термообработки, проходит через максимум; наибольшее содержание (1,14 мг·экв/г) соответствует температуре термообработки 300 °С.

Представляет интерес изучить влияние термообработки на свойства сульфированного лигнина (содержащего поглощенный СА). Для этого брали образец 3 (см. табл. 1) и подвергали обработке СА с расходом 54 % при скорости подачи 0,025 г/г·мин.

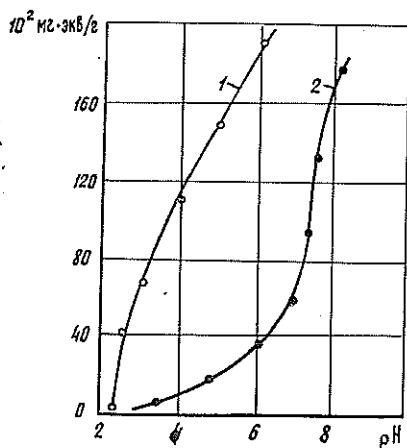
Условия термообработки сульфированного лигнина и результаты представлены в табл. 3, из которой видно, что поглощенный лигнином СА при нагревании может быть практически полностью десорбирован (степень десорбции определяется только температурой). Но так как содержание СА в газообразных продуктах термообработки незначительно, то можно предположить, что при этом он восстанавливается до

СГ, т. е. действует как окислитель сульфированного Л. Высказанное предположение подтверждается потерей массы Л в результате термообработки.

К сожалению, такая направленная обработка не приводит к дополнительному увеличению содержания кислых групп, а, наоборот, к некоторой их потере (табл. 3), что можно объяснить отщеплением их под действием высокой температуры.

Таблица 3

Температура обработки, °С	Выход		Отмыто СА после термообработки, % к заданному СА	Выход промытого продукта, % к заданному Л	Содержание кислых групп в лигнине, мг. экв/г		
	СА в газах, % к заданному СА	продукта, % к исходному лигнину			Всего	Сульфокислых	Карбоксильных
165	0,0	118	22,4	99	5,40	0,56	0,51
175	0,0	115	19,5	98	4,94	0,42	0,34
200	0,6	106	7,2	96	4,89	0,52	0,14
225	0,6	102	1,9	93	4,75	0,37	0,12
250	1,9	100	1,5	95	4,44	0,17	0,16
275	3,7	95	1,0	92	4,19	0,12	0,10



Зависимость катионообменных свойств образцов от pH раствора.

1 — после сульфирования; 2 — после сульфирования и термообработки.

Что касается катионообменных свойств получаемых образцов, то они претерпевают заметные изменения в сравнении с образцами, получаемыми без термообработки (см. рис.).

На рисунке представлены опытные данные, характеризующие изменение катионообменных свойств образца 3 (табл. 1), сульфированного серным ангидридом, а также этого же образца, термообработанного при температуре 200 °С после сульфирования, в зависимости от pH раствора.

Исследование проводили по известной методике [1]. Из представленных на рисунке кривых явно следует, что термообработка сульфированного лигнина резко изменяет его катионообменные свойства, причем преимущественно за счет уменьшения содержания сильноокислых ионогенных групп.

Таким образом, предварительная термообработка лигнина перед контактом с СА улучшает условия сульфирования и снижает выход растворимых продуктов. Также улучшается катионообменная характеристика продуктов. При нагревании лигнина, содержащего поглощенный СА, происходит восстановление последнего до СГ и удаление с поверхности реагирования. Катионообменная характеристика продуктов при этом ухудшается.



## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Айвазов Б. В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции.— М.: Высш. шк., 1973, с. 159—160. [2]. Богданович Н. И., Гельфанд Е. Д., Парфентьева Н. А. Исследование взаимодействия гидролизного лигнина в твердой фазе с газообразным серным ангидридом. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 4, с. 98—102.

Поступила 7 июня 1982 г.

УДК 674.049.3

## ДЫМООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ИХ ГОРЕНИЯ

А. А. ЛЕОНОВИЧ, Э. В. АНИ, В. С. ИЛИЧКИН,  
В. Н. БУТИН, Г. Н. ГРИГОРЬЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Ленинградский филиал ВНИИПО

Огнезащитная обработка древесины, особенно древесных плитных материалов, расширяет возможности использования их в строительстве. Но горючесть не полностью определяет пожарную опасность материала. Все больше внимания уделяется таким показателям, как дымообразующая способность и токсичность продуктов горения. Предпринимаются попытки установить влияние антипиренов на эти показатели. По огнезащищенным древесным материалам таких сведений мало, и они часто противоречивы [6], что обусловило проведение настоящего исследования.

В качестве объектов исследований выбраны древесина сосны и древесноволокнистые плиты (ДВП). Образцы древесины обрабатывали водными растворами антипирена КМ (продукт конденсации ортофосфорной кислоты и мочевины [3]), а также широко распространенным антипиреном 13 (смесь фосфата и сульфата аммония в соотношении 1:1); чистое поглощение сухих солей составило около 70 кг/м<sup>3</sup>. Кроме того, имелись образцы древесины, обработанные антипиреном 13 на деревообрабатывающем заводе методом глубокой пропитки под давлением с поглощением сухих солей 110±10 кг/м<sup>3</sup>. Антипирен КМ при сушке древесины или горячем прессовании плит вступает во взаимодействие с древесным комплексом, антипирен 13 в этих условиях не взаимодействует.

Из волокна, обработанного антипиреном КМ с массовым содержанием 22,4 %, прессовали ДВП с использованием связующего (феноло-формальдегидная смола) и без него.

Характеристика образцов огнезащищенной ДВП (ОДВП): 1) твердые, плотность 1080 кг/м<sup>3</sup>, потеря массы при испытании в огневой трубе 8—12 % без самостоятельного горения, показатель горючести по методу калориметрии 0,46; 2) изготовлены на вспенивающейся феноло-формальдегидной композиции при массовой доле 10 %, плотность 450 кг/м<sup>3</sup>. В качестве контрольных материалов использовали необработанную древесину сосны и образцы твердых ДВП плотностью 980 кг/м<sup>3</sup>, соответствующих ГОСТу 4598—74.

Дымообразующую способность материалов и токсичность продуктов их горения определяли по методикам [1] на воздушносухих образцах.

Согласно [1], дымообразование измеряли в двух режимах: пламенного горения (когда поверхность образца облучали тепловым потоком, создающим на ней температуру 750 °С, а для воспламенения выделяющихся горючих летучих продуктов дополнительно использовали запальник) и беспламенного горения-тления (при температуре поверхности образца 400 °С без запальника). Для некоторой части образцов условия испытания изменяли: дымообразование определяли на поверхности образца в широком диапазоне температур — от 200 до 850 °С как с запальным пламенем, так и без него. Коэффициент дымообразования  $D_m$  рассчитывали на исходную массу образца.

Токсичность продуктов горения определяли при разложении образцов в кварцевой трубе диаметром 40 мм при температуре 600 и 850 °С и расходе воздуха, поступающего в зону горения, 0,5 л·мин<sup>-1</sup>. В камере объемом 50 л проводили затравку животных статическим способом. Для каждого опыта брали по 10 белых мышей массой

18—22 г. Продолжительность экспозиции 5 мин. Для сравнительной оценки материалов использовали токсиметрический показатель  $H_{CL_{50}}$  (масса материала, необходимая для создания в 1 м<sup>3</sup> воздуха концентрации продуктов горения, смертельной для 50 % подопытных животных). Чем меньше  $H_{CL_{50}}$ , тем выше токсичность продуктов горения. Значения  $H_{CL_{50}}$  рассчитывали по результатам экспериментальных исследований зависимости масса материала — смертность животных по методу наименьших квадратов [4]. Другие оценочные показатели: потеря массы образцами за время термического воздействия; уровень выделения из них окиси углерода (СО); содержание карбоксигемоглобина (НbСО) в крови подопытных животных. Концентрацию СО в заправочной камере измеряли с помощью автоматического газоанализатора ОА 2109М. Содержание НbСО в крови определяли спектрофотометрическим методом [2].

Исследования показали, что с повышением интенсивности теплового излучения происходит более глубокое разложение материала. При этом увеличивается количество летучих продуктов и частиц, растет

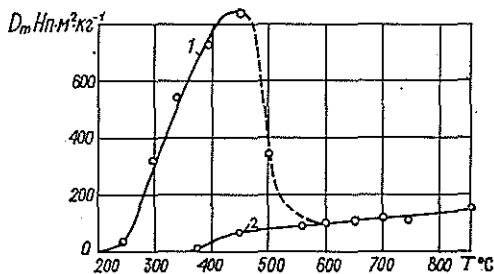


Рис. 1. Зависимость коэффициента дымообразования древесины сосны от температуры на поверхности образца в режимах испытаний.

1 — без запальника; 2 — с запальником.

плотность дыма. Как видно из рис. 1, режим испытания оказывает значительное влияние на дымовыделение. Характер кривых 1 и 2 существенно различен. При испытаниях с запальным пламенем (режим пламенного горения — кривая 2) выделение дыма медленно увеличивается с ростом температуры. На кривой 1 (испытания без запальника) можно выделить три участка: первый — от 200 до 450 °C, где происходит термическое разложение древесины в условиях беспламенного горения (тления), а дымовыделение увеличивается с ростом температуры; второй — от 450 до 600 °C — участок смешанного горения (на рисунке указан пунктирной линией), где беспламенное горение переходит в пламенное, а дымовыделение уменьшается с ростом температуры; третий — от 600 до 850 °C; на нем происходит пламенное горение, а дымовыделение уменьшается с ростом температуры; третий — от 600 до 850 °C; на нем происходит пламенное горение, а дымовыделение медленно увеличивается с ростом температуры. На данном участке кривые 1 и 2 сливаются.

Экспериментальные данные аппроксимируются следующими линейными зависимостями:

режим тления

$$D_m = 490 + 4(T - 350); \quad 200 \leq T \leq 450 \text{ } ^\circ\text{C};$$

При вероятности  $p = 0,95$  коэффициент корреляции  $r = 0,972$ , а ошибка в определении значения  $D_m$  составляет  $\pm 50$  Нп · м<sup>2</sup>/кг;  
режим горения (с запальником)

$$D_m = 120 + 0,2(T - 650); \quad 450 \leq T \leq 850 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

При вероятности  $p = 0,95$  коэффициент корреляции  $r = 0,958$ , а ошибка в определении  $D_m$  составляет  $\pm 9$  Нп · м<sup>2</sup>/кг.

Плотность дыма максимальна непосредственно перед воспламенением, когда тление переходит в пламенное горение. После этого количество органических соединений в газовой фазе резко уменьшается в результате сгорания, а продукты горения обуславливают дымообразование по механизму, связанному с реакциями циклизации в полициклические ароматические углеводороды большой молекулярной массы. Эти соединения конденсируются в жидкие капли, а затем карбонизируются в твердые частицы [5].

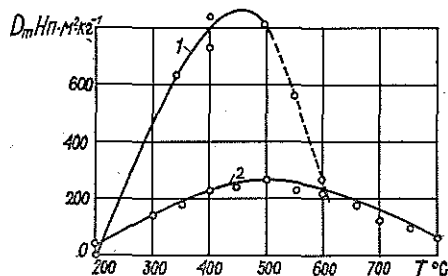
Т а б л и ц а 1

## Дымообразование ДВП и древесины сосны, обработанной антипиринами

Материал	Коэффициент дымообразования $D_m$ , Нл. м <sup>2</sup> , для режима	
	тления (400 °С)	горения (750 °С)
Древесина сосны с антипирином 13 (поглощение сухих солей 70 кг/м <sup>3</sup> )	110+10	29+5
Древесина сосны с антипирином 13 (поглощение сухих солей 110 кг/м <sup>3</sup> )	48+4	36+5
Древесина сосны с антипирином КМ (поглощение сухих солей 70 кг/м <sup>3</sup> )	176+16	30+4
Древесина сосны необработанная (контроль)	717+42	136+9
ОДВП твердая без связующего	218+19	83+16
ОДВП твердая со связующим	233+20	95+19
ДВП твердая необработанная (контроль)	820+24	—

Огнезащитная обработка может изменять дымообразование как в сторону увеличения (если материал не горит, а разлагается в режиме тления), так и в сторону уменьшения, поскольку большая часть углерода удерживается в твердом остатке. Экспериментальные данные, приведенные в табл. 1, указывают на существенное снижение дымообразования в обоих режимах. Вместе с тем, как обработанные, так и необработанные материалы при тлении выделяют дыма больше, чем при горении.

Рис. 2. Зависимость коэффициента дымообразования ДВП (кривая 1) и ОДВП (кривая 2) от температуры на поверхности образца (испытание без запальника). Пунктиром обозначен участок смешанного горения.



Результаты испытания ДВП при различной интенсивности теплового потока без запального пламени (рис. 2) подтверждают тот факт, что антипирен КМ ингибирует дымообразование, а максимум сдвигается в область больших значений температуры, поскольку количество образующихся горючих продуктов разложения достигает концентрационного предела воспламенения при более жестких условиях.

Результаты испытаний материалов по оценке токсичности продуктов горения представлены в табл. 2, из данных которой видно, что опас-

ность токсического воздействия возрастает с повышением температуры испытания материалов. Но вместе с тем, при обоих температурных режимах обнаруживаются существенные различия между огнезащищенными и контрольными образцами. Под влиянием антипиренов токсическое действие летучих продуктов, образующихся при температуре 600 °С, ослабляется в 2—2,7 раза, а при температуре 850 °С — в 1,5—1,8 раза. Для огнезащищенных материалов характерна также меньшая степень разложения при термическом воздействии. Так, при температуре 850 °С потеря массы образцов составляет 60—75 %, тогда как у контрольных — 92—94 %.

Таблица 2

Показатели опасности токсического воздействия продуктов горения  
древесных материалов

Материал	$H_{CL_{50}}$ г/м <sup>3</sup>	$H_{CL_{50}}$ г/м <sup>3</sup>	$\Delta m$ %	$\frac{H_{CL_{50}} \Delta m}{100}$ г/м <sup>3</sup>	СО мг/г	НЬСО %
	при температуре испытания, °С					
	600	850				
Древесина сосны	248	70±2	94	65,8	212	54±3
Древесина сосны, обработанная антипиреном 13 (заводские образцы)	498	108±4	75	81,0	107	46±1
Древесина сосны, обработанная антипиреном КМ	600	108±6	74	79,9	84	47±2
ДВП	179	98±6	92	90,2	250	55±3
ОДВП	430	108±4	60	64,8	72	44±1
ОДВП со связующим	500	176±6	69	121,4	103	49±3

Нормирование данных  $\frac{H_{CL_{50}} \Delta m}{100}$  показало, что снижение токсического эффекта летучих продуктов под влиянием огнезащиты определяется не только уменьшением степени разложения образцов. При наличии в материалах антипиренов процесс термического разложения претерпевает и качественные изменения, приводящие к снижению выделения СО (как на единицу исходной, так и потерянной массы) и ее токсикологической значимости.

Как известно, роль СО в токсическом эффекте продуктов горения считается доминирующей, если при массе, соответствующей  $H_{CL_{50}}$ , в крови подопытных животных обнаруживается 50—60 % НЬСО. В настоящей работе такой уровень НЬСО установлен лишь в опытах с необработанными древесными материалами. При испытаниях огнезащищенных материалов отмечена тенденция к снижению содержания НЬСО в крови подопытных животных, что также указывает на изменение состава продуктов горения и увеличение «вклада» других компонентов продуктов горения в общий токсический эффект.

В заключение следует сказать, что огнезащитная обработка снижает дымообразующую способность и токсичность продуктов горения древесных материалов. Огнезащищенные древесные материалы при кратковременном термическом воздействии (5 мин) разлагаются с выделением менее токсичных летучих продуктов по сравнению с материалами необработанными; причем с понижением температуры это различие увеличивается.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 12.1.017—80 ССБТ. Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических органических продуктов. [2]. Иванова Ф. А., Гофман И. А. Спектрофотометрическое определение  $\text{HbCO}$  в малом количестве крови: Докл. 6-й науч. конф. Новокузнец. пед. ин-та по биол. наукам.—Новокузнецк, 1963, с. 5—8. [3]. Леонович А. А. Теория и практика изготовления огнезащищенных древесных плит. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — 176 с. [4]. Прозоровский В. Б. Использование метода наименьших квадратов для пробит-анализа кривых летальности. — Фармакология и токсикология, 1962, 1, с. 115—119. [5]. Теснер П. А. Образование сажи при горении. — Физика горения и взрыва, 1972, № 2, с. 3—14. [6]. Hall G. S., Saunders R. G., Allcorn R. T. Fire performance of timber — literature survey, published by Timber Research and Development Association (TRADA), Hughenden Valley, High Wycombe Books, 1977. — 422 p.

---

Поступила 9 апреля 1982 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.314.72

**О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
ФОНДА МАТЕРИАЛЬНОГО ПООЩРЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА***И. М. СИНЯКЕВИЧ*

Львовский лесотехнический институт

Стимулирование повышения эффективности производства в лесной промышленности имеет ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать при выборе фондообразующих показателей и разработке фондообразующих нормативов. Так, на предприятиях лесной промышленности интенсивно развивается интеграция лесозаготовительного производства и других отраслей. В леспромпхозах развивается деревообработка, которая в некоторых предприятиях составляет более 50 % товарной продукции. В Украинской ССР созданы и успешно развиваются комплексные лесные предприятия (КЛП), созданные на базе комбинирования лесозаготовительного, лесохозяйственного, деревообрабатывающего (включая мебель) и лесохимического производств.

Опыт работы КЛП Прикарпатского производственного лесозаготовительного объединения им. 60-летия Советской Украины одобрен ЦК КПСС.

Во многих КЛП доля продукции лесозаготовительного производства незначительна. Так, в производственном лесозаготовительном объединении им. 60-летия Советской Украины продукция лесозаготовок составляет лишь 14,3 % товарного выпуска продукции, в Брошневском лесокомбинате — 5,9 %, Болеховском — 7,3 %, Надвоянском — 7,6 %. Но от выполнения плана по вывозке зависит выполнение плановых заданий в других производствах. Значительная часть древесины заготавливается в лесохозяйственном производстве — в порядке рубок ухода за лесом и санитарно-выборочных.

Система фондообразующих показателей и нормативов, в первую очередь, должна стимулировать развитие потребления древесины в производствах, осуществляющих ее глубокую механическую и химическую переработку. В связи с техническим прогрессом в отраслях глубокой переработки древесины КЛП имеют возможность осуществлять промышленную переработку мелкой древесины и древесной зелени, заготовленных при проведении осветлений и прочисток, и удовлетворять потребности народного хозяйства в такой ценной продукции, как древесные плиты, хвойно-витаминная мука и др.

Особенно активным должно быть стимулирующее воздействие в районах с развитой промышленностью, обеспеченных трудовыми ресурсами, развитыми путями транспорта, в которых имеются экономические предпосылки для комплексного освоения и эффективного потребления лесосырьевых ресурсов.

Учитывая изложенное, плановые нормативы отчислений прибыли в фонд материального поощрения рекомендуется устанавливать за каждый кубометр вывезенной древесины с дифференциацией по экономическим условиям сосредоточения лесосырьевых ресурсов, видам поль-

зования (главному, промежуточному) и коэффициенту использования лесосечного фонда, определяемому отношением вывезенной древесины к отпущенной в рубку\*.

Чтобы усилить стимулирование повышения качества лесоматериалов, плановые нормативы отчислений от балансовой прибыли в фонд материального поощрения за каждый кубометр вывезенной древесины рекомендуется дифференцировать по следующим группам:

лесоматериалы, предназначенные на экспорт;

деловые лесоматериалы, реализуемые внутри страны, включая технологические дрова, технологическую щепу, выработанную в лесу на передвижных рубительных установках и вывезенную на нижние склады или пункты потребления;

дрова для отопления, сырье древесное тонкомерное.

Дифференциация фондообразующих нормативов по указанным группам будет стимулировать производство лесоматериалов на экспорт, комплексное и эффективное потребление древесины.

Уровень плановых нормативов отдельным КЛП целесообразно устанавливать с учетом коэффициента использования лесосечного фонда. Наиболее высокие нормативы отчисления в фонд материального поощрения доводить комплексным и специализированным лесозаготовительным предприятиям, обеспечивающим стопроцентное использование лесосечного фонда по главному пользованию, более низкие — при неполном использовании части лесосечного фонда.

При определении степени дифференциации плановых нормативов в зависимости от уровня использования лесосечного фонда целесообразно учитывать экономические условия района расположения лесозаготовительных предприятий. Так, в районах с развитой промышленностью и сельским хозяйством, путями транспорта, в условиях высокой обеспеченности трудовыми ресурсами она должна быть более выраженной, чем для предприятий, расположенных в малообжитых районах и удаленных от потребителей низкокачественной древесины.

Целесообразно устанавливать несколько повышенные плановые нормативы отчислений в фонд материального поощрения за продукцию от рубок промежуточного пользования. Такие нормативы будут учитывать дополнительные усилия предприятия, вызванные более сложными природно-экономическими условиями заготовки древесины при рубках промежуточного пользования. Кроме того, повышенные нормативы будут стимулировать развитие рубок ухода и санитарно-выборочных, что сыграет положительную роль в повышении продуктивности лесов и усилении выполняемых ими защитных и рекреационных функций.

Так как древесина, долго находящаяся в лесу, может из деловой превратиться в низкокачественную, при начислении фонда материального поощрения следует принимать в расчет фактический объем вывезенной древесины за минусом сверхнормативных ее запасов в лесу, на промежуточных и конечных складах.

Для стимулирования повышения эффективности лесозаготовительного и перерабатывающих производств КЛП в практику планирования

\* Условия зачисления древесины в объем вывозки определяются пп. 160—168 «Типовой инструкции к составлению отчетов промышленных предприятий о выполнении плана по продукции», утвержденной 11 мая 1971 г. № 4—102. Было бы целесообразно в объем вывозки зачислять технологическую щепу, выработанную на передвижных рубительных установках в лесу и вывезенную на нижние склады или в пункты потребления, и внести соответствующие дополнения в указанную инструкцию.

и экономического стимулирования необходимо внедрить показатели, характеризующие эффективность освоения лесосечного фонда и использования древесного сырья. Могут быть приняты два показателя: выпуск товарной продукции лесозаготовки на 1 м<sup>3</sup> лесосечного фонда и товарная (или нормативно-чистая) продукция деревообрабатывающих производств, приходящаяся на 1 м<sup>3</sup> потребленной древесины. Выше указанные фондообразующие показатели будут стимулировать развитие комплексного освоения лесосечного фонда, эффективное потребление древесного сырья, сокращение поставок низкосортной древесины из многолесных районов.

Поступила 16 октября 1981 г.

УДК 658.511.54

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ЛУЧШИХ РАБОЧИХ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ

Е. С. РОМАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

В методических указаниях Госплана и ЦСУ СССР и отраслевых инструкциях по определению производственных мощностей неизменно указывается, что производительность оборудования (или трудоемкость продукции) следует принимать по выработке 20—25 % лучших рабочих. Как установить этот уровень по материалам отчетности?

Источником сведений по данному вопросу является статистическая форма 4 т (пром) «Отчет о выполнении норм выработки и состоянии нормирования труда». В ней приводятся сведения о выполнении норм выработки рабочими-сдельщиками с выделением рабочих основных и вспомогательных цехов и ведущих профессий. По каждой специальности общее число рабочих распределяется на семь групп (интервалов) и вычисляется средний процент выполнения (см. табл.).

Распределение рабочих по уровню выполнения норм

Специальность	Распределение рабочих по степени выполнения норм выработки, %							Итого	Средний процент выполнения норм выработки
	до 100	100—105	105—110	110—120	120—130	130—150	от 150 и выше		
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Машинист тепловоза	10	7	2	9	8	3	5	44	117,3

В примерах, приводимых в литературе, число лучших рабочих всегда точно совпадает с их числом в графах 5—7 формы 4 т. Например, при том числе лучших рабочих, какое дано в графах 5—7 таблицы, общее число рабочих (графа 8) подбирают 32, 40, 64 или 80, т. е. так, чтобы 20—25 % от него составляло ровно 8 или 16. В действительности такое соответствие может встретиться чисто случайно. Поэтому мы вывели формулу, позволяющую рассчитать интересующую нас выработку 20—25 % лучших рабочих при любом распределении рабочих по графам формы 4 т. Рассмотрим этот вопрос на примере.



По графе 8 находим число рабочих данной профессии и подсчитываем от него 1/4 или 1/5. Так, при общем числе машинистов тепловозов 44 группы лучших рабочих составят: 20 % — 9 чел., 25 % — 11 чел.

Сведения о лучших рабочих представлены в правой части формы. Поэтому нужную нам численность группы лучших, например, 11 человек, сравниваем с числом рабочих сначала в графе 7 (их 5), затем в двух графах 6 и 7 (их 8). Это все еще меньше 11. Следовательно, надо присоединить еще графу 5. В ней 8 рабочих, а всего в трех графах 16. Требуется найти средний процент выполнения норм для 11 человек из этих 16.

Средний процент находят как средневзвешенный по числу рабочих. Для каждого интервала средний процент равен полусумме его границ; например, для интервала 6 (от 130 до 150 %) средний процент равен 140. Для крайнего правого, наивысшего интервала средняя настолько же больше границы, как и для смежного с нею: в данном случае на 10 % и, следовательно, равна 160 %.

Если обозначить  $i$  — номер интервала,  $n_i$  — число рабочих в  $i$ -том интервале,  $P_i$  — средний процент для интервала, то искомая величина

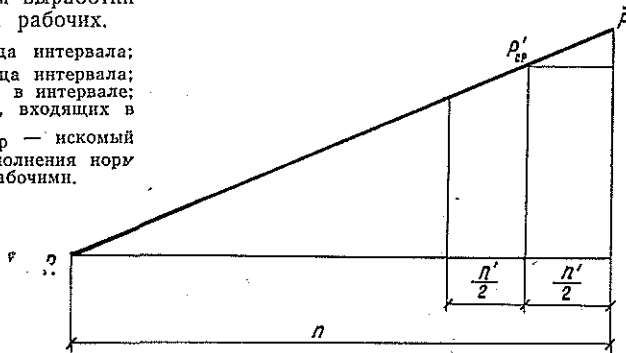
$$P_{\text{ср}} = \frac{P_7 n_7 + P_6 n_6 + P'_5 n'_5}{n_7 + n_6 + n'_5} = \frac{\sum P_i n_i}{\sum n_i}.$$

Здесь численность рабочих и средний процент для пятого интервала обозначены штрихом, так как в расчет принимаются не все 8 рабочих этого интервала, а только те, кто входит в число лучших (у нас — трое).  $\sum n_i = 11$ .

В формуле известны все величины, кроме  $P'_5$ . Ее нельзя принять как среднюю для пятого интервала, так как это была бы средняя для восьми рабочих, а нам надо найти среднюю только для трех из них, притом самых лучших.

Определение среднего процента выполнения норм выработки группой лучших рабочих.

$P$  — нижняя граница интервала;  
 $\bar{P}$  — верхняя граница интервала;  
 $n$  — число рабочих в интервале;  
 $n'$  — число рабочих, входящих в группу лучших;  $P'_{\text{ср}}$  — искомый средний процент выполнения норм  $n'$  лучшими рабочими.



Нахождение этой частной средней  $P'_{\text{ср}}$  покажем графически (см. рис.). Из подобия треугольников нетрудно вывести:

$$\frac{\bar{P} - P'_{\text{ср}}}{\bar{P} - P} = \frac{n'/2}{n},$$

откуда

$$P'_{\text{ср}} = \bar{P} - (\bar{P} - P) \frac{n'}{2n}.$$

В нашем примере  $\underline{P} = 120$ ,  $\overline{P} = 130$ ,  $n = 8$ ,  $n' = 3$ .

Находим

$$P'_5 = 130 - (130 - 120) \cdot \frac{3}{2 \cdot 8} = 128,1 \%$$

Средний процент выполнения норм выработки нашими 11 лучшими машинистами составит

$$P_{\text{ср}} = \frac{160 \cdot 5 + 140 \cdot 3 + 128,1 \cdot 3}{5 + 3 + 3} = 145,8 \%$$

Полученный процент выполнения норм лучшими рабочими можно использовать для расчета производственной мощности. Для этого надо умножить на него действующую норму выработки. Нормы, естественно, должны быть те же, для которых составлена форма 4 т (пром). В случае пересмотра норм нетрудно сделать пересчет.

Поступила 8 июля 1982 г.

УДК 65.014.001.572

## К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ БАЛАНСА ПОТРЕБЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ЕГО КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

П. С. ГЕЙЗЛЕР, Г. А. КНЯЗЕВА

Карельский и Коми филиалы АН СССР

Балансовый метод нашел широкое применение при обосновании размещения лесной и лесоперерабатывающей промышленности страны. Однако при составлении балансов древесного сырья в течение многих лет главное внимание уделялось получению круглого леса и пиломатериалов, при этом задача комплексного использования сырья не принималась, по существу, в расчет. В современных условиях, когда перед лесной промышленностью стоит задача рационального использования лесосырьевых ресурсов, в балансах производства и потребления древесины должна учитываться комплексная переработка сырья.

С этой целью нами разработана экономико-математическая модель оптимизации районного баланса потребления древесного сырья на основе его комплексного использования. Она является модификацией модели комплексного использования древесного сырья и определения структуры лесоперерабатывающей промышленности, которая разработана А. П. Петровым и П. С. Гейзлером [3]. По первоначальной модели согласно структуре древесного сырья в данном регионе осуществляется оптимальное распределение видов сырья по производствам. В модели оптимизации рассматривается весь баланс древесного сырья и направления его использования, включая потребление его в круглом виде.

Основной теоретический и методологический вопрос оптимизационных решений — выбор критерия оптимальности. Для нашей цели наиболее приемлем показателем расчетной прибыли. Он отражает дифференциацию самого древесного сырья, направления переработки по видам производства и варианты организации производственного процесса по типовым мощностям.

Расчетную прибыль как показатель эффективности переработки древесного сырья на ту или иную продукцию можно определить по формуле:

$$P_{ijk} = \frac{Z_j - C_{ijk} - wK_{ijk} - S_i b_{ij}}{b_{ij}}, \quad (1)$$

где  $P_{ijk}$  — эффективность (расчетная прибыль) использования  $i$ -того вида сырья в  $j$ -том производстве по  $k$ -тому варианту типовой мощности;

$Z_j$  — оптовая цена единицы  $j$ -того вида продукции;

$C_{ijk}$  — затраты на производство  $j$ -той продукции из  $i$ -того вида сырья при изготовлении продукции по  $k$ -тому варианту типовой мощности;

$w$  — норматив платы за фонды или коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений;

$K_{ijk}$  — стоимость основных производственных фондов или капиталовложения на единицу  $j$ -той продукции при переработке  $i$ -того вида сырья по  $k$ -тому варианту типовой мощности;

$S$  — цена единицы  $i$ -того вида сырья;

$b_{ij}$  — расход  $i$ -того сырья на единицу  $j$ -того вида продукции.

Использование расчетной прибыли вместо прибыли от реализации товарной продукции дает возможность сопоставить различные перерабатывающие производства независимо от уровня фондоемкости продукции.

Расчетная прибыль определяется для комплекса лесоперерабатывающих предприятий, действующих и рекомендуемых к строительству. В расчетах должна быть обеспечена сопоставимость оценки основных производственных фондов, капитальных вложений, продукции, древесного сырья.

Сущность задачи оптимизации баланса производства и потребления древесины сводится к распределению ресурсов по существующим и рекомендуемым новым перерабатывающим производствам в регионе с учетом удовлетворения потребностей в круглом лесе как внутри, так и за пределами района. Это достигается за счет использования различных качественных групп древесины и отходов таким образом, чтобы народнохозяйственный эффект, измеренный расчетной прибылью на 1 м<sup>3</sup> потребленного сырья, достигал максимума.

Ниже приводится математическая модель оптимизации районного баланса производства и потребления древесного сырья. Введем обозначения:

$i$  — номер вида сырья;

$i_1$  — номер вида первичного сырья;

$i_2$  — номер вида вторичного сырья;

$j$  — номер вида продукции;

$k$  — номер варианта типовой мощности;

$l$  — номер существующего предприятия;

$r$  — направление использования древесного сырья без переработки;

$s$  — направление вывоза древесины за пределы региона;

$m$  — целые числа;

$A_i$  — объем  $i$ -того вида сырья;

$A_{i_1}$  — объем  $i$ -того вида первичного сырья;

$A_{i_2}$  — объем  $i$ -того вида вторичного сырья;

$B_{jk}$  — объем производства  $j$ -той продукции по  $k$ -тому варианту типовой мощности;

$b_{ij}$  — выход  $j$ -того вида продукции из единицы  $i$ -того вида сырья;

$Q_{jl}$  — объем производства  $j$ -той продукции на  $l$ -м предприятии;

- $D_r$  — объем древесного сырья, потребляемого внутри региона без переработки;
- $Q_s$  — объем вывоза в  $s$ -м направлении;
- $\gamma_{j_1 i_2}$  — норма образования вторичного сырья вида  $i_2$  при переработке первичного сырья  $i_1$   $j$ -тым производством;
- $P_{ijk}$  — расчетная прибыль на единицу  $i$ -того вида сырья, используемого в  $k$ -том варианте типовой мощности, а также на  $l$ -м существующем предприятии при выпуске  $j$ -того вида продукции;
- $x_{ijk}$  — искомый объем  $l$ -того вида сырья, потребляемого  $j$ -тым производством по  $k$ -той типовой мощности;
- $y_{ijl}$  — объем  $i$ -того вида сырья, потребляемого  $j$ -тым производством на  $l$ -м существующем предприятии;
- $z'_{ir}$  — объем  $i$ -того вида сырья, используемого на удовлетворение потребности региона в  $r$ -м направлении использования древесины без переработки;
- $z''_{is}$  — объем  $i$ -того вида сырья, используемого для удовлетворения потребности в  $s$ -м направлении вывоза древесины за пределы рассматриваемого региона.

Экономико-математическую модель районного баланса производства и потребления древесины можно получить, если максимизировать функцию

$$\sum_{i, j, k} P_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i, j, l} P_{ijl} y_{ijl} \rightarrow \max \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{j, k} x_{ijk} + \sum_{j, l} y_{ijl} + \sum_r z'_{ir} + \sum_s z''_{is} \leq A_i; \quad (3)$$

$$\sum_{j, k} x_{i_1 j k} + \sum_{j, l} y_{i_1 j l} + \sum_r z'_{i_1 r} + \sum_s z''_{i_1 s} \leq A_{i_1}; \quad (4)$$

$$\sum_{i, k} x_{i_2 j k} + \sum_{j, l} y_{i_2 j l} + \sum_r z'_{i_2 r} + \sum_s z''_{i_2 s} \leq A_{i_2}; \quad (5)$$

$$\sum_l y_{ijl} b_{ij} = Q_{jl}; \quad (6)$$

$$\sum_i x_{ijk} b_{ij} = mB_{jk}; \quad (7)$$

$$\sum_l z'_{ir} = D_r; \quad (8)$$

$$\sum_i z''_{is} = G_s; \quad (9)$$

$$\sum_{i, j, k} x_{i_1 j k} \gamma_{j i_1 i_2} + \sum_{i, j, l} y_{i_1 j l} \gamma_{j i_1 i_2} = A_{i_2}; \quad (10)$$

$$x_{ijk} \geq 0; \quad (11)$$

$$y_{ijl} \geq 0; \quad (12)$$

$$z'_{ir} \geq 0; \quad (13)$$

$$z''_{is} \geq 0. \quad (14)$$

Приведенная целевая функция (1) максимизирует суммарный эффект от использования древесных ресурсов только на переработку внутри региона. Эффективность потребления древесины в круглом виде и вывоза ее за пределы региона не учитывается. Это находит отражение в ограничениях.

Ограничения (3)—(5) — это ограничения по наличию сырьевых ресурсов; (6)—(9) — по объемам производства продукции и направлениям использования без переработки внутри региона и для целей вывоза его за пределы; (10) — отражает процесс образования и использования ресурсов вторичного древесного сырья; (11)—(14) — требование неотрицательности неизвестных.

Решение задачи по такой модели возможно на ЭВМ с помощью симплексного метода линейного программирования. Результаты решения позволяют, с одной стороны, разработать конкретные мероприятия по вовлечению в промышленную переработку всех видов имеющихся древесных ресурсов и, с другой, распределить древесное сырье по направлениям использования с наибольшим экономическим эффектом в зависимости от его размерно-качественных характеристик.

Сфера применения данной модели достаточно широка. Так, при обосновании направлений развития лесопромышленного производства в регионах модель позволит определить пути развития в регионе отдельных производств лесоперерабатывающей промышленности. Кроме того, модель может быть использована проектными институтами (Гипролестрансом, Гипролеспромом) при разработке генеральных схем развития и размещения производительных сил региона и перспектив развития лесных отраслей. В целом нам представляется, что в ближайшей перспективе вопросы комплексного использования древесного сырья на региональном уровне целесообразно решать на базе этой модели илх ее модификаций.

К настоящему времени накоплен некоторый опыт практического применения данной и аналогичных моделей. Экспериментальные расчеты выполнены по всем районам Европейского Севера и Свердловской области [1, 2].

Так, решение по Мурманской области позволило установить возможность дополнительного развития производства древесностружечных плит и высвобождения части еловой маломерной древесины, которая может быть направлена на Кондопожский ЦБК (Карельская АССР). Решение по Карельской АССР указывает на возможность создания здесь мощности по производству древесностружечных плит. Решение по Коми АССР позволяет наметить направления дальнейшего развития лесоперерабатывающей промышленности республики путем создания новых мощностей по производству пиломатериалов (до 600 тыс. м<sup>3</sup>), целлюлозы (до 1 млн. т), ДСП (до 400 тыс. м<sup>3</sup>), ДВП (до 40 млн. м<sup>2</sup>) и фанеры (100 тыс. м<sup>3</sup>).

Рассмотренная модель является составной частью системы моделей развития и размещения региональных лесопромышленных комплексов. На последующих этапах исследований должны быть решены вопросы внутрирайонного размещения всех новых производств, как это было сделано при исследованиях по Свердловской области [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гейзлер П. С., Жуков Г. Д. Комплексное использование ресурсов древесного сырья. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981. [2]. Князева Г. А., Гейзлер П. С. Проблема оптимизации структуры лесопромышленного комплекса в условиях Тимано-Печорского ТПК. — Сыктывкар, 1981, (Препринт науч. докл.). [3]. Петров А. П.,

Гейзлер П. С. Модель оптимизации комплексного использования древесного сырья в лесоперерабатывающей промышленности. — Экономика и математические методы, 1976, № 6.

Поступила 19 апреля 1982 г.

УДК 65.012.65

## ПРОЦЕСС КООПЕРИРОВАНИЯ КАК СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ

А. Н. ВИЧЕВИЧ

Львовский лесотехнический институт

Основным конструкционным материалом в производстве мебели являются древесностружечные плиты. Исследования показали, что на современном этапе усилия должны быть направлены на развитие и углубление технологической специализации и тесно связанного с ней производственного кооперирования предприятий, выпускающих щитовые элементы мебели. Развитие технологической специализации даст возможность вывести изготовление щитовых элементов мебели на рельсы крупносерийного производства, что будет способствовать развитию техники, внедрению прогрессивной технологии и высокопроизводительного оборудования, комплексной механизации и автоматизации производства.

Концентрация производства щитовых элементов мебели на базовых предприятиях позволит максимизировать загрузку высокопроизводительных технологических линий, которая в настоящее время составляет 25—30 % [2]. Кроме того, при переходе предприятий-потребителей щитовых элементов мебели на отделочно-сборочный режим высвободятся значительные производственные площади и увеличится объем производства мебели без дополнительных капитальных вложений на строительство.

Изучение показало, что базовыми предприятиями по производству щитовых элементов могут быть как заводы ДСП, так и мебельные предприятия. Первые должны размещаться вблизи сырьевой базы, а последние в непосредственной близости к заводам древесностружечных плит, что будет способствовать концентрации и комплексному использованию отходов, а также окажет непосредственное влияние на охрану окружающей среды.

Предприятия, использующие щитовые элементы мебели, следует приближать к рынкам сбыта, т. е. к потребителю готовой продукции, в целях сокращения расходов на транспортировку мебели, средняя дальность перевозок которой постоянно растет.

Производство и потребление щитовых элементов мебели немислимо без упорядочения и развития производственного кооперирования, представляющего сложный процесс производственных связей изготовителей с потребителями продукции (деталей, узлов, изделий), изготовленной по заказу (спецификациям, чертежам и т. д.) последнего; этот процесс имеет определенные стадии. Совершенствование и углубление кооперирования — один из путей повышения эффективности общественного производства.

К исследованию эффективности кооперирования следует подойти, на наш взгляд, с позиции системного анализа, дающего возможность проследить взаимосвязи между входящими в систему элементами и на-

метить пути их совершенствования. Методология системного анализа позволяет освоить и выявить наиболее важные аспекты решаемых проблем и основывается на описании исследуемого объекта в виде системы.

Анализ показал, что повышение эффективности кооперирования зависит в основном от совершенствования транспортных связей, однако не ограничивается только перемещением щитовых элементов мебели от производителя к потребителю. Кооперирование представляет собой совокупный процесс, совершенствование и развитие форм которого оказывает влияние на эффективность производства и потребления щитовых элементов мебели. Следовательно, кооперирование может быть представлено как система производственных связей в виде модели. Этот способ опирается на известное положение, что всем без исключения объектам действительности присуще движение, изменение, процесс [1].

Первый элемент системы — вход — представляет собой поток ресурсов, необходимых для нормального функционирования процесса. В нашем случае — это предметы и средства труда, энергетические, трудовые и прочие ресурсы.

Второй основной элемент системы — процесс, в котором происходит преобразование и изменение элементарных объектов входа по операциям в соответствии с принятой технологией.

Третий элемент системы — выход, выступающий как результат преобразования ресурсов. Выходом системы производства будут щитовые элементы мебели, отходы производства; выходом системы потребления — готовые изделия корпусной мебели.

Четвертый элемент системы — ограничения. Они выступают как цели и принуждающие связи систем и устанавливаются для каждой из них в отдельности. Целями будут: для системы производства — выпуск щитовых элементов мебели в соответствии со спецификациями заказчиков, в заданных объемах, качестве и в полном комплекте; для системы кооперированных связей — ритмичная своевременная доставка предметов труда потребителю в полной сохранности; для потребителя — выпуск готовых изделий заданного объема, ассортимента, качества. Принуждающими связями могут выступать различного рода лимиты ресурсов.

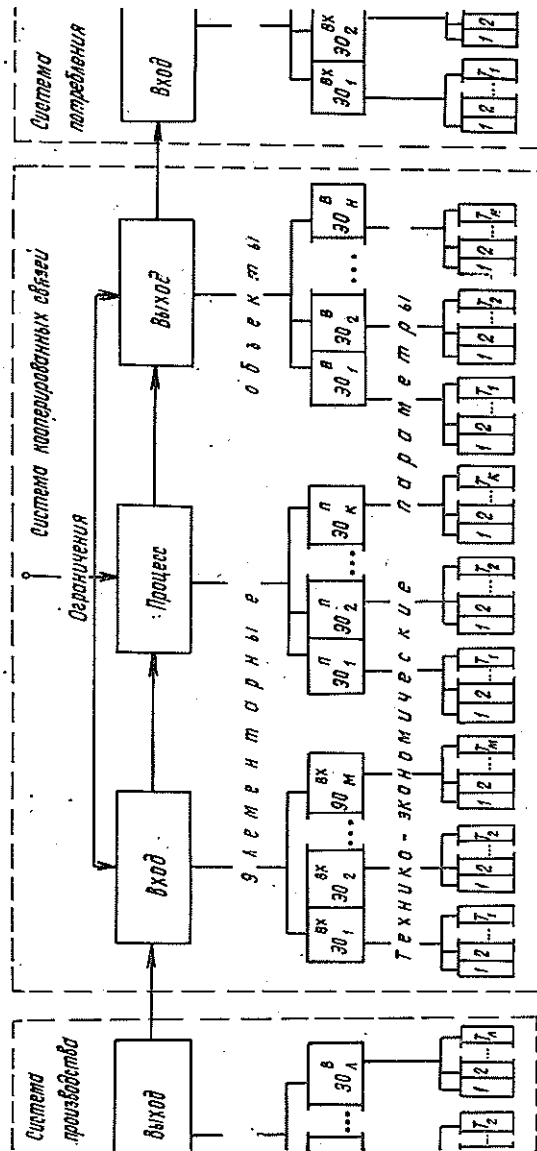
Ограничение совокупной системы процесса кооперирования — минимум приведенных затрат. Он же может служить критерием эффективности кооперирования.

Обратную связь как элемент системы мы не рассматриваем, поскольку этот элемент выполняет ряд операций и выступает как процесс по корректировке отдельных элементов системы и их элементарных объектов.

На рисунке представлена модель системы кооперирования по щитовым элементам мебели.

Каждый элемент системы включает набор присущих ему элементарных объектов (обозначены на рисунке ЭО) с соответствующей индексацией, определяющей принадлежность данному элементу системы: входу, процессу, выходу. Каждый элементарный объект представлен в виде комплекса технико-экономических параметров, выражаемых натуральными, физическими, временными, стоимостными или другими величинами. Исходные данные об объекте как элементе системы устанавливаются статистически, если объект функционирует, и экспертным путем, если он проектируется.

Представление процесса кооперирования в виде системы позволяет разложить его на составляющие элементы, получить полное информа-



Модель системы кооперирования предприятий по цитовым элементам мебели.

ционное описание составляющих его элементарных объектов, присущее только кооперированию. Это позволит определить резервы и наметить пути повышения эффективности общественного производства за счет совершенствования и углубления форм организации производственного кооперирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Малиновская Е. В. Использование системного анализа в экономике. М.: Экономика, 1974. — 22 с. [2]. Миронов А. И. Технологическая специализация—основа развития мебельной промышленности. — Деревообаб. пром-сть, 1976, № 9.

Поступила 24 декабря 1981 г.



УДК 65.015.25 : 630\*378.3

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ЛЕСОСПЛАВЕ

Е. Т. ТЮРИН, Т. И. СОРОКИНА

Ленинградская лесотехническая академия

ЦНИИ лесосплава

Комплексная выработка на лесосплаве в целом по Минлесбумпрому за 1970—1980 гг. снизилась с 1231 до 1154 м<sup>3</sup>, т. е. на 7,0%.

Задача данного исследования — из совокупности факторов выявить те, которые оказывают наибольшее влияние на показатель комплексной выработки на лесосплаве, и оценить их количественно. Планомерно изменяя факторы, можно воздействовать на уровень производительности труда.

На основании теоретического анализа были отобраны следующие факторы-аргументы:

$X_1$  — фондовооруженность труда одного рабочего лесосплава, р./чел.;

$X_2$  — объем лесосплава по приплаву, тыс. м<sup>3</sup>;

$X_3$  — доля молевого лесосплава в общем объеме приплава, %;

$X_4$  — доля навигационной сплотки леса в общем объеме приплава, %;

$X_5$  — доля береговой сплотки леса в общем объеме приплава, %;

$X_6$  — трудозатраты на подготовительно-вспомогательные работы на лесосплаве, %;

$X_7$  — среднее взвешенное расстояние лесосплава, км;

$X_8$  — протяженность устроенных рек (группа устроенности Б и В), % общей протяженности лесосплавных путей;

$X_9$  — трудозатраты лесозаготовки в суммарном объеме затрат по лесосплавному предприятию, %.

Теоретические исследования были дополнены материалами регрессионного анализа [1, 2]. Многофакторный регрессионный анализ производительности труда проводили по данным 1970, 1975 и 1980 гг. для 38 лесосплавных предприятий основных лесосплавных бассейнов. Объем приплава древесины по этим предприятиям в 1980 г. составил 53,7 млн. м<sup>3</sup>, т. е. около 73 % объема приплава по Минлесбумпрому СССР.

Выбор формы связи между зависимой переменной (комплексной выработкой на лесосплаве) и факторами-аргументами проводили с учетом диапазона колебаний значений данных факторов-аргументов ( $X_{max} - X_{min}$ ). В результате из рассмотренных зависимостей (линейной, степенной, логарифмической) выбрана линейная форма связи и получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 634,73 + 0,0224X_1 + 0,0141X_2 + 0,0441X_3 + 0,5642X_4 + \\ + 0,9134X_5 - 4,2711X_6 - 0,1428X_7 + 11,5882X_8 + 0,4561X_9.$$

Статистические характеристики уравнения:  $S_{ост} = 336838,7$ ; расчетный критерий Фишера  $F_{расч} = 13,82$ ; табличный  $F_{табл} = 1,35$ ;  $F_{расч} > F_{табл}$ ; коэффициент множественной корреляции  $R = 0,811$ ; средняя квадратичная ошибка коэффициента множественной корреляции  $m_r = 0,049$ ;

оценка существенности коэффициента корреляции:  $t_{расч} = 14,646$ ;  $t_{табл} = 3,24$ ;  $t_{расч} > t_{табл}$ .

Статистический анализ уравнения множественной регрессии свидетельствует о его значимости. Вариация комплексной выработки, объясняемая вариацией факторов-аргументов, составляет 66 %.

Для оценки влияния факторов-аргументов на производительность труда использовали  $\beta$ -коэффициенты, анализ которых позволил расположить группу факторов (в зависимости от их значимости) в следующем порядке:  $X_1, X_2, X_6, X_8, X_7, X_5, X_4, X_9, X_3$ .

Исследования показали, что увеличение объемов лесосплава на 1000 м<sup>3</sup> повышает производительность труда на 14,1 м<sup>3</sup>; рост фондовооруженности труда рабочих лесосплава на 1000 р. повышает уровень комплексной выработки на 22,4 м<sup>3</sup>. При увеличении доли подготовительно-вспомогательных рабочих на лесосплаве на 1 % производительность труда снижается на 4,27 м<sup>3</sup>, а при возрастании расстояния лесосплава на 1 км уменьшение составляет 0,143 м<sup>3</sup>. На уровень производительности труда существенно влияет показатель устроенности рек. Увеличение на 1 % способствует росту комплексной выработки на 11,59 м<sup>3</sup>. Возрастание объемов береговой сплотки леса, молевого лесосплава и навигационной сплотки леса на 1 % повышает производительность труда соответственно на 0,91, 0,04 и 0,56 м<sup>3</sup>.

Наличие постоянных рабочих на лесозаготовках, в тарном производстве, шпалопилении и т. п. благоприятствует росту производительности труда на лесосплаве, за счет перевода их на лесосплавные работы в навигационный период. Увеличение численности рабочих лесозаготовки на 1 % повышает комплексную выработку на лесосплаве на 0,46 м<sup>3</sup>.

Исследуемые предприятия были разделены на две группы. В первую группу вошли 14 предприятий с комплексной выработкой выше средней. Вторую группу составили 24 предприятия с производительностью труда соответственно ниже среднего ее уровня.

Показатели	Средние значения показателей по предприятиям группы		Разность	Коэффициенты регрессии	Эффект влияния на производительность труда разности значениями показателей по группам
	первой	второй			
Y	1662,7	981,1	681,6	—	—
X <sub>1</sub>	4469,6	3174,1	1295,5	0,0224	29,0
X <sub>2</sub>	1802,5	1007,1	795,4	0,0141	11,2
X <sub>3</sub>	48,3	69,0	-20,7	0,0441	-0,9
X <sub>4</sub>	86,3	76,9	9,4	0,5642	5,3
X <sub>5</sub>	12,1	18,1	-6,0	0,9134	-5,5
X <sub>6</sub>	63,4	71,6	-8,2	-4,2711	35,0
X <sub>7</sub>	153,8	284,7	-130,9	-0,1428	18,7
X <sub>8</sub>	86,5	56,1	30,4	11,5882	352,3
X <sub>9</sub>	31,3	24,4	6,9	0,4561	3,1
Всего по совокупности факторов	—	—	—	—	448,2

Сравнение средних значений комплексной выработки и отобранных факторов по выделенным группам приведено в таблице.

Из таблицы следует, что производительность труда на лесосплаве в предприятиях первой группы на  $681,6 \text{ м}^3$  выше, чем в предприятиях второй группы. По девяти исследованным факторам получен прирост комплексной выработки  $448,2 \text{ м}^3$ , что составляет  $65,8 \%$ . Остальные  $233,4 \text{ м}^3$  — результат действия неучтенных факторов. Это, прежде всего, природно-климатические факторы: скорость течения реки, продолжительность весеннего стояния вод, лесопропускная способность водных магистралей, продолжительность навигационного периода и т. д.

Однако не все исследованные факторы можно регулировать. Так, в условиях сокращения объемов вывозки древесины к сплаву вряд ли следует ожидать значительного увеличения объемов лесосплавных работ. Трудно предсказать и сокращение среднего взвешенного расстояния лесосплава. Поэтому факторы  $X_2, X_3, X_4, X_7$  можно отнести к числу нерегулируемых. Остальные факторы по существу регулируются.

Анализ показывает, что при использовании существующих резервов повышения производительности труда на предприятиях второй группы за счет регулируемых факторов может быть обеспечен рост выработки в среднем на  $413,9 \text{ м}^3$  [ $448,2 - (X_2 + X_3 + X_4 + X_7)$ ]. Совокупность регулируемых факторов не исчерпывается этими факторами. Поэтому прирост производительности труда на лесосплаве в  $413,9 \text{ м}^3$  следует считать минимальной оценкой уровня имеющихся резервов ее повышения для предприятий второй группы.

Предприятия первой группы могут увеличить производительность труда за счет роста объемов береговой сплотки на  $5,5 \text{ м}^3$  (при увеличении объемов работ на  $6,0 \%$ ) и улучшения устроенности рек на  $156,4 \text{ м}^3$  [ $(100 - 86,5) \cdot 11,59$ ].

В результате средний уровень производительности труда на переловых предприятиях может быть равен  $1824 \text{ м}^3$ .

Из сказанного следует вывод, что на лесосплаве имеются значительные резервы, позволяющие (без дополнительных капитальных вложений) получить существенный прирост производительности труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. — М.: Финансы и статистика, 1981. [2]. Дэннел К. Применение статистики в промышленном эксперименте. — М.: Мир, 1979.

Поступила 12 апреля 1982 г.

*К 60-летию образования СССР*

УДК 674.093.007

**ПОДГОТОВКА РАБОЧИХ КАДРОВ  
ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕВЕРНОГО КРАЯ  
В ГОДЫ ПЕРВОЙ ПЯТИЛЕТКИ***Л. Ф. КИПРИЯНОВА*

Архангельский педагогический институт

Изучение опыта создания кадров квалифицированных рабочих лесной промышленности имеет важное значение для анализа истории социалистического строительства.

В работах В. И. Ленина и документах КПСС раскрыты важнейшие закономерности строительства социализма. В них анализируется процесс становления нового общественного строя, определены основные задачи по осуществлению культурной революции. Еще до победы Октябрьской революции в статье «Удержат ли большевики государственную власть?» В. И. Ленин писал: «...нам нужны в большем и большем, против прежнего, числе инженеры, агрономы, техники, научно-образованные специалисты всякого рода...» [1]. Различные аспекты проблемы кадров широко отражены в материалах XV съезда ВКП(б), апрельского (1928 г.) Пленума ЦК и ЦКК ВКП(б), июльского (1928 г.) и ноябрьского (1929 г.) Пленумов ЦК партии [2].

В настоящее время опубликовано большое число работ, авторы которых в главных чертах характеризуют процесс складывания советской системы подготовки кадров (И. П. Бармин, А. Е. Бейлин, М. Е. Главацкий, В. З. Дробижев, М. П. Ким, В. В. Украинцев и др.). Вопросы формирования рабочих кадров получили некоторое освещение в ряде краеведческих работ, посвященных социалистическому строительству на Севере (П. М. Трофимов, Е. И. Овсянкин, К. С. Иванова и др.).

Все авторы единодушны в том, что в начале периода индустриализации наша страна не располагала необходимым числом специалистов, и уровень их подготовки не отвечал требованиям.

Специального исследования по данной проблеме нет.

В подготовке материалов статьи мы опирались на источники, хранящиеся в Государственном архиве Архангельской области. Большой интерес представляют фонды Северного краевого совета народного хозяйства, Государственного треста Северолес.

Задача подготовки квалифицированных специалистов была положена в основу первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР. Реконструктивный период (1926—1937 гг.) явился одним из самых ярких этапов в борьбе партии за решение задачи обеспечения промышленности, в том числе лесной, кадрами специалистов.

Недостаток специалистов был явлением повсеместным, но в Северном крае чувствовался особенно. В 1929 г. в Архангельской губернии на всю деревообрабатывающую промышленность приходилось только 39 инженеров и техников с высшим и средним образованием (из них 21 человек находился непосредственно на заводах) [3, с. 289—290]. Архангельский губернский комитет партии отмечал, что «при быстром

росте архангельской промышленности — кадры растут значительно медленнее, отстают от новых условий» [3, с. 289—290].

Сложность решения проблемы кадров обуславливалась спецификой края: слабая обжитость, суровые климатические условия, нехватка специалистов, большая потребность в сезонной рабочей силе (только на сезон 1929—1930 гг. Крайпланом был запроектирован набор рабочих в 12 тыс. человек) [4]. Грамотность населения на Севере была ниже, чем в основных индустриальных районах. Кроме того, в составе Северного края были представлены народности, например коми, хозяйственная и культурная отсталость которых еще не была ликвидирована.

Основные направления развития Северного края были отражены в декретах, подписанных В. И. Лениным. В них он обратил пристальное внимание на совершенствование производительных сил отсталых окраин и оценил природные ресурсы Севера с точки зрения интересов всей страны.

Осуществляя программу нового строительства, партийные организации настойчиво добивались превращения Севера в валютный цех страны. Северный край был лесопромышленным. Лесопокрытая площадь его составляла 75 млн. га (или 37 % лесной площади европейской части РСФСР) [5]. С 1927 г. по 1932 г. включительно число лесопильных заводов на территории края увеличилось с 51 до 75, а лесорам — со 158 до 251 [3, с. 15]. Только за годы первой пятилетки из портов Белого моря было вывезено 12 056 тыс. м<sup>3</sup> древесины [3, с. 15]. Выручка за проданный лес составила миллионы рублей золотом.

Одним из самых острых вопросов, которые требовали быстрого разрешения, была подготовка большого числа квалифицированных рабочих в сравнительно короткий срок, так как по мере развития лесной и деревообрабатывающей промышленности потребность в рабочих кадрах увеличивалась.

Основной базой подготовки квалифицированных рабочих Северного края должны были стать школы фабрично-заводского ученичества (ФЗУ), школы ученичества массовых профессий (ШУМП), школы рабочего юношества (ШРЮ). Однако в 1929—1930 гг. эти формы обучения давали еще весьма незначительный процент квалифицированных рабочих — всего 6 % потребности [6, л. д. 102—103]. А в связи с быстрым ростом в крае промышленности и лесозэкспорта необходимо было к концу первой пятилетки довести подготовку квалифицированной рабочей силы до 68 тыс. человек [7, л. д. 36]. Требовалась решительная перестройка системы подготовки кадров. Через школы ФЗУ, профтехшколы и школы на предприятиях было намечено к концу пятилетки довести подготовку рабочих до 70 % потребности [7, л. д. 37]. Соотношение квалифицированных рабочих к их общему числу в конце пятилетки по группам должно было составить: леспромхозы — 30 %, лесопиление — 61 % [6, л. д. 100]. Для решения этой задачи в Северном крае было организовано 14 школ ученичества с числом учащихся 1487 человек, из них школ ФЗУ — 12, ШУМП — 1, одна школа сплава [8].

При проектировании новых или расширении действующих предприятий должно было вестись также проектирование и организация ШРЮ с тем, чтобы «к пуску предприятий необходимая рабочая сила, не подготовленная в ФЗУ, была подготовлена в ШРЮ [9].

К 1 января 1931 г. должно было быть окончено строительство школ ФЗУ. Однако дальнейшее развертывание сети школ ФЗУ было связано с проблемой капиталовложений. В связи с этим Президиум ВСНХ

СССР 5 октября 1930 г. принял постановление «О выполнении плана строительства школ ФЗУ в 1929—1930 гг.». В постановлении еще раз подчеркивалось, что следует «признать строительство школ ФЗУ ударной и внеочередной задачей» [10].

Северный краевой комитет партии констатировал, что капитальное строительство учебных заведений в промышленности, в особенности школ ФЗУ, находилось в крайне неудовлетворительном состоянии. Исходя из постановления Президиума ВСНХ СССР, крайком предложил «признать капитальное строительство учебных заведений в промышленности... первоочередным..., производить финансирование этих мероприятий наряду с капитальным строительством» [11].

Для первой пятилетки были характерны не только высокие темпы подготовки кадров, но и коренное изменение содержания и направления их обучения: устанавливалось правильное сочетание теории с практикой, учебной и воспитательной работе придавалась политическая направленность. На предприятиях, где имелись школы ФЗУ, были выделены комплекты станков или целые потоки, организованы мастерские для получения учащимися производственных навыков. Политехнизм из проблемы узко педагогической становился огромной хозяйственно-политической задачей социалистического строительства. Прикрепление школ к предприятиям, осуществленное в 1930/31 гг., способствовало соединению школьного обучения с производительным трудом. Производственная практика учащихся являлась одним из основных условий успешной подготовки кадров, способных принять активное участие в социалистическом строительстве.

Острый недостаток квалифицированной рабочей силы в крае и слабое развитие фабзауча обратили внимание хозяйственных органов на необходимость решения еще одной проблемы — готовить рабочие кадры через курсовую систему.

В связи с расширением сети школ ФЗУ в крае серьезно стояла проблема подготовки кадров преподавателей по специальным дисциплинам для школ ФЗУ. В 1930 г. был открыт Северный краевой институт повышения квалификации промышленных кадров. В круг обязанностей института, в частности, входила разработка плана работы по повышению квалификации промышленных кадров, организация и проведение курсов. Под непосредственным руководством института работали курсы пилоставов, распиловщиков, бракеров, лесозаготовителей, техников лесопиления и рационализаторов сплава, всего на них обучался 341 человек [7, л. д. 27]. В последующие годы из бывших пилоставов, распиловщиков выросли крупные руководители лесной промышленности, зачинатели стахановского движения на Севере. Именно в это время стало известно имя передового рабочего лесозавода № 16—17 В. С. Мусинского. Он одним из первых среди лесопильщиков выдвинул лозунг: «Из пильщиков — в рамщики!» [12]. Почин В. С. Мусинского был поддержан городской партийной организацией, трестом Северолес, профсоюзными организациями, подхвачен на всех лесозаводах Архангельска. Стали создаваться технические кружки по повышению квалификации пильщиков, за овладение званием рамщика.

Анализ источников дает возможность прийти к выводу, что поиски различных форм подготовки и воспитания промышленных кадров дали положительные результаты. Новые формы учебы (ФЗУ, ШУМП, леспромхозуч и др.) ежегодно стали давать «6—8 тысяч человек квалифицированных, сознательных рабочих-ударников» [3, с. 289]. За пятилетку число квалифицированных рабочих составило 55 % [3, с. 290]. Серь-

езные успехи были достигнуты в укреплении связи обучения с жизнью, с практикой социалистического строительства. Росли, формировались новые отряды технически грамотных рабочих с их социалистической психологией, ответственностью и активным участием в социалистическом строительстве. В среде рабочих развивалось чувство протеста против мелкобуржуазного влияния. Воспитывалось чувство долга, сознательное стремление навсегда покончить с прошлым, с отсталостью Северного края.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ленин В. И. Удержат ли большевики государственную власть? — Полн. собр. соч., т. 34, с. 312. [2]. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. Т. 4. 1927—1931. — М.: Политиздат, 1970. [3]. История индустриализации Северного района. 1926—1941. Документы и материалы. — Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1970. [4]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 40, л. д. 2. [5]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 357, л. д. 28. [6]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 339, л. д. 100, 102—103. [7]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 358, л. д. 27, 36, 37. [8]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 345, л. д. 78. [9]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 366, л. д. 3. [10]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 205, л. д. 90. [11]. ГААО, ф. 603, оп. 1, ед. хр. 356, л. д. 157. [12]. Кратиров Д. А., Семakov А. Н. Ордена Ленина, имени Ленина. — Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1972.

К 60-летию образования СССР  
ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 06.04

**КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ**

А. И. ЯЦЮК, Э. Я. ОКСАНИЧ

Львовский лесотехнический институт

За последние годы в вузах нашей страны наблюдается улучшение учебно-воспитательного процесса, повышение качества подготовки специалистов, эффективности научно-исследовательских работ, хозяйственной деятельности.

Большой толчок в развитии получила высшая школа после выхода в свет постановлений ЦК КПСС и СМ СССР «О повышении эффективности научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях» (1978 г.), «О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов» (1979), и постановления ЦК КПСС «О дальнейшем улучшении идеологической, политико-воспитательной работы» (1979 г.).

Поистине величественную программу развития высшей школы начертал XXVI съезд КПСС.

Для реализации задач, поставленных партией и правительством перед высшей школой, Минвуз СССР и Минвуз УССР разработали и направили вузам для исполнения ряд важных документов.

В Львовском лесотехническом институте сделана попытка разработать комплексную систему управления вузом. Эта система основывается на том, что вся деятельность вуза разбивается на отдельные элементы (объекты управления), каждому из которых соответствуют одни и те же функции.

Таким образом, предлагается системный подход к управлению вузом. Он облегчает и упрощает разработку и внедрение автоматизированной системы управления с помощью ЭВМ.

В основу комплексной системы управления вузом положены решения партии и правительства по высшей школе, нормативные документы Минвуза СССР и Минвуза УССР; в ней использованы материалы комплексной системы управления качеством подготовки специалистов, разработанной советом ректоров Львовского вузовского центра.

Управление такой сложной организацией, как высшее учебное заведение, охватывает многие аспекты. К ним относятся: построение и постоянное совершенствование структуры и системы управления, подбор и расстановка кадров, организация труда аппарата управления, стиль и методы работы руководителей, правовые вопросы управления, автоматизация, использование ЭВМ при обработке информации.

Управление всегда должно обеспечивать достижение определенных целей. Цель деятельности высшего технического учебного заведения — подготовка инженерных и научно-педагогических кадров и участие в развитии научно-технического прогресса страны. Эти задачи сливаются в единый процесс: ведь подготовка специалистов представляет собой передачу накопленных знаний, а подготовка научно-педагогических кадров и выполнение научно-исследовательских работ — их накопление. Но вполне ясно, что передача знаний будущим специалистам в современных условиях немыслима без постоянного накопления этих знаний профессорско-преподавательским составом. Поэтому выполнение педагогической работы и одновременное проведение научных исследований профессорско-преподавательским составом следует считать единым процессом достижения конечной цели деятельности вуза. Управление этим процессом относится к управлению сложными системами не только в силу многогранной деятельности вуза и иерархичности организационной структуры, но и, главным образом, по-



тому, что здесь осуществляется управление целенаправленной трудовой деятельностью людей.

Трудовую деятельность всего коллектива вуза в соответствии с выполняемыми функциями можно подразделить на три группы.

1. Трудовая деятельность в процессе подготовки специалистов, подготовки научно-педагогических кадров и выполнения научно-исследовательских работ. Это основной комплекс общей структуры вуза как системного объекта. Основными частями этого комплекса являются: прием студентов, учебный процесс, техническое, информационное и методическое обеспечение учебного процесса, выполнение научно-исследовательских работ, комплектование, подготовка и повышение квалификации научно-педагогических кадров и др.

2. Трудовая деятельность в процессе материально-технического и хозяйственного обеспечения. Сюда относятся: капитальное строительство, капитальный и текущий ремонт и эксплуатация зданий, сооружений и оборудования, бытовое и медицинское обслуживание, общественное питание, материально-техническое и финансовое обеспечение, бухгалтерская деятельность, охрана объектов и др. Это комплекс вспомогательный. Его цель — создание и развитие материально-технической базы вуза, а также обеспечение нормального функционирования основного комплекса.

3. Трудовая деятельность в процессе управления вузом. Сюда относится выполнение функций управления на всех ступенях иерархической структуры вуза.

Все три комплекса имеют тесные и сложные взаимосвязи и направлены на достижение основной цели деятельности вуза (рис. 1).

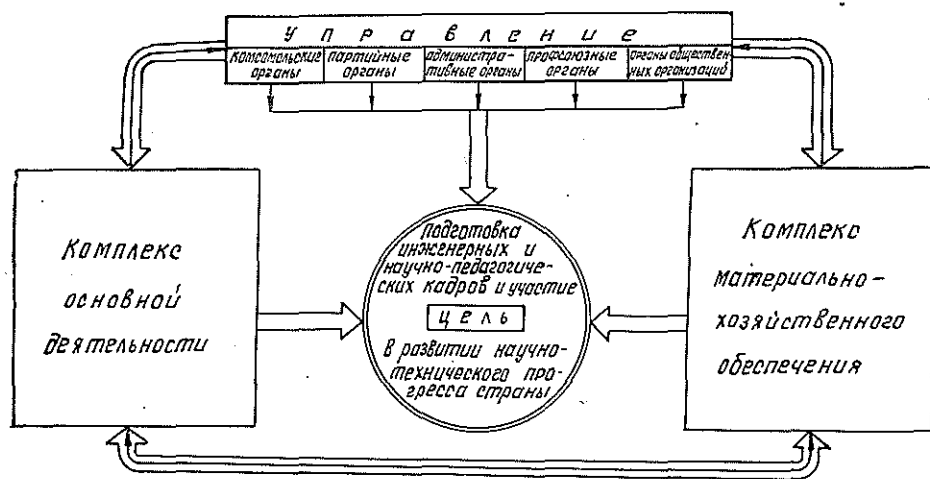


Рис. 1. Цель управления и взаимосвязи между функциональными комплексами вуза.

С точки зрения сущности управления как целенаправленного воздействия управляющей системы на управляемую комплекс «Управление» является управляющей системой, а комплексы «Основная деятельность» и «Материально-хозяйственное обеспечение» — управляемыми системами.

Систему управления вузом можно рассматривать в различных аспектах. К ним относятся: полномочия, функции и ответственность руководителей и исполнителей, организация потоков информации, подбор и расстановка кадров, связи и взаимоотношения между подразделениями, процедуры, связанные с управляющей и исполнительской деятельностью и т. п.

Процесс управления сложной системой — это деятельность людей, направленная на достижение целей путем реализации определенных функций. В литературе встре-

чается весьма обширный перечень функций управления. Большинство специалистов выделяют общие функции управления, к которым относят: планирование, организацию, учет, контроль и регулирование. Этот состав общих функций, по нашему мнению, следует принять для построения и анализа системы управления вузом.

Планирование как функция управления решает задачи разработки комплекса мероприятий и последовательности их осуществления для достижения целей деятельности вуза. Планирование включает разработку перспективных (пятилетних), годовых и календарных планов. Например, применительно к такому объекту управления, как прием студентов, перспективное планирование включает разработку пятилетних планов приема студентов, а годовое — разработку годового плана приема студентов по специальности. К календарному планированию в данном случае относятся установление сроков создания приемной комиссии, формирование экзаменационной комиссии, начало и окончание приема заявлений, проведение экзаменов, зачисление в институт и т. п.

Организация как функция управления заключается в формировании управляющей и управляемой систем и создании состояния упорядоченности между ними (организация структуры) и в формировании информации, технологии управления, нормирования труда управленческого аппарата и т. п. (организация процесса управления). Например, организация приема вступительных экзаменов в институт включает: формирование групп абитуриентов, состава экзаменаторов, инструктаж абитуриентов и экзаменаторов о порядке проведения экзаменов, явка их на экзамены, обеспечение необходимой документацией, инструктивными и учебно-методическими материалами, техническими средствами, установление места (аудиторий) проведения экзаменов (размещение процесса в пространстве), а также времени их проведения (размещение процесса во времени).

Функция учета заключается в регистрации (фиксации) процессов, явлений, предметов и т. п., концентрации необходимой информации, создании по результатам действия управляемой системы информационной базы путем передачи этой информации (отчетности) в управляющую систему. В вузе имеется три вида учета: оперативный, статистический и бухгалтерский. При формировании системы управления важно определить состав необходимой информации, методы первичного учета и состав документов первичного учета и отчетности.

Функция контроля заключается в наблюдении за процессом в управляемой системе, проверке соответствия реального хода процесса и его результатов заданной программе, плану, нормам, правилам, инструкциям, решениям, качеству. Формы и методы контроля разнообразны: формальный и неформальный, сплошной и выборочный, обследование, проверка, взаимный контроль, самоконтроль и др.

Функция регулирования состоит в анализе состояния системы путем обработки информации, выяснения причин отклонения, выработки и реализации решения по их ликвидации.

Перечисленные общие функции управления могут быть дополнены такими, как прогнозирование, координация, стимулирование и др. Для осуществления перечисленных функций управления необходимо установить состав их исполнителей. Это достигается построением организационной структуры управления.

Систематизированный состав элементов деятельности вуза в сочетании с общими функциями управления можно назвать функциональной структурой управления вузом. Пример построения схемы функциональной структуры управления основной деятельностью вуза показан на рис. 2. Таким же методом может быть построена функциональная структура управления материально-хозяйственным обеспечением вуза. Функциональная структура управления включает в себя сочетание объектов, функций и уровней управления.

Отдельный кубик схемы означает выполнение определенной функции управления конкретным объектом на определенном уровне.

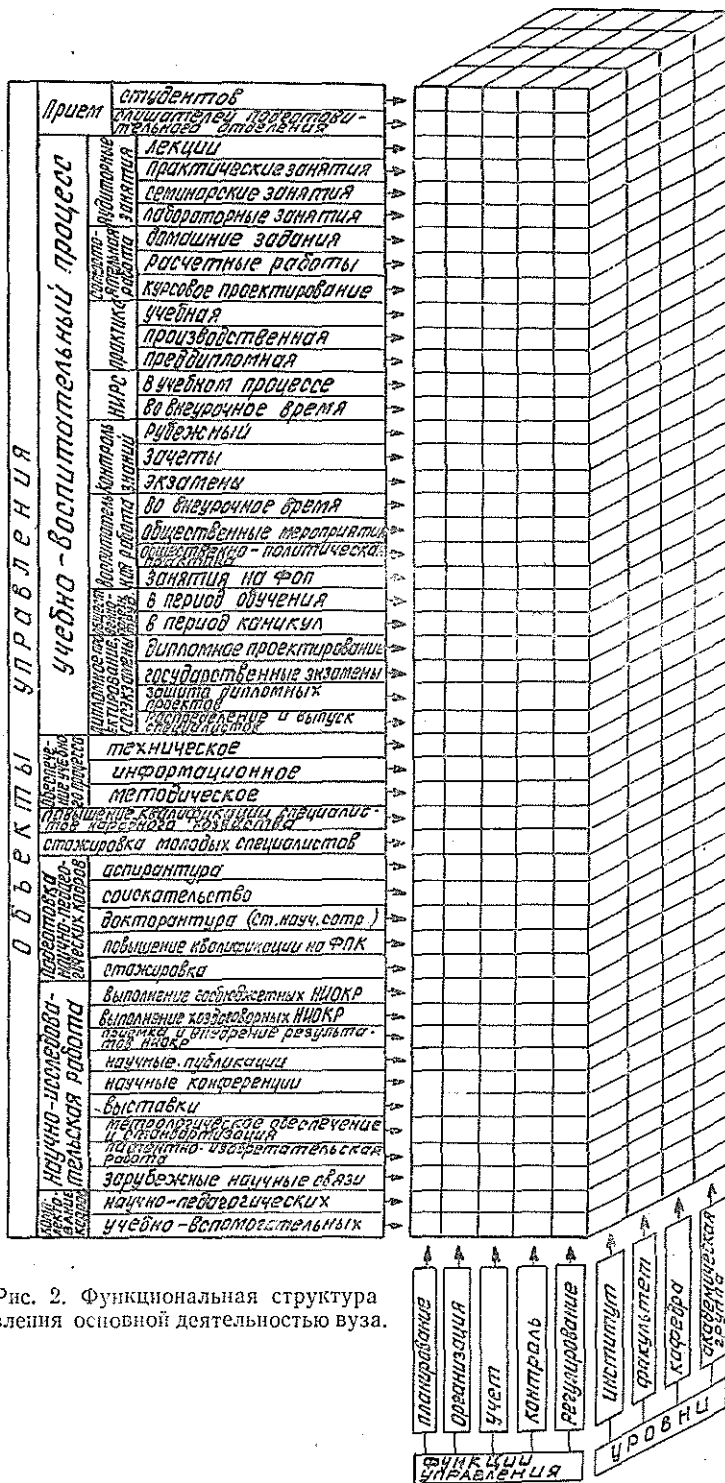
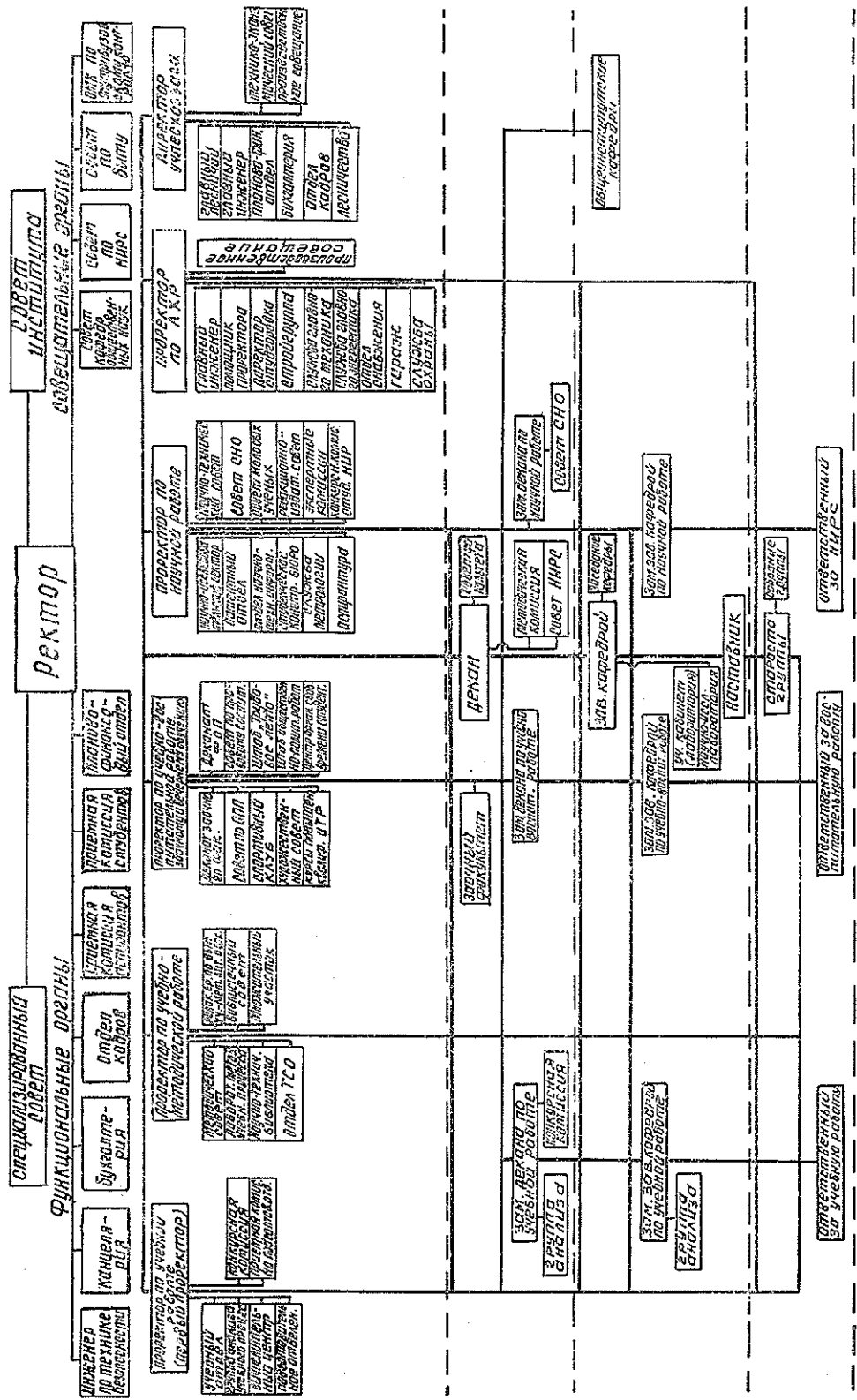


Рис. 2. Функциональная структура управления основной деятельностью вуза.



Диаг. 3. Организационная структура управления ЛПУИ

В отличие от функциональной организационная структура управления представляет собой совокупность звеньев управленческого аппарата на всех ступенях иерархии, их взаимосвязи и соподчиненности в соответствии с принятой формой организации системы управления.

Как известно, различают три формы организации систем управления: линейную, функциональную и линейно-функциональную. В управлении вузами наиболее приемлема линейно-функциональная (линейно-штабная форма) организация управления. Пример построения организационной структуры управления вузом применительно к условиям Львовского лесотехнического института приведен на рис. 3.

На уровне управления вузом при линейных руководителях (ректоре, проректорах) созданы функциональные службы и отдельные специалисты, задача которых состоит в подготовке рекомендаций в пределах закрепленных за ними функций и выдаче их руководителям. На их основе руководитель принимает решение и осуществляет линейное руководство. Функциональные службы имеют право контроля за выполнением разработанных ими рекомендаций, а в ряде случаев и право передачи рекомендаций управляемым объектам (нижестоящим линейным руководителям). Кроме функциональных служб, при линейном руководителе организуются совещательные органы (совет, комиссии и др.).

Каждый декан факультета имеет трех заместителей: по учебной, воспитательной и научной работе. Сфера деятельности каждого заместителя декана на уровне факультета совпадает со сферой деятельности соответствующего проректора на уровне института. На тех факультетах, где штатные должности заместителей декана не предусмотрены, их функции выполняют на общественных началах лица из числа профессорско-преподавательского состава. В отдельных случаях заместителю декана, работающему на общественных началах, может быть уменьшена учебная нагрузка.

Соответственно на кафедрах вводятся три должности заместителей заведующего. Эти должности также нештатные и выполняются назначаемыми для этого преподавателями на общественных началах.

В академических группах назначаются студенты, ответственные за учебную работу, общественную работу и НИРС.

Такая организационная структура управления имеет ряд преимуществ. Во-первых, сохраняется линейность управления (ректор — декан — заведующий кафедрой — преподаватель — староста группы).

Во-вторых, при каждом линейном руководителе создается состав заместителей, отвечающих за определенные участки работы. Руководитель несет полную ответственность за деятельность своего звена (факультета, кафедры и т. п.), но при этом решает лишь главные задачи. Значительная часть функций управления передается заместителям.

В-третьих, за руководителем и его заместителями закрепляются определенные объекты управления, причем одинаковые за заместителями руководителя низшего и более высокого звена.

При такой структуре большинство вопросов планирования, организации, учета, контроля и регулирования проректор по учебной работе может решать с заместителем декана по учебной работе, а последний — с заместителем заведующего кафедрой. Это позволяет значительно повысить оперативность в решении задач управления, сократить затраты времени руководителей и сосредоточить их внимание на решении главных задач.

Такое построение структур управления вузом дает возможность установить функции управления по каждому объекту на каждом уровне, определить объем управленческих работ, сроки их исполнения, создать четкую систему планирования, учета и контроля, повысить ответственность за решение поставленных задач.

Разумеется, не все функции управления некоторыми объектами вуза могут выполняться на низших уровнях. Например, работы по планированию приема студентов не проводятся на уровне кафедры или академической группы. Это учитывается при разработке положений по управлению отдельными объектами.

Сам процесс управления вузом должен осуществляться, как и процесс управления любым учреждением или производственным предприятием.

При помощи учета фиксируется состояние объекта управления или хода процесса, т. е. формируется необходимая информация. Эта информация передается для обработки, анализа и подготовки проекта решения. Результаты анализа и проект решения передаются руководителю, который делает оценку состояния, использует имеющиеся ресурсы, выносит решение, направленное на улучшение хода процесса или качество управляемого объекта.

Решение может принимать сам руководитель лично или же после обсуждения на совещательном органе; без согласования с вышестоящим руководителем (органом) или только после согласования.

Вся директивная информация (планы, задания, директивные указания, поручения и т. п.) сверху вниз должна проходить только через линейных руководителей: ректор (проректор) — декан — заведующий кафедрой — преподаватель. Указания инструктивного или методического характера могут передаваться сверху вниз по функциональной схеме, т. е. необязательно через линейного руководителя. Представление информации вышестоящему звену управления осуществляется только линейным руководителем. Все официальные письма и другие материалы внешним организациям (за пределы института) направляются только за подписью ректора или проректора.

Описанная выше система управления вузом включает пять томов: 1) общие положения; 2) положения об учебно-воспитательном процессе; 3) положения о научно-исследовательской работе, кадрах; 4) положения о материально-хозяйственном обеспечении; 5) положения о структурных подразделениях и должностные инструкции.

Данная система разработана, в основном, применительно к условиям деятельности Львовского лесотехнического института. Она может быть использована и в других вузах с учетом особенностей их работы.

По нашему мнению, система управления позволит повысить все показатели деятельности вуза, прежде всего, качество подготовки специалистов.

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 674.817-41 (049.3)

## КНИГА О ПЕРСПЕКТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Современная структура лесопереработки, как известно, не является эффективной. Производство пиломатериалов сопряжено со значительными отходами. Между тем, есть реальная возможность на основе химической технологии не только практически ликвидировать потери древесины, но и существенно повысить качество продукции, необходимой строителям, мебельной промышленности и ряду других крупных потребителей лесоматериалов. Одно из прогрессивных направлений изменения структуры лесопереработки — изготовление твердых древесноволокнистых плит (ДВП). Это отрасль молодая, быстро развивающаяся и очень перспективная. Так, например, в расчете на 500 млн. усл. м<sup>2</sup> твердых ДВП, что близко к современному объему их производства в СССР, экономия деловой древесины составляет 10,5 млн. пл. м<sup>3</sup>, а в денежном выражении (в ценах 1975 г.) — более 1 млрд. р.

Монография Я. М. Качанова называется «Основные фонды в производстве древесноволокнистых плит»\*. Но по своему содержанию она несравненно богаче названия и охватывает все стороны экономического состояния и развития данной отрасли: проектирование, освоение новых предприятий и производств, резервы роста производительности труда и снижения себестоимости и, конечно, комплексную характеристику условий, необходимых для повышения эффективности основных фондов. Ибо в производстве ДВП основные фонды играют особо важную роль, пожалуй даже более важную, чем в целлюлозно-бумажной промышленности.

Древесноволокнистые плиты изготавливают на многих предприятиях деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. В их числе Братский ЛПК, где организовано самое крупное в СССР производство ДВП (40 млн. усл. м<sup>2</sup> в год), Котласский, Туринский и Григиский ЦБК, предприятия Витебскдрева и Бобруйскдрева, Енисейский ЛДК и др. В работе Я. М. Качанова приведен анализ размещения предприятий в стране, причем подчеркивается важное значение развития производства ДВП в новых районах Восточной и Западной Сибири. Здесь сочетаются местные ресурсы древесины и различных, пригодных для переработки отходов с низкой трудоемкостью изготовления, наличием дешевой электроэнергии, достаточным количеством и качеством воды. Автор правомерно подчеркивает необходимость организации производства ДВП не только на целлюлозно-бумажных комбинатах, но и в составе лесопромышленных комплексов, домостроительных комбинатов, деревоперерабатывающих предприятий, а также в леспромхозах, где весьма эффективным могут быть сравнительно небольшие цехи с высоким выходом плит с 1 м<sup>2</sup> площади нагревательных плит пресса — основного агрегата данного производства.

В монографии Я. М. Качанова привлекает внимание широкое использование фактических данных. В хорошо обработанном и сопоставимом виде представлены экономические показатели всех предприятий, где изготавливаются ДВП, включая и те, где ДВП проходят поверхностную обработку и превращаются в высококачественные отделочные материалы. Особое внимание обращается на тщательную подготовку и освоение новых мощностей, организацию обслуживания сложного оборудования, подготовку специалистов.

В рецензируемой работе множество справочных данных, полезных работникам предприятий и проектных организаций, приведены методы и примеры анализа использования мощностей, обобщен передовой опыт коллективов производств ДВП.

Недостаток монографии — отсутствие сравнений производств древесноволокнистых и древесностружечных плит. Такое сравнение позволило бы полнее выявить направления дальнейшего развития переработки древесных отходов.

В целом книгу Я. М. Качанова можно рекомендовать широкому кругу читателей — работников отрасли. Интересные данные найдут в ней и инженеры, и экономисты, и рабочие.

В. С. СОМИНСКИЙ

Ленинградский технологический институт ЦБП

\* Качанов Я. М. Основные фонды в производстве древесноволокнистых плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 140 с.

УДК [625.7/8 + 629.114.4](049.3)

### ХОРОШИЙ УЧЕБНИК\*

Вышел в свет учебник по автомобильным дорогам для студентов вузов, обучающихся по специальности «Промышленный транспорт».

Новый учебник отличается краткостью и научностью изложения. Он хорошо оформлен. Учебник имеет четыре раздела. Первый раздел посвящен взаимодействию автомобиля с дорогой. Во втором разделе рассматриваются изыскание, проектирование дорог и расчет дорожных одежд. Третий и четвертый разделы включают в себя проектирование сетей и дорог по условиям оптимизации, организацию автомобильных перевозок, ремонт и содержание дорог. Все разделы учебника написаны с достаточной полнотой, отличаются новизной и взаимосвязаны.

Однако учебник имеет, на наш взгляд, некоторые недостатки. Данные по автомобильному лесотранспорту устарели: в 1978 г. было вывезено автопоездами МАЗ и КрАЗ 86 %, а не 50 % годового плана, как указано в учебнике. Ничего не сказано о зимних автомобильных дорогах, по которым в районах с продолжительной зимой вывозится больше половины заготовленного леса.

В третьем разделе «Сеть автомобильных дорог» полезно было дать понятие об углах примыкания промышленных автодорог к путям транспорта общего пользования. Впервые это понятие дал акад. В. Н. Образцов, который отметил важность этого показателя, влияющего на экономическую сторону работы предприятия.

В четвертом разделе учебника много места отведено матричному способу решений задачи на оптимальность использования погрузочных средств. Этот раздел без ущерба можно было бы сократить. К сожалению, в учебнике не нашел отражения вопрос текущего ремонта и содержания малых водопропускных сооружений.

Имеющиеся недостатки не снижают ценности учебника в целом.

**М. М. КОРУНОВ**

Уральский лесотехнический институт

---

\* Дегтяренко В. Н. Автомобильные дороги и автомобильный транспорт промышленных предприятий. — М.: Высш. школа, 1981. — 260 с.



## НЕКРОЛОГ

## ПАМЯТИ

## профессора Б. М. БУГЛАЯ

1 июля 1982 г. Московский лесотехнический институт проводил в последний путь одного из крупнейших ученых лесной науки, замечательного педагога высшей школы, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Бориса Мартыновича Буглая.

Б. М. Буглай родился в 1910 г. в семье белорусского рабочего-железнодорожника. После окончания школы в 1928 г. он поступил в Оранненбаумский лесотехникум, а через год — в Ленинградскую лесотехническую академию. После успешной защиты дипломного проекта в 1934 г. молодой инженер направляется на Ново-Белицкую спичечную фабрику «Везувий», где работает начальником автоматного цеха, инженером отдела. В 1936 г. Б. М. Буглай становится аспирантом проф. ЛТА В. Н. Михайлова. 25 мая 1940 г. он защищает кандидатскую диссертацию и избирается доцентом Архангельского лесотехнического института. Здесь застаёт его война и хотя по состоянию здоровья он не может быть на фронте, тем не менее вся его творческая деятельность направлена на помощь фронту: вначале он организует производство лыж для армии, а затем — производство спичек по разработанной им безавтоматной технологии в Главспичпроме СССР.

С 1944 г. Б. М. Буглай — доцент, а с 1958 г. профессор, доктор технических наук и заведующий кафедрой Московского лесотехнического института. Одновременно с работой в МЛТИ Б. М. Буглай ведет большую научную работу по тематике мебельной промышленности и оказывает ей постоянную помощь как консультант в особо трудных случаях (создание отечественных красителей, лаков, технологии для первых автоматических линий, метрологических средств для оценки шероховатости поверхности, блеска и толщины лакокрасочных покрытий, многих ОСТов и ГОСТов). Он является автором первого учебника для вузов по технологии отделки древесины, автором учебника для техникумов по технологии столярно-мебельных производств. Всего им написано около 80 научных трудов, подготовлено через аспирантуру 25 кандидатов наук. Наряду с педагогической и научной работой Б. М. Буглай вел большую общественную работу как председатель лесотехнической секции НТС Минвуза СССР, председатель мебельной секции НТС Минлеспрома СССР, член многих комиссий общесоюзного значения, член редколлегии журнала «Деревообрабатывающая промышленность», член ученых Советов ряда институтов и др.

Профессор Б. М. Буглай был большим патриотом Родины, нашей лесной промышленности, и его патриотизм прежде всего носил конкретный деловой характер, с его помощью успешно решались самые трудные задачи, возникавшие перед отраслью.

Светлая память о Борисе Мартыновиче Буглае навсегда сохранится в сердцах всех его учеников и товарищей по работе.

В. И. Крутов, А. Н. Обливин, В. Д. Соломонов,  
И. С. Мелехов, А. И. Киприанов, А. Р. Родин,  
П. С. Серговский.

## СОДЕРЖАНИЕ

- Я. Ф. Молнар. Программа важная для всех . . . . . 3

### К 60-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ СССР

- В. С. Романов, А. Д. Янушко. Лесотехническое образование и лесная наука Белоруссии . . . . . 5  
С. М. Аблаев. Развитие лесной науки и лесного высшего образования в Средней Азии . . . . . 9

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Ю. Д. Сироткин, В. Д. Турлюк. Обработка почвы под предварительные культуры ели в березовых насаждениях . . . . . 13  
М. Е. Васильев. Ландшафтоформирующая роль защитных лесонасаждений в сухой степи Казахстана . . . . . 15  
П. В. Воробанов. Определение объема ствола без коры у растущего дерева . . . . . 20  
А. И. Киприанов, Т. И. Прохорчук, Т. В. Соколова, Л. М. Митрофанова, Е. Н. Кибасова, В. И. Седых, Е. В. Трамбицкая, Н. И. Петров. Стимулирование роста семян ели и сосны в условиях теплиц . . . . . 23  
А. Г. Штейнбок, М. М. Санкович. Эффективность реконструкции низкополнотных древостоев сосны . . . . . 28  
В. В. Прогунов. Медоносная ценность кедрово-широколиственного леса юга Приамурья . . . . . 31  
П. С. Нартов, Ф. В. Пошарников, А. Ф. Иванов. Результаты испытаний высевальных аппаратов лесных сеялок . . . . . 35

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- А. В. Жуков, П. Ф. Рудницкий, А. И. Петрович. Анализ показателей динамики колесного трелевочного трактора с системой поддрессоривания технологического оборудования . . . . . 39  
С. И. Морозов. Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках . . . . . 46  
Н. В. Матишин. Исследование напряжений от изгиба в несущих канатах подвесных лесотранспортных установок в зоне башмаков промежуточных опор . . . . . 54  
Г. Д. Богомас, Ю. А. Седов. Предпосылки исследования эксплуатационных характеристик лесовозного тягача на неустановившемся режиме . . . . . 58  
И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. Влияние породного состава на величину запаса хлыстов и производительность лесозаготовительного оборудования . . . . . 60  
В. Г. Кочегаров, В. М. Дербин. Энергоемкость процесса сортировки хлыстов по длинам при очистке деревьев от сучьев . . . . . 64

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- П. М. Мазуркин, С. Б. Якимович, В. Ф. Николаев. Изучение процесса оцилиндровки бревен самовращающимися резами . . . . . 69  
Ю. М. Иванов. Температурно-временная закономерность прочности древесины . . . . . 73  
Б. И. Купчинов, Ю. Д. Баранов. Антифрикционные материалы на основе модифицированной древесины . . . . . 77  
Б. П. Ерыхов, А. С. Зияев, А. Н. Наумов, Ш. М. Миркамилов. Сопоставление низкочастотного и высокочастотного модулей сдвига при исследовании структуры целлюлозных материалов . . . . . 81  
Н. А. Михайлов, В. М. Борзенко. О методах определения остаточных напряжений в древесностружечных плитах . . . . . 84  
Л. А. Федосеев, Н. И. Жданов, Е. Т. Удод. О минеральных примесях в древесной плите . . . . . 88

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Н. Н. Калинин, М. А. Сидоров, Ю. В. Храмов, А. И. Киприанов. Особенности транспорта волокнистых суспензий древесного происхождения повышенных концентраций . . . . .	91
Г. П. Суханова, Е. В. Новожилов, Б. Д. Богомолов. Влияние расхода моносульфитного щелока при обработке лиственничной целлюлозы на ее выход и показатели качества . . . . .	96
Г. А. Пазухина, А. И. Крижгинский. Содово-сульфитная варка еловой древесины в присутствии перепускного и отработанного щелоков . . . . .	99
Н. И. Богданович, Н. А. Парфентьева, Е. Д. Гельфанд. Влияние термообработки гидролизного лигнина на взаимодействие с серным ангидридом . . . . .	102
А. А. Леонович, Э. В. Ани, В. С. Иличкин, В. Н. Бутин, Г. Н. Григорьев. Дымообразующая способность древесных материалов и токсичность продуктов их горения . . . . .	105

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

И. М. Снякевич. О совершенствовании образования фонда материального поощрения в условиях комплексного ведения хозяйства . . . . .	110
Е. С. Романов. Определение выработки лучших рабочих для расчета производственной мощности . . . . .	112
П. С. Гейзлер, Г. А. Князева. К вопросу об оптимизации баланса потребления древесного сырья на основе его комплексного использования . . . . .	114
А. Н. Вичевич. Процесс кооперирования как система производственных связей . . . . .	118
Е. Т. Тюрин, Т. И. Сорокина. Экономико-математическое моделирование производительности труда на лесосплаве . . . . .	121
Л. Ф. Киприянова. Подготовка рабочих кадров лесной промышленности Северного края в годы первой пятилетки . . . . .	124

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

А. И. Яцюк, Э. Я. Оксанич. Комплексная система управления вузом . . . . .	128
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. С. Соминский. Книга о перспективном производстве . . . . .	135
М. М. Коруннов. Хороший учебник . . . . .	136

НЕКРОЛОГ

В. И. Крутов, А. Н. Обливин, В. Д. Соломонов, И. С. Мелехов, А. И. Киприанов, А. Р. Родин, П. С. Серговский. Памяти профессора Б. М. Буглая . . . . .	137
---	-----

Рефераты . . . . .	142
--------------------	-----

---

## CONTENTS

- Ya. F. Molnar.* Program which is important for everybody . . . . . 3

### TO THE 60<sup>th</sup> ANNIVERSARY

- V. S. Romanov, A. D. Yanushko.* On forest technical education and forest science in Byelorussia . . . . . 5
- S. M. Ablaev.* On the development of forest science and higher education in the Central Asia . . . . . 9

### FORESTRY

- Yu. D. Sirotkin, V. D. Turlyuk.* Soil cultivation for preliminary spruce cultures in birch stands . . . . . 13
- M. E. Vasiliev.* Landscapeforming role of shelter plantations in Kazakhstan's dry steppe . . . . . 15
- P. V. Voropanov.* Calculation of the barkless trunk's volume in a growing tree . . . . . 20
- A. I. Kiprianov, T. I. Prokhorchuk, T. V. Sokolova, L. M. Mitrofanova, E. N. Kibasova, V. I. Sedykh, E. V. Trembitskaya, N. N. Petrov.* Stimulating the growth of spruce and pine seedlings in hothouse conditions . . . . . 23
- A. G. Steinbok, M. M. Sankovich.* On effectiveness of poorly stocked pine stands reconstruction . . . . . 28
- V. V. Progunkov.* On nectarproductivity of the South Priamurye's cedar-broad-leaved woods . . . . . 31
- P. S. Nartov, F. V. Posharnikov, A. F. Ivanov.* Results of the tests of sowing apparatus of forest seeders . . . . . 35

### FOREST EXPLOITATION

- A. V. Zhukov, P. F. Rudnitsky, A. I. Petrovich.* Analysis of the dynamics date of a skidding wheel tractor with the spring type system for technological equipment . . . . . 39
- S. I. Morozov.* Analytical determination of critical force for a temperature-stressed rail on straight sections . . . . . 46
- N. V. Matiishin.* Investigation of bending stresses in timber transport cable installations' carrying cables in the zone of shoes of intermediate supports . . . . . 54
- G. D. Bogomas, Ju. A. Sedov.* On the premises of investigation of operating characteristics of a hauling truck at unsteady regime . . . . . 58
- I. V. Turlay, A. S. Fedorenchik.* Influence of species composition on the tree lengths'storage volume and the productivity of logging equipment . . . . . 60
- V. G. Kochegarov, V. M. Derbin.* Energocapacity of the process of sorting trees according to their lengths when branching them . . . . . 64

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- P. M. Mazurkin, S. B. Jakimovich, V. F. Nicolaev.* On the process of cylindring logs by means of selfrotating cutters . . . . . 69
- Iu. M. Ivanov.* The time-temperature relationship of strength of wood . . . . . 73
- B. I. Kupchinov, Ju. D. Baranov.* Antifriction materials based on modified wood . . . . . 77
- B. P. Erykhov, A. S. Ziyayev, A. N. Naumov, Sh. M. Mirkamilov.* Comparison of low and high modul of shear when investigating the structure of cellulose materials . . . . . 81
- N. A. Mikhailov, V. M. Borzenko.* Methods of determination of residual stresses in the particle boards . . . . . 84
- L. A. Fedoseev, N. I. Zhdanov, E. T. Udod.* On mineral inclusions in boards and superhard materials used for machining the boards . . . . . 88

### CHEMICAL WOODWORKING

- N. N. Kalinin, M. A. Sidorov, Ja. V. Khramov, A. I. Kiprianov.* A new aspect of transport of wood fibre suspensions of higher concentrations . . . . . 91

<i>G. P. Sukhanova, E. V. Novozhilov, B. D. Bogomolov.</i> The influence of the expense of monosulphite liquor when working the cellulose of foliage trees on its yield and quality characteristics . . . . .	96
<i>G. A. Pazukhina, A. I. Krizhinsky.</i> Soda-sulphite cooking of spruce wood in the presence of recycled and spent liquor . . . . .	99
<i>N. I. Bogdanovich, N. A. Parfentjeva, E. D. Gelfand.</i> The influence of heat treatment of hydrolysis lignin on its interaction with sulphuric anhydride	102
<i>A. A. Leonovich, E. V. Ani, V. S. Ilchkin, V. N. Butin, G. N. Grigoriev.</i> Smoke-producing capacity of wood materials and toxicity of combustion products	105

#### ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>I. M. Sinyakevich.</i> The improvement of the formation of material incentive funds in the conditions of complex management . . . . .	110
<i>E. S. Romanov.</i> Determination of the output of best workers for calculating production capacity . . . . .	112
<i>P. S. Geizler, G. A. Knyazeva.</i> On the problem of optimization of the balance of wood raw material's consumption on the basis of its complex utilization	114
<i>A. N. Vichevich.</i> Cooperation process as the system of production relations	118
<i>E. T. Tyurin, T. I. Sorokina.</i> On economic-mathematical modelling of labour productivity at log driving operations . . . . .	121
<i>L. F. Kiprijanova.</i> On training professional workers for forest industry in the North territory during the first five-year plan . . . . .	124

#### FROM VUSE'S LIFE

<i>A. I. Jatsuk, E. Ja. Oksanich.</i> Complex management system of a vus . . . . .	128
--	-----

#### CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>V. S. Sominsky.</i> The book on perspective production . . . . .	135
<i>M. M. Korunov.</i> A good textbook . . . . .	136

#### NECROLOGY

<i>V. I. Krutov, A. N. Oblivin, V. D. Solomonov, I. S. Melekhov, A. I. Kiprianov, A. R. Rodin, P. S. Sergovskiy.</i> To the memory of prof. B. M. Buglay .	137
Referates . . . . .	142

## РЕФЕРАТЫ

**Программа важная для всех.** МОЛНАР Я. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 3.

УДК 630\* : [37+001](476)

**Лесотехническое образование и лесная наука Белоруссии.** РОМАНОВ В. С., ЯНУШКО А. Д. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 5.

УДК 630\* : [001+37](575)

**Развитие лесной науки и лесного высшего образования в Средней Азии.** АБЛАЕВ С. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 9.

Дается краткое описание территории и лесов среднеазиатских республик. Рассматривается история развития научных исследований за 60-летний период существования СССР. Приводятся сведения о подготовке инженеров лесного хозяйства в Средней Азии.

УДК 630\* 232

**Обработка почвы под предварительные культуры ели в березовых насаждениях.** СИРОТКИН Ю. Д., ТУРЛЮК В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 13.

Приведены результаты изучения влияния различных способов обработки почвы под пологом 35-летнего березового насаждения на ее водно-физические свойства. Даны сведения о влиянии агротехники на успешность роста предварительных культур ели. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\* 2: 631.6

**Ландшафтоформирующая роль защитных лесонасаждений в сухой степи Казахстана.** ВАСИЛЬЕВ М. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 15.

Оптимальная система полевых защитных лесных полос создает более благоприятный ветровой режим, благодаря чему улучшается микроклимат межполосных пространств, снижается испарение влаги, сублимация снега, транспирация сельскохозяйственных культур, больше накапливается воды, повышается запас биогенных элементов в почве и ее противодэфляционная устойчивость. В результате формируется специфический лесоаграрный ландшафт, в котором повышается общая биологическая продуктивность каждого гектара сельскохозяйственной земли, улучшаются качественные показатели урожая. Ил. 4. Табл. 5.

УДК 630\* 524.2

**Определение объема ствола без коры у растущего дерева.** ВОРОПАНОВ П. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 20.

Установлена возможность определения объема ствола без коры по формуле:  $V_{бк} = V_{вк} K_k$ . Здесь коэффициент  $K_k$  — соотношение диаметра без коры к диаметру в коре на высоте 1,0 м от основания растущего дерева. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.11.082.1: 631.811.98: 674.032

**Стимулирование роста семян ели и сосны в условиях теплиц.** КИПРИАНОВ А. И., ПРОХОРЧУК Т. И., СОКОЛОВА Т. В.,

МИТРОФАНОВА Л. М., КИБАСОВА Е. Н., СЕДЫХ В. И., ТРАМБИЦКАЯ Е. В., ПЕТРОВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 23.

Показана возможность использования продуктов, полученных из сульфатных щелоков, в качестве стимуляторов роста семян ели и сосны в фазах набухания и прорастания семян. Установлена эффективность действия препаратов на разные породы и в разных фазах обработки, а также их стимулирующая способность в зависимости от состава исходного щелока. Табл. 2. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630\* 226: 630\* 651. 71

**Эффективность реконструкции низкополнотных древостоев сосны.** ШТЕЙНБОК А. Г., САНКОВИЧ М. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 28.

На основе местных таблиц хода роста и коэффициентов текущего прироста (по В. В. Загрееву) моделируется возрастная динамика относительных полнот изреженных древостоев. Оценивается сравнительная эффективность проведения реконструкции низкополнотных древостоев (с учетом фактора времени) и естественного доразрастания их до возраста рубки. Табл. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 638.132

**Медоносная ценность кедрово-широколиственного леса юга Приамурья.** ПРОГУНКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 31.

Выполнен анализ медопродуктивности кедрово-широколиственных лесов. Выделены наилучшие типы леса и группировки для медосбора с липы и других пород. Табл. 2. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 631. 331

**Результаты испытаний высевальных аппаратов лесных сеялок.** НАРТОВ П. С., ПОШАРНИКОВ Ф. В., ИВАНОВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 35.

Приведены результаты лабораторных исследований высевальных аппаратов для посева хвойных пород в лесных питомниках. Экспериментально обоснована новая конструкция высевального аппарата с дозированным высевом лесных семян. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 629.11.014.533 : 630\* 375.4

**Анализ показателей динамики колесного трелевочного трактора с системой поддрессирования технологического оборудования.** ЖУКОВ А. В., РУДНИЦКИЙ П. Ф., ПЕТРОВИЧ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 39.

Предложена методика расчета оптимальных параметров систем вторичного поддрессирования технологического оборудования трелевочных машин. Получены уравнения, учитывающие упруго-демпфирующие свойства подвески трактора, шин, трособлочной системы и щита. Предусматривается моделирование процесса движения с учетом гибкости пачки хлыстов, ее отрыва от щита, случайного воздействия от микронеровностей дорог и волоков. В статье дана оценка точно-

сти полученных уравнений на основе данных эксперимента. Приведен анализ показателей динамики трактора ЛТ-157 с системой демпфирования тягового каната и щита. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 625.14.042.3

**Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках** МОРОЗОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 46.

Изложена методика расчета устойчивости участка температурно-напряженного пути лесовозных узкоколейных железных дорог. Приведены расчетные формулы для определения критической силы на прямолинейных участках пути. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 625.576

**Исследование напряжений от изгиба в несущих канатах подвесных лесотранспортных установок в зоне башмаков промежуточных опор.** МАТИШИН Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 54.

Приводятся результаты экспериментальных исследований напряжений от изгиба, возникающих в несущих канатах под катками грузовых кареток при их движении в зоне опорных башмаков. Установлено, что напряжения от изгиба в несущих канатах существенно увеличиваются с повышением скорости движения каретки, как следствие динамического удара каретки после прохода опорного башмака. Ил. 5. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 629.114.3.001.2

**Предпосылки исследования эксплуатационных характеристик лесовозного тягача на неустановившемся режиме.** БОГОМАС Г. Д., СЕДОВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 58.

Рассмотрены вопросы испытания автомобиля на стенде с изменением момента сопротивления его движения, происходящего по гармоническому закону. Дан теоретический анализ зависимых данных эксперимента от эксплуатационных показателей автомобиля. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*848.7.001.2

**Влияние породного состава на величину запаса хлыстов и производительность лесозаготовительного оборудования.** ТУРЛАЙ И. В., ФЕДОРЕНЧИК А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 60.

На основе методов теории массового обслуживания разработана вероятностная математическая модель функционирования раскрывочной установки ЛО-15С. Приведены расчетные формулы, позволяющие определять производительность установки, размеры гарантийного запаса хлыстов с учетом изменения среднего объема и породного состава хлыстов. Установлено, что на размер гарантийного запаса влияет породный состав хлыстов. Минимальный размер запаса требуется при соотношении пород хлыстов: 50% хвойных, 50% лиственных. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*323.13.002.5

**Энергоемкость процесса сортировки хлыстов по длинам при очистке деревьев от сучьев.** КОЧЕГАРОВ В. Г., ДЕРБИН В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 64

Рассмотрена схема работы сучкорезной машины ЛП-30Б с сортировкой хлыстов по длинам. Представлен график зависимости расхода топлива от объема хлыста для обработки короткомерных и длинномерных хлыстов. Анализируется соотношение фактической и расчетной энергоемкостей обработки дерева в зависимости от объема хлыста. Ил. 3.

УДК 630\*362.0

**Изучение процесса оцилиндровки бревен самовращающимися резцами.** МА-ЗУРКИН П. М., ЯКИМОВИЧ С. Б., НИКОЛАЕВ В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 69. Приведены результаты лабораторных экспериментальных исследований резания древесины березы самовращающимися чашечными резцами на токарно-винторезном станке 1624. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*812.7

**Температурно-временная закономерность прочности древесины.** ИВАНОВ Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 73.

На основании установленной ранее закономерности длительной прочности древесины построена пространственная диаграмма ее температурно-временной зависимости. Важное следствие, вытекающее отсюда, — практическая возможность моделирования длительной прочности древесины, условия которого получены в аналитическом виде. Ил. 2. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 674.048

**Антифрикционные материалы на основе модифицированной древесины.** КУПЧИ-НОВ Б. И., БАРАНОВ Ю. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 77.

Представлены экспериментальные данные разработанных антифрикционных материалов на основе древесины, модифицированной пластичными смесями, включающими минеральное масло и соединения поливалентных металлов. Показано, что увеличение работоспособности и долговечности разработанных материалов достигается путем применения новых принципов конструирования и изготовления машиностроительных изделий из них. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 620.18 : 676.1.062

**Сопоставление низкочастотного и высокочастотного модулей сдвига при исследовании структуры целлюлозных материалов.** ЕРЫХОВ Б. П., ЗИЯЕВ А. С., ИВАНОВ А. Н., МИРЗАМИЛОВ Ш. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 81

На образцах целлюлозы Соломбальского ЦБК при вариации степени помола (50—80 ШПР) и температуры сушки (60—150 °С) сопоставлены два неразрушающих метода оценки структуры, основанные на методе крутильных колебаний. Показано, что низкочастотный и высокочастотный модули сдвига хорошо коррелируют между собой, и для исследования структуры целлюлозно-бумажных материалов можно рекомендовать резонансный экспресс-метод. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.815-41

**О методах определения остаточных напряжений в древесностружечных плитах.** МИХАЙЛОВ Н. А., ВОРЗЕНКО В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 84.

Дан краткий анализ возможных методов определения остаточных напряжений в древесностружечных плитах. Обоснован новый метод как наиболее простой, основанный на предположении, что распределение модуля упругости и напряжений по толщине плиты подчиняется закону квадратной параболы, дан вывод формулы для определения напряжений по этому методу. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.815-41

**О минеральных примеслях в древесной плите.** ФЕДОСЕЕВ Л. А., ЖДАНОВ Н. И., УДОД Е. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 88.

В статье освещены источники попадания минеральных частиц в древесные плиты, методика определения количественного и качественного состава минеральной части древесных плит, результаты анализа.

Исследования показали, что в древесностружечных плитах содержится от 0,02 до 0,24% песка и от 0,02 до 0,08% глинозема определенной величины и формы. Сделан вывод о применении сверхтвердых материалов для обработки древесных плит. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 676.051.84.001.2

**Особенности транспорта волоконистых суспензий древесного происхождения повышенных концентраций.** КАЛИНИН Н. Н., СИДОРОВ М. А., ХРАМОВ Ю. В., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 91.

При движении водно-волоконистых суспензий древесного происхождения концентрацией свыше 3% при скоростях до 3 м/с сдвиг происходит лишь в пристенном слое, состояние которого и определяет величину сопротивления движению.

Для каждого диапазона концентраций получены корреляционные соотношения, позволяющие рассчитывать касательные напряжения. Отмечена неравномерность концентрации в поперечном направлении потока, а также пульсационный характер движения волоконистых суспензий. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*861.16:630\*813.14

**Влияние расхода моносульфитного щелока при обработке лиственничной целлюлозы на ее выход и показатели качества.** СУХАНОВА Г. П., НОВОЖИЛОВ Е. В., ВОГОМОЛОВ Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 96.

Исследована сорбция гемницеллюлоз моносульфитного щелока лиственничной целлюлозой при расходе щелока от 1 до 4 мл/г целлюлозы, или от 10,7 до 42,8% по его сухому веществу. Концентрация целлюлозных волокон при обработке моносульфитным щелоком равнялась 10 и 5%. С увеличением расхода щелока выход целлюлозы и содержание в ней пентозанов возрастают. Максимальный выход 105,0% получен при расходе моносульфитного щелока 42,8% и концентрации целлюлозы в растворе 10%.

Концентрация гемницеллюлоз при обработке изменялась от 0,8 до 6,8 г/л в зависимости от расхода щелока и концентрации целлюлозы в суспензии. Установлено, что при концентрации гемницеллюлоз до 2 г/л сорбция идет в очень незначительной степени, при этом разрывная длина и сопротивление продавливанию остаются на уровне исходной целлюлозы. При концентрации гемницеллюлоз более 2,5 г/л резко возрастает ко-

личество сорбированных пентозанов, одновременно увеличиваются и показатели механической прочности. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 661.728.2

**Содово-сульфитная варка еловой древесины в присутствии перелускного и отработанного щелока.** ПАЗУХИНА Г. А., КРИЖИНСКИЙ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 99.

Приведены результаты исследований по влиянию отгрузки варочной кислоты и повторного использования части отработанного щелока на свойства содово-сульфитной целлюлозы и конечных щелоков. Показано, что применение на содово-сульфитную варку отгрузки (25% от объема варочной жидкости) и 20% конечного щелока уменьшает расход химикатов, тепла и свежей воды на варку и расход тепла на выпарку щелока, не ухудшая показателей качества целлюлозы. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 661.183.12

**Влияние термообработки гидролизного лигнина на взаимодействие с серным ангидридом.** БОГДАНОВИЧ Н. И., ПАРФЕНТЬЕВА Н. А., ГЕЛЬФАНД Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 102.

Представлены экспериментальные данные, показывающие влияние термообработки исходного и обработанного серным ангидридом гидролизного лигнина на течение процесса и накопление ионогенных групп. Показано, что предварительная термообработка в интервале 150—400 °С благоприятно влияет на протекание процесса. Количество катионоактивных групп в лигнине при этом возрастает, причем преимущественно за счет сульфокислых новообразований. Дополнительная термообработка в интервале 165—275 °С сульфированного лигнина приводит к разрушению образовавшихся ионогенных групп. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.049.3

**Дымообразующая способность древесных материалов и токсичность продуктов их горения.** ЛЕОНОВИЧ А. А., АНИ Э. В., ИЛИЧКИН В. С., БУТИН В. Н., ГРИГОРЬЕВ Г. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 105.

На примере древесины сосны и трех видов древесноволокнистых плит рассмотрена дымообразующая способность древесных материалов в режиме пламенного горения и режиме тления и дана оценка токсичности продуктов их горения. Определяли массу материала, необходимую для создания концентрации продуктов горения, смертельной для 50% подопытных мышей. Результаты сопоставляются с механизмом огнезащитного действия. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 658.314.72

**О совершенствовании образования фонда материального поощрения в условиях комплексного ведения хозяйства.** СИДНЯКОВИЧ И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 110.

Изложены особенности экономического стимулирования и предложен порядок формирования фонда материального поощрения в комплексных лесных предприятиях, стимулирующий комплексное освоение лесосечевого фонда и эффективную переработку древесного сырья.

УДК 658.511.54

**Определение выработки лучших рабочих для расчета производственной мощности.** РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. за-



ведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 112. Производственные мощности принято рассчитывать по выработке 20—25% лучших рабочих. Выведена формула, позволяющая определить средний процент выполнения норм выработки лучшими рабочими по данным статистической формы 4 г (пром). Ил. 1. Табл. 1.

УДК 65.014.001.572

**К вопросу об оптимизации баланса потребления древесного сырья на основе его комплексного использования.** ГЕИЗЛЕР П. С., КНЯЗЕВА Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 114.

Представлена модель оптимизации районного баланса потребления древесного сырья, обеспечивающая комплексное использование древесины. На основе решения задачи по этой модели осуществляется оптимальное распределение всех имеющихся в регионе древесных ресурсов по возможным направлениям ее потребления с наибольшим экономическим эффектом. Указана сфера применения модели и приведены результаты решения по ней для районов Европейского Севера. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 65.012.65

**Процесс кооперирования как система производственных связей.** ВИЧЕВИЧ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 118.

С позиций системного анализа рассматриваются вопросы развития и углубления производственного кооперирования предприятий, выпускающих цитовые элементы мебели. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 65.015.25: 630\* 378.3

**Экономико-математическое моделирование производительности труда на лесосплаве.** ТЮКИН Е. Т., СОРОКИНА Т. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 121.

Изложены результаты исследования резервов роста производительности труда на лесосплаве. Приведено уравнение регрессии производительности труда, а также дана количественная оценка фак-

торов, влияющих на уровень комплексной выработки в лесосплавном производстве Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093.007

**Подготовка рабочих кадров лесной промышленности Северного края в годы первой пятилетки.** КИРИЯНОВА Л. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 124.

Изложена история подготовки рабочих кадров лесной промышленности Северного края в годы первой пятилетки (1928/29—1932/33 гг.). Главное внимание уделено становлению системы профессионального образования. Использованы архивные материалы Государственного архива Архангельской области, документы Государственного архива треста Северолес Северного краевого Совета народного хозяйства. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 06.04

**Комплексная система управления вузом** ЯЦЮК А. И., ОКСАНИЧ Э. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 123.

Для всех объектов управления вуза определены функции и разработаны положения, где отражена связь деятельности административных органов с партийными и общественными. Разработаны также положения о структурных подразделениях вуза, должностные инструкции учебно-вспомогательного, административно-управленческого и обслуживающего персонала. Составлены календарные планы выполнения конкретных видов работ должностными лицами на всех уровнях в соответствии со штатным расписанием. Ил. 3

УДК 674.817-41(049.3)

**Книга о перспективном производстве.** СОМИНСКИЙ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 135.

УДК [625.7/8+629.114.4] (049.3)

**Хороший учебник.** КОРУНОВ М. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 136.