

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

2

1981

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, д-р с.-х. наук 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 сотрудников вузов по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, преподавателей вузов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1981.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

Сдан в набор 5/II 1981 г. Подписан к печати 11/V 1981 г.
Форм. бум. 70×108^{1/16}. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,95, Уч.-изд. л. 14,25
Сл. 03926 Тираж 1950 экз. Заказ 98. Цена 1 руб.
Типография им. Склянина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ПРЕТВОРИМ РЕШЕНИЯ XXVI СЪЕЗДА КПСС!

XXVI съезд КПСС определил экономическую политику партии в период развитого социализма, разработал программу дальнейшего экономического и социального развития СССР на предстоящее десятилетие.

В докладе Генерального Секретаря ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнева и в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» всесторонне и конкретно определены и обоснованы актуальные народнохозяйственные проблемы 80-х годов и одиннадцатой пятилетки. Это еще более глубокий поворот народного хозяйства к задачам повышения благосостояния народа и завершения перехода народного хозяйства на преимущественно интенсивный путь экономического роста.

В осуществлении этих проблем, говорил Л. И. Брежнев, необходимо «Вывести все отрасли народного хозяйства на передовые рубежи науки и техники».

В докладах Генерального Секретаря ЦК КПСС Л. И. Брежнева, Председателя Совета Министров СССР Н. А. Тихонова и в Основных направлениях нашли широкое отражение задачи и пути развития отрасли и лесопромышленного комплекса страны, лесного хозяйства и лесной науки в одиннадцатой пятилетке. Намечено в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности увеличить объем выпуска продукции на 17—19 процентов и повысить производительность труда на 16—18 процентов.

Для осуществления этих заданий предусмотрено значительно повысить техническое строение производства во всех отраслях лесопромышленного комплекса, улучшить отраслевую структуру и размещение производства, использование и воспроизводство древесного сырья, организацию управления и труда.

Отрасли лесной индустрии получают новую ресурсоэнергосберегающую технику, высокопроизводительное оборудование для лесозаготовительного, целлюлозно-бумажного и деревообрабатывающего производств, комплекты автоматического оборудования для изготовления мебели, для производства плит и др.

Отраслевая структура будет совершенствоваться за счет опережающего развития прогрессивных производств и отраслей, особенно по химической переработке древесины. За пятилетие выпуск древесностружечных плит увеличится примерно в 1,5 раза, древесноволокнистых и картона — в 1,3—1,5, целлюлозы в 1,3—1,4 раза и бумаги на 20—25%. Расширится производство столярно-строительных изделий, деревянных панельных домов, деревянных клееных конструкций и других изделий из древесины. Насыщение новой техникой позволит внедрять передовую технологию, повышать качество продукции, облегчать условия труда.

В докладе на XXVI съезде КПСС Л. И. Брежнев особо отмечал, что задача рационального экономного использования природных ресурсов «...полностью относится практически ко всем видам ресурсов — будь то руды, лес или строительные материалы». Эта проблема имеет особую актуальность для лесной индустрии и лесной науки. Во всех отраслях лесопромышленного комплекса имеются огромные резервы по использованию отходов, вторичного сырья, низкокачественной древесины. Крупным потребителем лесоматериалов является строительство. Заданиями на пятилетку намечено в целом по народному хозяйству обеспечить экономию 7—9 процентов лесоматериалов в строительстве.

В развитии лесопромышленного комплекса СССР, прежде всего, на территории РСФСР выделяется три крупных центра общесоюзного значения: Европейский Север, Сибирь и Дальний Восток, что соответствует размещению лесных ресурсов.

Основные направления предусматривают дальнейшее совершенствование территориального размещения лесного производства. Необходимо полнее использовать лесосырьевые ресурсы в европейской части страны без нанесения ущерба окружающей среде, при этом улучшить использование лесов Европейского Севера, создать постоянную лесосырьевую базу для дополнительных мощностей по производству бумаги, в частности, дополнительные мощности по производству бумаги в Сыктывкарском лесопромышленном комплексе, организовать комплексные предприятия по лесовыращиванию, заготовке и переработке древесины. Осуществление такого курса значительно продвинет все лесопользование в Европейско-Уральской зоне по пути интенсификации.

Ускоренное развитие получают два других центра лесной индустрии в восточных районах. В Сибири продолжится развитие лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. В этом регионе своими масштабами и комплексностью использования древесины особо выделяется Усть-Илимский целлюлозно-бумажный комбинат. На Дальнем Востоке обеспечивается ускоренное дальнейшее комплексное развитие лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Намеченное мощное развитие основных отраслей лесопромышленного комплекса позволит полнее обеспечить потребности народного хозяйства в лесоматериалах, преодолеть имевшиеся недостатки снабжения древесинойстроек и предприятий, снабжать население изделиями и продуктами из древесины, выделять необходимые фонды лесной продукции для стран СЭВ и для экспорта в другие страны.

Весьма существенные задачи предстоит решать в собственном лесном хозяйстве, прежде всего, обеспечить постепенный переход к ведению лесного хозяйства на принципах непрерывного и рационального лесопользования и улучшения качественного состава лесов. По сути, это проблема перехода на путь преимущественного развития за счет интенсивных факторов роста. Источниками такого роста являются выращивание молодняков ценных пород, внедрение промышленных методов лесовыращивания, реализация целевой комплексной программы по созданию в Европейско-Уральской зоне постоянной лесосырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности за счет выращивания леса на специальных плантациях.

Наряду с этим, перед лесным хозяйством определены и такие важные задачи, как облесение пастбищ полупустынных районов Средней Азии и Казахстана, охрана лесов от пожаров и защита их от вредных насекомых и болезней, создание новых и благоустройство имеющихся зеленых зон в городах, поселках, вокруг них. На лесное хозяйство возлагаются всесторонние задачи по охране природы.

Осуществление таких больших, сложных и ответственных задач, поставленных XXVI съездом КПСС перед работниками лесной индустрии и лесного хозяйства, требует укрепления единства науки и производства. Работники науки, лесных вузов принимают и одобряют идеи и решения XXVI съезда КПСС, прилагают свои знания и силы для успешного претворения их в жизнь.

УДК 630*905.2.003.13

ИЗМЕРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

А. П. ПЕТРОВ

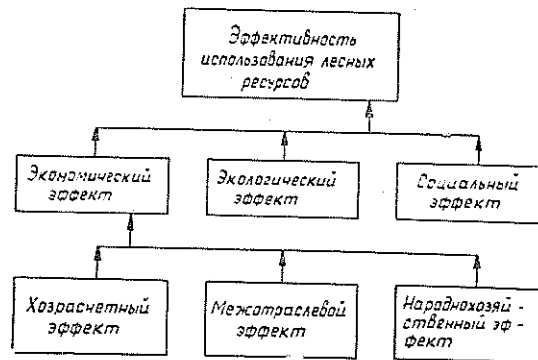
Ленинградская лесотехническая академия

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрено: «внедрять на всех уровнях руководства экономикой более совершенные плановые показатели, дифференцированные с учетом специфики отраслей, наиболее полно отражающие и стимулирующие рост производства, повышение его эффективности, производительности труда, качества продукции, экономию рабочего времени, металла, энергии и других ресурсов». Применительно к лесной промышленности и лесному хозяйству это требование выражается в построении такой системы показателей для измерения эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов, которая учитывала бы различные проявления затрат и эффектов в сферах эксплуатации, лесовыращивания, переработки древесины и обеспечения достижения задач, сформулированных в Основных направлениях: «Улучшать условия труда и быта на лесозаготовках. Полнее использовать лесосырьевые ресурсы в европейской части страны без ущерба окружающей среде. Организовать комплексные предприятия по лесовыращиванию, заготовке и переработке древесины».

Из сказанного видно, что эффективность использования лесных ресурсов не может быть оценена только измерением экономического эффекта, необходимо учитывать социальные и экологические последствия, возникающие при тех или иных направлениях и формах организации лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности.

По нашему мнению, в оценке эффективности комплексного использования лесных ресурсов следует различать экономический, социальный и экологический эффекты (см. схему). Остановимся на характеристике каждого из них.

Системный подход к оценке эффективности использования лесных ресурсов.



Экономический эффект реализуется в сфере материального производства и измеряется системой показателей, оценивающих непосредственные результаты производственной деятельности и величину привлекаемых ресурсов [3, 4].

В зависимости от уровня хозяйственной деятельности и подхода к ее оценке необходимо различать следующие виды экономического эффекта:

1) *хозрасчетный*, образующийся на уровне предприятий, объединений, отраслей и рассчитываемый на базе действующих оптовых цен на реализуемую продукцию и услуги;

2) *хозрасчетный межотраслевой*, когда эффект оценивается с учетом результатов и затрат, формирующихся в комплексе отраслей, связанных между собой по-

следовательными стадиями работ по превращению сырья в конечную продукцию (например, лесозаготовительная и целлюлозно-бумажная промышленность и т. п.). Необходимость расчета межотраслевого эффекта вызывается различными тенденциями в изменении затрат и условий производственной деятельности в отдельных отраслях. Так, для лесозаготовительной промышленности характерно ухудшение условий ее деятельности и, соответственно, снижение эффективности производства. В то же время технический прогресс в деревоперерабатывающих отраслях способствует созданию устойчивую тенденцию роста эффективности, таким образом создавая экономическую базу для интеграции лесозаготовок и деревопереработки. Эффективность такой интеграции можно оценить только измерением межотраслевого эффекта;

3) народнохозяйственный экономический эффект, предполагающий учет затрат и результатов во всех сферах, где проявляются последствия тех или иных мероприятий (за пределами тех хозяйственных единиц, где непосредственно осуществляется производственная деятельность). К определению народнохозяйственного эффекта побуждает тот факт, что применяемые для измерения затрат и результатов цены в ряде случаев несовершенны, не учитывают изменения эффекта в смежных отраслях и производствах.

Проиллюстрируем сказанное на примере оценки эффективности рубок ухода в лесодефицитных районах. Это мероприятие, помимо получения товарной продукции (хозрасчетный эффект), связано с рядом последствий:

1) сокращаются капитальные вложения в развитие лесозаготовительной промышленности в многолесных районах на величину, которая восполняется получением сырья от рубок ухода; при этом капитальные вложения должны устанавливаться с учетом затрат на создание социальной инфраструктуры;

2) сокращаются затраты на обеспечение предприятий трудовыми ресурсами, прежде всего по набору рабочей силы;

3) уменьшаются транспортные расходы при удовлетворении потребностей деревоперерабатывающей промышленности собственными ресурсами вместо завоза древесины из многолесных районов, удаленных от транспортных магистралей.

Таким образом, народнохозяйственный экономический эффект будет больше хозрасчетного на сумму названных трех дополнительных эффектов.

Рассмотрим возможные методы количественной оценки трех видов экономического эффекта, возникающего при использовании лесных ресурсов.

Использование лесных ресурсов раскрывается через производственную деятельность предприятий, направленную на извлечение материальных компонентов (древесины, недревесной продукции растительного и животного происхождения). Эту деятельность образуют:

а) лесозаготовки по всем видам пользования с получением в виде конечной продукции круглых лесоматериалов и древесных отходов;

б) переработка древесины, осуществляемая на территории предприятий с получением в качестве конечной продукции древесных материалов или полуфабрикатов;

в) побочное пользование, имеющее целью использовать недревесные компоненты лесных ресурсов.

Результаты производственной деятельности предприятий, объединений отраслей по использованию лесных ресурсов можно измерить такими показателями: товарная продукция, нормативная чистая продукция, прибыль от реализации, расчетная прибыль.

Тогда хозрасчетный эффект при использовании лесных ресурсов выразится следующими формулами:

$$\partial_{xi} = \frac{\Pi_i}{R_i}, \quad (1)$$

где ∂_{xi} — хозрасчетный эффект при использовании i -того вида ресурсов;

Π_i — показатель, измеряющий результаты производственной деятельности (товарная продукция, нормативная чистая продукция, прибыль от реализации, расчетная прибыль);

R_i — использованный объем i -того вида ресурсов (например, ресурсы переработанного сырья и т. п.);

$$\partial_{xk} = \frac{\sum_{i=1}^m \Pi_i}{S}, \quad (2)$$

где ∂_{xk} — хозрасчетный комплексный эффект при использовании всех компонентов лесных ресурсов;

$1, \dots, i, \dots, m$ — совокупность используемых компонентов лесных ресурсов;

S — лесная площадь, га.

Показатели хозрасчетного эффекта от использования лесных ресурсов могут найти применение в практике планирования и анализа хозяйственной деятельности, организации экономического стимулирования на предприятиях, в объединениях, отраслях. При этом комплексный эффект может быть расчленен на частные показатели:

$$\mathcal{E}_{\text{хк}} = \frac{\Pi_1}{S} + \dots + \frac{\Pi_i}{S} + \dots + \frac{\Pi_m}{S}, \quad (3)$$

измеряющие отдачу различных видов ресурсов по отношению к лесной площади.

Для определения межотраслевого хозрасчетного эффекта при переработке древесины (или другого компонента) можно рекомендовать формулу

$$\mathcal{E}_{\text{мо}} = \frac{Z - Q_1 - P_1}{Nn} - T - bn - Q_2 - P_2, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{\text{мо}}$ — межотраслевой эффект в расчете на 1 м³ сырья;

Z — оптовая цена единицы конечной продукции, р.;

Q_1, Q_2 — соответственно затраты на переработку полуфабриката (щепы) и сырья, р.;

P_1, P_2 — соответственно прибыль в производствах конечной продукции и полуфабриката (щепы) в расчете на единицу, р.;

N — расход полуфабриката на единицу конечной продукции;

n — расход сырья на единицу полуфабриката;

b — исходная стоимость единицы сырья, р.;

T — транспортные расходы по доставке полуфабриката в пункт переработки в конечную продукцию.

Определение межотраслевого эффекта весьма продуктивно при выборе направлений и формы комплексного использования древесины, когда ставится задача оценить эффективность освоения ресурсов сырья с учетом интересов производителей и потребителей [2].

При обосновании народнохозяйственного эффекта, как уже отмечалось ранее, не может быть общей методики, поскольку он проявляется в различных формах в зависимости от конкретных хозяйственных ситуаций.

В общем виде народнохозяйственный эффект может быть выражен формулой:

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = \mathcal{E}_{\text{х}} + \sum_1^k \Delta \mathcal{E}_i, \quad (5)$$

где $1, \dots, i, \dots, k$ — количество дополнительных эффектов;

$\Delta \mathcal{E}_i$ — дополнительный эффект i -того вида, р.

Экологический эффект при использовании лесных ресурсов проявляется в необходимости их сохранения, воспроизводства, увеличения роли средозащитных и рекреационных функций лесов, проведения средозащитных и природоохранных мероприятий в отраслях по химической и химико-механической переработке древесины и т. д.

Экологическая эффективность средозащитных мероприятий (например, строительство водоочистных сооружений в целлюлозно-бумажной промышленности, сооружений для ликвидации вредных выбросов в атмосферу и т. п.) может быть установлена на основании «Временной методики определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды» [1].

В свою очередь, экологический эффект, образующийся в результате мероприятий по лесовосстановлению, может быть оценен количественно, если предположить, что затраты на воспроизводство лесных ресурсов носят характер единовременных капитальных вложений по аналогии с затратами на возведение объектов с длительным сроком строительства.

При таком допущении экологический эффект как следствие восстановления лесных ресурсов определится по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{эк}} = WE_{\text{II}}, \quad ()$$

где W — ежегодные операционные расходы, направленные на лесовыращивание;

E_{II} — коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в лесном хозяйстве.

Форму экологического эффекта приобретает и лесоводственный эффект, образующийся при проведении рубок ухода и проявляющийся в улучшении средозащитных функций лесов.

Социальный эффект при использовании лесных ресурсов проявляется: в расширении объемов и номенклатуры продукции, поступающей к потребителям через розничную торговлю (мебель, писчебумажные товары, строительные материалы и т. п.);

в осуществлении мероприятий, улучшающих условия труда в процессах заготовки и переработки древесины, снижающих долю ручного физического труда;

в создании, благодаря полному рациональному использованию лесосеочного фонда, условий для работы лесной промышленности на базе предприятий постоянного действия, где возможна организация социально-бытовой инфраструктуры, отвечающей необходимым стандартам труда и быта работников;

в использовании свободного времени людей в общении с природой на базе развития рекреационного лесопользования в целях улучшения состояния здоровья, продления жизни, физического развития.

Таким образом, в большинстве своем социальный эффект образуется за пределами материального производства, охватывая духовную деятельность и сферу социальных отношений.

Исчислением экономического, экологического и социального эффектов можно получить итоговую оценку эффективности использования лесных ресурсов, которой следует руководствоваться при выборе форм организации лесной промышленности и лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятиях по охране окружающей среды. — Экон. газ., 1980, № 33. [2]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 168 с. [3]. Петров А. П. Организация комплексного использования лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 184 с. [4]. Петров А. П. Система показателей для оценки эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов. (На примере комплексных лесных предприятий). — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4.

УДК [630*86 + 676].003.1

ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ И НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ СССР

В. С. СОМИНСКИЙ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) занимает особое место в лесопромышленном комплексе по особенностям материально-технической базы и применяемой технологии. В этой отрасли практически отсутствуют механическая обработка и переработка*, зато широко используются химические, физико-химические и физико-механические методы воздействия на предмет труда. В ЦБП эксплуатируется оборудование большой единичной мощности. Бумагоделательные машины достигают производительности 140—180 тыс. т в год, установки непрерывной варки целлюлозы имеют мощность в одном агрегате 280—290 и 335—350 тыс. т в год. Одна такая машина или один такой агрегат обходятся в 10—30 млн. р. и дороже, отличаются высокими скоростями и весьма совершенным автоматизированным управлением. Многие процессы, ранее протекавшие периодически, с малой производительностью, ныне стали непрерывными и выполняются практически без участия людей. Таковы, например, наряду с варкой сульфатной целлюлозы, отбелка всех видов, размол, очистка массы и др. Широко применяются автоматические линии для изготовления технических бумаг и изделий из бумаги. Они высокопроизводительны и работают по установленным программам.

Для ЦБП типичны высокая энерго- и водоемкость. Доля целлюлозно-бумажной промышленности в общем промышленном производстве весьма скромна и состав-

* По мере перехода к поставкам все большей массы готовой технологической щепы надобность в окорке и рубке поступающей древесины на предприятиях ЦБП отпадает.

ляет менее 1%. Однако по потреблению электроэнергии и технологического тепла отрасль занимает 7—8-е место, воды — 3—4-е место среди отраслей промышленности СССР.

Все эти и ряд других специфических особенностей ЦБП определяют главную, результирующую: способность наиболее эффективно по сравнению с любыми другими направлениями использования лесных ресурсов* изготавливать высококачественную продукцию из древесины любого породного состава, в том числе из отходов лесозаготовок и лесопереработки. В расчете на 1000 м³ заготовленной древесины самым выгодным, целесообразным экономически и технически возможным является изготовление 100—110 т целлюлозы, 15—16 т древесной массы и около 210—220 м³ пиломатериалов и фанеры. Кроме того, из отходов, образующихся после переработки этой древесины, может быть получено свыше 2000 м² древесноволокнистых и 9—10 м³ древесностружечных плит. Такая структура переработки заготовленной древесины позволяет применять практически безотходную технологию, в 4—5 раз эффективнее современной, сложившейся в СССР. В масштабе народного хозяйства это равнозначно экономии по меньшей мере в 3—5 млрд. р. в год, возможности стабилизации, а затем и сокращения объема лесозаготовок** с соответствующей экономией капитальных вложений, трудовых ресурсов и расходов на транспорт.

Каковы же препятствия радикальному изменению современной структуры переработки и использования древесины и перехода от экстенсивного к интенсивному направлению развития лесопромышленного комплекса?

Первое из них мы видим в инерции сложившейся структуры лесопереработки, где целлюлозно-бумажная промышленность занимает необоснованно малую долю. Даже на перспективу предполагается, что эта доля не превысит 16% от заготавливаемой древесины***. Между тем, еще 20 лет назад на нужды ЦБП в ряде богатых лесом стран направлялось (и направляется в настоящее время) до 55—60% древесины. ЦБП там является основой лесопромышленного комплекса. Помимо очевидной экономической эффективности, это обеспечивает еще и сбережение лесных ресурсов.

Древесина, применяемая для изготовления тары, рудничной стойки, на многочисленных (и далеко не всегда необходимых) вспомогательные работы и сооружения в строительстве, используется однократно, а превращенная в волокнистые полуфабрикаты, служит значительно дольше. По меньшей мере 25% бумаги и картона могут быть после употребления по прямому назначению собраны в виде макулатуры, т. е. вторичного сырья. При некоторых усилиях сбор макулатуры может достигать 35—45%. При значительном объеме производства бумаги и картона — это крупная экономия древесины.

В печати неоднократно отмечалось, что научно-технический прогресс изменяет традиционные направления потребления древесины. Применение деревянной тары, деревянных (а не бетонных) шпал, заборов, подмостей и т. п. свидетельствует о расточительстве, технической отсталости и инерции хозяйственного мышления, так же, кстати, как ориентация на экспорт круглого леса, тогда как предметом экспорта должны были быть высококачественная бумага, картон, целлюлоза.

Второе препятствие, подобно звену цепи, тянется за первым. Поскольку ЦБП занимает так мало места среди потребителей, лесозаготовителям приходится тратить большие усилия на рубки определенных пород и сортиментов, бросать обжитые места и переходить на новые из-за истощения лесосек. Все это обходится куда дороже, чем могли бы быть затраты на ускоренное развитие ЦБП.

Третье препятствие — это стремление к созданию крупных предприятий ЦБП. За последние 10—15 лет строятся и вводятся в эксплуатацию, как правило, лишь предприятия-гиганты: Котласский, Сыктывкарский, Усть-Илимский, расширяются и становятся гигантами такие предприятия, как Архангельский, Сеgezский, Кондопожский комбинаты и т. п. Архангельский, Котласский, Сыктывкарский и Сеgezский комбинаты вместе взятые потребят в год в ближайшей перспективе свыше 18 млн. м³ древесины, т. е. примерно 27% общего потребления, планируемого для ЦБП. А если сюда добавить еще два гиганта: Братский и Усть-Илимский, то на долю всего лишь 6 предприятий придется более 40% потребления древесины. Такая концентрация резко осложняет и заготовку, и транспортировку древесины, а также не способствует, а скорее препятствует переходу к поставке технологической щепы.

* Мы полностью разделяем точку зрения ряда специалистов лесного хозяйства, что лесные ресурсы — вовсе не синоним запаса спелой и перестойной древесины, подлежащей рубке, а заготовленная древесина не истощает и половины всех лесных ресурсов, которые могут быть вовлечены в переработку без ущерба для природы.

** Приведенная выше структура переработки древесины позволяет сэкономить примерно 25—30% древесины по сравнению с современной структурой.

*** В 1980 г. ЦБП потребляла 12% заготовленной древесины, а на тару и упаковку расходовалась 19% (!).

По данным Гипробума, приведенным в интересной книге В. С. Соломко [1, с. 247—248], четко прослеживается падение эффективности предприятий ЦБП при росте объема производства. Об этом можно судить по данным таблицы*.

Затраты	Изменение затрат, %, при росте мощности, тыс. т		
	от 125 до 250	от 250 до 500	от 500 до 1000
Удельные капитальные вложения	—16	—1,3	—7
Эксплуатационные затраты	—13	—1,1	—0,7
Удельные приведенные затраты	—14,6	—1,2	—3,7

Казалось бы, очевидно, что наилучшие экономические результаты приносят предприятия с мощностью до 250 тыс. т в год, а дальнейшее ее увеличение малоэффективно, сопряжено с огромными первоначальными капитальными затратами и не меньшими трудностями в заготовке и доставке сырья**. Однако автор упомянутой книги делает совсем иной вывод и считает оптимальной концентрацию 500—750 тыс. т в год беленой товарной целлюлозы и соответствующих производств [1, с. 248], что соответствует потреблению в год примерно 5—6 млн. м³ древесины. К сожалению, этот вывод положен в основу развития ЦБП в 1960—1980 гг. и на перспективу.

Конечно, при известных, исключительно благоприятных условиях оправданы и крупные предприятия. Главное из этих условий — жесткое закрепление за ними лесосырьевой базы (и, быть может, прямое подчинение этой базы) и равномерная ее эксплуатация из расчета 70—80-летнего цикла лесовозобновления с радиусом не более 120—150 км. Основным типом предприятий ЦБП нам представляются все же небольшие и средние, ориентированные на прогрессивную технологию переработки разнопородной древесины, поставляемой в виде щепы. Мощность их — до 250—300 тыс. т в год по целлюлозе. Небольшие предприятия — мощностью до 60—80 тыс. т в год волокнистых полуфабрикатов (целлюлозы, полуцеллюлозы, древесной массы) — могут широко использовать отходы деревопереработки, собирая их от близлежащих предприятий, а также древесину рубок ухода и санитарных рубок лесных хозяйств. При высоком уровне механизации и автоматизации и узкой специализации такие небольшие предприятия обеспечивают вполне приемлемые технико-экономические показатели. И, кроме того, сроки ввода в эксплуатацию при этом кратчайшие и капиталовложения минимальны.

Четвертое препятствие в интенсивном развитии лесопромышленного комплекса — это укоровившееся представление об отходах при лесопереработке, как отрицательном факторе. В лесной промышленности стремятся сократить отходы и при лесопилении, и при деревообработке. Это разумно, если отходы сжигают или выбрасывают в отвал, но неразумно, если отходы направлять на нужды ЦБП. В этом случае следовало бы ограничить выход готовых пиломатериалов по древесине до 45—47%, а все отходы передавать в виде щепы в ЦБП [3], т. е. не сжигать, а оптимизировать долю отходов.

Пятое препятствие, о котором писали уже не раз, это самозаготовители, чьи рубки истощают запасы наиболее ценных пород древесины, необходимых ЦБП более, чем другим потребителям. Самозаготовители и рациональное развитие лесопромышленного комплекса — взаимоисключающие направления.

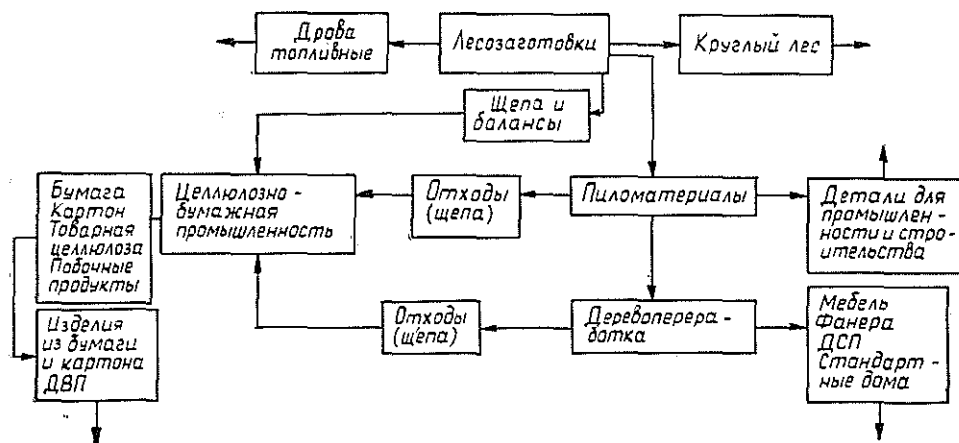
В рамках данной статьи нет возможности особо рассмотреть плюсы и минусы так называемых территориальных лесопромышленных комплексов, которыми иногда называют отдельные предприятия (Братский, Сыктывкарский ЛПК и др.). Нам представляется, что организационное объединение в одном предприятии совершенно разнородных производств не имеет ни технического, ни экономического оправдания. Другое дело, когда речь идет о кооперировании ЦБП с лесопилением, деревообработкой, изготовлением древесностружечных плит и т. п. с координацией работ в пределах территориального ЛПК специальным органом (уполномоченным Минлесбумдревпрома, советом директоров и др.).

Нет также возможности рассмотреть перспективы потребления древесного сырья в гидролизной промышленности. Вряд ли они сколько-нибудь значительны, поскольку куда выгоднее получать кормовые продукты из отходов нефтепереработки.

Наконец, хотелось бы попросить специалистов высказать свое суждение об идее лесных плантаций для удовлетворения потребностей ЦБП в европейской части СССР.

* Расчеты выполнены нами.

** Стронительство так называемыми «очередями» отнюдь не выход и не облегчение задачи поставок сырья.



Упрощенная схема лесопромышленного комплекса.

Насколько оправданы такие плантации в нашей стране с обилием лесов и древесных отходов, способных удовлетворить самые высокие потребности ЦБП? С точки зрения экономистов, для создания таких плантаций нет экономических условий.

В лесопромышленном комплексе все взаимосвязано. Это видно на схеме. Но связи эти не возникают сами по себе, они находятся в движении и нуждаются в упорядочении, где определяющее, организующее влияние призвано оказать развитие ЦБП по наиболее рациональным направлениям [2, с. 94—109]. А для этого необходимо устранить перечисленные препятствия, что вполне по силам Госплану СССР и Минлесбумдревпрому СССР, а в пределах союзных республик — соответствующим республиканским министерствам.

Рациональное развитие лесопромышленного комплекса, и в частности ЦБП, имеет огромное значение для народного хозяйства. Правильное использование лесного богатства позволит существенно ускорить формирование материально-технической базы коммунизма и реализацию социальной программы развития советского общества, предусмотренной XXVI съездом КПСС. Многие годы продукцию ЦБП рассматривали главным образом с позиций удовлетворения потребностей промышленности. Осваивались все новые и новые виды бумаги, картона, специальные марки целлюлозы для технических целей, строились и вводились в строй производства кабельной, конденсаторной, фильтровальной бумаги, целлюлозы для корда, электроизоляционного картона, картона для автомобильной промышленности и т. п. И лишь изредка вспоминали о том, что бумага — «хлеб культуры», не связывая это с определенными хозяйственными решениями.

Между тем, роль и место ЦБП, а с нею и всего лесопромышленного комплекса в народном хозяйстве, следует оценивать с принципиально новых позиций, вытекающих из социального и экономического курса КПСС, получившего яркое выражение в решениях XXVI съезда КПСС.

ЦБП относят к отраслям тяжелой промышленности. Экономически это вполне обосновано. Известно также, что все отрасли тяжелой промышленности определенную часть продукции направляют для удовлетворения личных потребностей населения, т. е. для социальных целей. Вместе с тем, нет ни одной отрасли тяжелой промышленности, где бы продукция социального назначения была основной, как это обстоит в ЦБП. По нашим расчетам, доля такой продукции здесь достигает около 80 %, т. е. примерно сходна с долей поставок для личного потребления в легкой промышленности. Конечно, формально бумага для печати и газетная — это сырье для полиграфии, а оберточная бумага и тарный картон входят в число упаковочных материалов промышленного назначения. Но это не меняет общей оценки.

И все же важны не только и не столько приведенные расчеты, сколько совершенно уникальное, исключительное значение бумаги для решения самых важных социальных проблем: развития культуры, образования, просвещения, нравственного воспитания и гармоничной духовной жизни людей. Именно бумага является материальной основой их решения. Одновременно бумага — носитель научно-техниче-

ской информации. От печатных узлов ЭВМ, статей, книг и отчетов она проделывает путь до проектов, рабочих чертежей, всевозможных атласов и карт. Нам представляется, что наравне с машиностроением, энергетикой, химией и металлургией бумажная промышленность определяет научно-технический прогресс и его ускорение в народном хозяйстве.

Первостепенное значение имеют бумага и картон для развития той инфраструктуры, без которой успехи в сельском хозяйстве не приносят ожидаемых результатов. Мы имеем в виду прежде всего упаковку, улучшение которой способно принести не меньшие результаты, чем десятки и сотни тысяч сельскохозяйственных машин и миллионы тонн удобрений. Кстати, упаковка необходима и для машин, и для промышленных товаров. Нехватка ее (с учетом потерь и поломок при перевозке) примерно на 10—12 % снижает фактический объем производства многих изделий тяжелой, легкой и пищевой промышленности. А в мировой практике доля бумаги и картона в упаковочных материалах, при всех успехах производства пластмасс, составляет около 60—75 % и в перспективе увеличивается.

В народнохозяйственном комплексе ЦБП связана с 87 отраслями производственной и непроизводственной сферы. Связи эти могут и должны расширяться и углубляться. Особого внимания заслуживают при этом производства санитарно-гигиенических изделий на основе бумаги и вспушенной целлюлозы, обоев, разнообразных бумажно-беловых товаров. Эта продукция не только высокорентабельна. Ее применение играет важную роль в реализации социальной программы КПСС, ибо бережет труд в домашнем хозяйстве, строительстве, в системе бытового и коммунального хозяйства, общественного питания, здравоохранения и, кроме того, позволяет высвободить дефицитное сырье: хлопок, пищевые продукты и пр. По нашим расчетам, удовлетворение хотя бы 50 % современной потребности в этих изделиях равнозначно высвобождению примерно 300 тыс. человек в год, а увеличение объема производства изделий для санитарно-гигиенических целей на 20—25 % дешевле и на 30—35 % менее трудоемко, чем эквивалентное развитие производства хлопка и тканей из него (в расчете на приведенные капиталозлоложения по всей совокупности расходов от выращивания хлопка и, соответственно, заготовке древесины до готовой продукции одинакового применения).

Небезразличны возможности ЦБП, связанные с экономией топливных ресурсов и воды. При рационально организованном энергетическом хозяйстве предприятия этой отрасли способны до 30—35 % своих потребностей покрывать за счет вторичных энергоресурсов и резко сокращать расход свежей воды, переходя на замкнутый водооборот. Конечно, для этого понадобятся определенные затраты, т. е. ЦБП (как отмечалось выше) находится в первой десятке энерго- и водоемких отраслей. Однако вряд ли такие возможности использовать внутренние резервы есть еще в какой-либо отрасли.

Наконец, заслуживает внимания роль ЦБП в утилизации своеобразного вторичного сырья сельского хозяйства — соломы злаковых культур, отходов хлопчатника. Масса этих отходов составляет несколько десятков миллионов тонн и используется только частично, да и крайне нерационально. Имеется и давно известна в СССР технология получения из соломы вполне доброкачественных полуфабрикатов для производства бумаги и картона, за рубежом в качестве сырья для ЦБП широко применяют отходы хлопчатника. Вовлечение этих отходов в промышленную переработку — одна из составляющих развития агропродовольственного комплекса, предусматриваемого решениями XXVI съезда КПСС.

ЦБП следует рассматривать как одну из отраслей, формирующих территориально-производственные комплексы в новых районах страны и повышающих эффективность таких комплексов в давно обжитых районах. Рациональное размещение предприятий отрасли возможно и полезно во всех районах страны с учетом природных условий, сырьевой базы, характера и масштабов кооперирования с другими отраслями региона.

В решениях XXVI съезда КПСС предусмотрены значительные темпы развития ЦБП в XI пятилетке. Есть все основания для того, чтобы ЦБП заняла достойное место в лесопромышленном и народнохозяйственном комплексе нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Соломко В. С. Состояние и перспективы развития целлюлозно-бумажной промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. [2]. Соминский В. С. Пути развития целлюлозно-бумажной промышленности. — ЭКО, 1980, № 1, с. 94—113. [3]. Товбин Б. М. Сырьевые проблемы отрасли. — Бум. пром-сть, 1979, № 7, с. 20—21.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*116

О ВОДООХРАННОМ И ВОДОРЕГУЛИРУЮЩЕМ ЗНАЧЕНИИ
ОСУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ БОЛОТ

Х. А. ПИСАРЬКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В летний период сток по каналам осушительной сети, а также по естественным водотокам иногда падает до нуля. Это явление в гидрологии принято называть пересыханием.

Нами рассматриваются некоторые вопросы, связанные с переводом поверхностного стока во внутренний, сокращением физического испарения, перераспределением стока во времени и пересыханием каналов, проложенных в торфяных почвах.

Наблюдения Б. В. Бабикова [1] и С. Э. Вомперского [2] за расходом воды по осушительным каналам показали, что при средних уклонах кривых депрессии от 0,0026 до 0,022 расход прекращается, т. е. наступает пересыхание, причем чем меньше расстояния между осушителями, тем больше уклон и меньше длительность пересыхания. Правильность этого парадоксального явления нами обоснована теоретически.

Акад. А. Н. Костяков разделяет питание грунтовых вод на два основных вида: 1) внутреннее, главным образом, за счет поглощения атмосферных осадков; 2) внешнее, когда имеется приток грунтовых вод со стороны.

Согласно этому делению, при частой сети каналов (не более чем через 100 м), когда ветви кривой депрессии смыкаются, питание можно считать внутренним, а при более значительных расстояниях между каналами, когда ветви кривой депрессии не смыкаются и имеется заметная кривая спада, — внешним. Соответственно этим видам водного питания будем пользоваться и расчетными формулами для определения притока воды в каналы [4].

При близком залегании горизонтального водоупорного слоя и внутреннем питании приток воды в канал с двух сторон на длину канала 1,0 м равен (рис. 1)

$$q = \frac{4kh^2}{L} \quad (1)$$

или модуль стока

$$q_1 = \frac{4kh^2}{L^2} \quad (2)$$

В этих формулах L — расстояние между каналами (осушителями), м;

k — коэффициент фильтрации, м/сут;

h — напор, м;

q — приток воды в осушитель, м³/сут с площади $L \times 1$ м²;

q_1 — модуль стока, м³/(сут · м²).

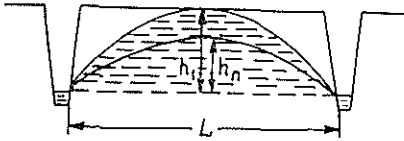


Рис. 1. Кривые депрессии.
 h_1 — начальный напор; $h_{п}$ — напор при пересыхании канала.

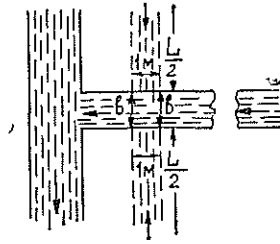


Рис. 2. Приток воды в осушительный канал с двух сторон на площадку $1 \times b$ м².

Слой воды в канале h_0 мал по сравнению с напором и принят равным нулю.

При внешнем питании приток воды в канал с двух сторон [4]

$$q = \frac{2kh^2}{L}. \quad (3)$$

Поступившая в канал вода испаряется и частично просачивается в глубь почвы. Объем этой воды с 1 м длины канала (рис. 2) равен $1 \times bu$, а испарение, приходящееся на 1 м² осушаемой площади, условно называемое модулем испарения E м³/(сут · м²), равно

$$E = \frac{1 \times bu}{L}, \quad (4)$$

где b — ширина канала по дну, плюс основания откосов, из которых поступает вода в канал, м;

u — слой испарившейся и просочившейся воды, м/сут, с площади $1 \times b$ м². В теплый период bu изменяется даже в течение суток. Расход воды по каналу всегда меньше притока, так как происходит потеря воды из каналов на испарение и фильтрацию.

Начало прекращения стока (начало пересыхания) по каналу наступит тогда, когда модуль испарения будет равен модулю стока, т. е. при наблюдении равенства $E = q_1$.

В этом случае при внутреннем питании

$$\frac{bu}{L} = \frac{4kh_n^2}{L^2} = i_n^2 k, \quad (5)$$

а при внешнем

$$\frac{bu}{L} = \frac{2kh_n^2}{L^2} = \frac{i_n^2 k}{2}. \quad (6)$$

Отсюда находим уклоны i_n и напоры h_n , при которых начинается пересыхание:

при внутреннем питании

$$i_n = \sqrt{\frac{bu}{kL}}; \quad h_n = \sqrt{\frac{Lbu}{4k}}; \quad (7)$$

при внешнем

$$i'_n = \sqrt{\frac{2bu}{kL}}; \quad h'_n = \sqrt{\frac{Lbu}{2k}}. \quad (8)$$

Эти уклоны нельзя принимать за начальные градиенты. Опытами показано, что когда в грунтах сильно действует молекулярных сил, т. е. свободная вода почти отсутствует, то фильтрация возникает только в случае, если градиент напора больше некоторого значения i_0 , называемого начальным градиентом [6]. Например, для очень плотных глин i_0 может достигать 30, в этих условиях закон Дарси неприменим. Осушаемые торфяные почвы насыщены грунтовой водой, здесь i_0 равен нулю, поэтому теория фильтрации основана на применении закона Дарси ($v = ki$).

Независимо от вида водного питания, как это следует из формулы (4), модуль стока, при котором начинается пересыхание, равен

$$q_n = \frac{1000 \cdot 10\,000bu}{86\,400L} = 115,7 \frac{bu}{L} \text{ л/(с} \cdot \text{га)}.$$

Следовательно, q_n зависит только от bu и L . Поэтому при одной и той же площади естественного водосбора q_n больше при более узком, но вытянутом водосборе.

В летние месяцы испарение воды из каналов уменьшает расход воды в них до 50 %, поэтому коэффициент фильтрации и водоотдачу по стоку следует определять в осенний период, когда испарение приближается к нулю.

По карте Б. Д. Зайкова, для районов Архангельска, Ленинграда и Москвы испарение с водной поверхности равно соответственно 400, 500 и 600 мм в год. Испарение наблюдается в основном в теплый период года. Сокращение стока за этот период для района Ленинграда при $L = 100$ м и $b = 1,2$ м будет равно $\frac{bu}{L} = \frac{1,2 \cdot 500}{100} = 6$ мм в год. По отношению к годовому стоку это сокращение незначительно, а по отношению к летнему стоку составляет 10 % и более. Расход воды по каналам зависит не только от испарения и фильтрации, но также от ширины каналов по дну и основания откосов осушителей b . Приближенно можно принять $b = 1,0$ — $1,2$ м, на поврежденных каналах эта величина больше, а на естественных водотоках b достигает нескольких метров. В водоохраных целях следует стремиться уменьшать физическое испарение (bu), для этого нужно своевременно ремонтировать осушительные системы, стремиться на осушителях уменьшать ширину по дну и по возможности заменять открытую сеть дренажем.

В зависимости от уровня грунтовой воды и скорости его понижения после весеннего снеготаяния, пересыхание будет начинаться по истечении определенного времени t_n , от которого зависит длительность пересыхания и водоохранное значение, а также водное питание рек.

Уравнение баланса грунтовых вод при внутреннем питании (7) можно написать так:

$$\left(\frac{2kh^2}{L} + \frac{Le}{2} \right) dt = \delta \frac{L}{2} dh, \text{ отсюда } dt = \frac{-\delta L^2 dh}{4kh^2 + L^2 e}, \quad (9)$$

где e — испарение грунтовой воды, м/сут, при отсутствии осадков за период времени t ;

δ — коэффициент водоотдачи.

Интегрируя уравнение (9) в пределах от $h = h_1$ до $h = h_2$ (рис. 1), получаем уравнение для определения времени t , в течение которого уровень грунтовой воды понижается на величину $h_1 - h_2$:

$$t = \frac{\delta L}{2\sqrt{ek}} \left[\arctg\left(\frac{2h_1}{L} \sqrt{\frac{k}{e}}\right) - \arctg\left(\frac{2h_2}{L} \sqrt{\frac{k}{e}}\right) \right]. \quad (10)$$

Преобразуем уравнение (10), используя зависимость

$$\operatorname{arctg} x - \operatorname{arctg} z = \operatorname{arctg} \frac{x - z}{1 + xz}.$$

Получим

$$t = \frac{\delta L}{2\sqrt{ke}} \operatorname{arctg} \left(\frac{h_1 - h_2}{\frac{L}{2} \sqrt{\frac{e}{k}} + \frac{2h_1 h_2}{L} \sqrt{\frac{k}{e}}} \right). \quad (11)$$

Если в формуле (10) выражение в скобках мало, то она принимает более простой вид, но менее точна:

$$t = \frac{\delta (h_1 - h_2)}{\frac{4kh_1 h_2}{L^2} + e} = \frac{\delta (h_1 - h_2)}{\sqrt{q_1 q_2} + e}. \quad (12)$$

Приведенные формулы получены для внутреннего питания грунтовых вод. При внешнем питании в формулу (11) вместо 2 нужно подставить $\sqrt{2}$, а в формулу (12) вместо 4 подставить 2.

Коэффициенты водоотдачи δ определяем по формуле А. И. Ивницкого [3]

$$\delta = 0,116 \sqrt[5]{k^3} \sqrt[4]{y^3}, \quad (13)$$

где y — глубина грунтовых вод от поверхности почвы, м.

Выражая в формуле (12) h_2 по уравнению (7) и δ — по (13), после некоторых преобразований получаем (для внутреннего водного питания) формулу для определения t_n , т. е. времени, необходимого для понижения грунтовых вод на глубину $h_1 - h_n$, при которой начинается пересыхание:

$$t_n = \frac{0,116 \sqrt[5]{k^3} \left(h_1 - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Lbu}{k}} \right)^{1,75}}{2h_1 \sqrt{\frac{kbu}{L^3} + e}} = \frac{\delta (h_1 - h_n)}{\sqrt{q_1 q_n} + e}. \quad (14)$$

При внешнем питании в формулу (14) вместо 2 нужно записать $\sqrt{2}$.

k м/сут	L м	h_1 м	h_n м	y м	δ	$\delta (h_1 - h_n)$ мм	$\sqrt{q_1 q_n}$ мм/сут	t_n сут, при e мм/сут	
								1	2
1 3	200	0,60	0,39	0,21	0,036	7,6	0,012	7,5	3,8
	200	0,60	0,22	0,38	0,084	32,0	0,020	31,3	15,8
1 3	200	1,0	0,39	0,61	0,080	49,0	0,039	47,1	24,0
	200	1,0	0,22	0,78	0,145	112,1	0,065	104,7	54,0
1 3	200	2,0	0,39	1,61	0,165	266,0	0,043	225,0	130,2
	200	2,0	0,22	1,78	0,265	470,0	0,067	440,0	227,0
1 3	65	0,60	0,16	0,44	0,063	27,7	0,091	25,4	13,3
	65	0,60	0,093	0,51	0,106	53,7	0,16	46,3	24,9
1 3	65	1,0	0,16	0,84	0,102	85,7	0,152	74,5	40,0
	65	1,0	0,093	0,91	0,175	159,3	0,264	126,4	70,5
1 3	65	2,0	0,16	1,84	0,183	339,0	0,31	261,0	149,0
	65	2,0	0,093	1,91	0,190	361,0	0,52	237,0	143,0

Примечание. Таблица составлена при $1 \times vi = 0,0015$ м³/сут.

Формула (14) учитывает комплекс факторов, от величины и сочетания которых зависит водоохранное, водорегулирующее значение и водное питание рек.

Значения $t_{п}$, рассчитанные по формуле (14) для различных условий, приведены в таблице. Эти данные позволяют рассмотреть влияние указанных факторов на осушенных болотах.

Большое значение имеет объем внутреннего стока с осушенных болот $\delta(h_1 - h_{п})$. Чем глубже торф и каналы, тем больше h_1 и δ , а следовательно, повышается водоохранное и водорегулирующее значение осушения и уменьшается водное питание рек. В этих условиях после весеннего снеготаяния поверхностный сток полностью может быть переведен во внутренний, будет происходить постепенное понижение грунтовых вод, уменьшение стока и физического испарения.

При мелком торфе, близком расположении водоупорного слоя и небольшом h_1 , как видно из таблицы, преобладает поверхностный сток, поэтому положительное значение осушения очень мало. Аналогичное явление будет и на лесных землях с тяжелыми почвами.

Если мелкий торф подстилается водопроницаемыми грунтами, в особенности песком, в который врезано дно каналов, то осушение по своему действию аналогично осушению глубокого торфа.

Средний модуль стока ($\sqrt{q_1 q_{п}}$) незначителен по сравнению с физическим испарением и мало влияет на пересыхание каналов. Продолжительность пересыхания каналов зависит в основном от k , h_1 и δ . Чем больше эти факторы и меньше L , тем больше $t_{п}$, поэтому пересыхание менее продолжительно и положительное влияние осушения хорошо выражено.

В формулу (14) входят и два отрицательных фактора: испарение воды из каналов bi и физическое испарение грунтовой воды e , которое обычно меньше суммарного испарения. Чем больше эти факторы, тем длительнее пересыхание каналов. Нами доказано [5], что при наличии испарения грунтовой воды e с увеличением k до некоторого предела ($k_m = \frac{0,6eL^2}{4h_1 h_{п}}$) $t_{п}$ возрастает, при дальнейшем увеличении k время $t_{п}$ незначительно уменьшается, что видно и из таблицы. Это исключение из общего правила объясняется тем, что с ростом k водоотдача δ повышается и требуется отводить больше грунтовой воды, что связано с увеличением затрат времени.

Известно, что водопроницаемость осушенных торфов с течением времени уменьшается в несколько раз. Кроме того, верхние слои торфа более водопроницаемы, чем нижние, и сильнее уплотняются после осушения. Следовательно, положительное влияние осушения наиболее сильно проявляется в первые годы после устройства осушительной сети. В этот период больше и водоотдача осушенных бассейнов, от которой в основном зависит перевод поверхностного стока во внутренний.

Чем больше $t_{п}$, тем меньше продолжительность пересыхания, так как оно начинается позже. Из таблицы видно, что при $k = 1,0$ м/сут и $h_1 = 1,0$ м, при $L = 65$ м пересыхание длится на 27,4 сут меньше, чем при $L = 200$ м, а при $k = 3,0$ м/сут — на 21,7 сут. При $h_1 = 1,5-2,0$ м и более пересыхания, как правило, нет, так как $t_{п}$ приходится на осенний уже дождливый период. При частой сети каналов пересыхание менее длительно (при h_1 не более 1 м), что подтверждается и опытом [1].

При грунтово-напорном питании болот, а также в периоды выпадения большого количества осадков пересыхания каналов не наблюдается, так как грунтовые воды не понижаются до напора h_{II} .

Достижимое осушением увеличение поверхностного стока вряд ли имеет водоохранное значение.

Из изложенного видно, что в зависимости от характеристики болот, степени осушения, транспирации и других факторов водоохранное значение осушения и его влияние на питание рек существенно различно. Без изучения физической сущности процесса осушения нельзя получить выводы с требуемой степенью достоверности; этим и объясняется их противоречие.

Известно, что компоненты формулы (13) мы не можем определять с требуемой точностью, особенно k , δ , bi , e . Поэтому полученные теоретические зависимости и их компоненты требуют уточнения, однако полученные общие выводы, т. е. качественные показатели, можно считать достоверными.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баби́ков Б. В. Сток и испарение с осушенных лесных болот. — Науч. тр./ ЛТА, 1970, № 142. [2]. Вомперский С. Э. Элементы водного баланса и гидрологический режим осушенных лесов и болот. — В кн.: Современные вопросы лесоведения и лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1974. [3]. Ивицкий А. И. Истоки и развитие мелиоративной науки в нашей стране. — В кн.: Достижения мелиоративной науки в БССР. Мн.: АН БССР, 1958. [4]. Костяков А. Н. Основы мелиораций. — М.: Сельхозгиз, 1960. [5]. Писарьков Х. А. Влияние основных факторов на интенсивность осушения лесных земель. — Науч. тр./ ЛТА, 1970, № 142. [6]. П о л у б о я р и н о в а - К о ч и н а П. Я. Теория движения грунтовых вод. М.: Госгиздат, 1952.

Поступила 9 июля 1979 г.

УДК 630*561.21 : 519.272.11/12

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРИРОСТА СОСНЫ И ЕЛИ МЕТОДАМИ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Г. С. РОЗЕНБЕРГ, П. А. ФЕКЛИСТОВ

Институт биологии Башкирского филиала АН СССР
Архангельский лесотехнический институт

Прогнозирование прироста древесных пород по метеорологическим данным района их произрастания — одна из наиболее важных задач дендроклиматологии. В настоящем сообщении демонстрируется возможность построения среднесрочного (10—30 лет) прогноза методами классического регрессионного анализа.

Использование корреляционно-регрессионного анализа в дендроклиматических исследованиях традиционно ([4] и др.). Но до сих пор рассматривалась связь прироста с одним (реже двумя) параметрами среды. Кроме того, качество прогноза оценивали на том же материале, который использовали и для построения регрессионной модели. Естественно, что в этом случае ошибка прогноза оказывалась минимальной (определение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов связано с минимизацией квадратов отклонений эмпирических значений прироста от теоретической регрессионной кривой). Однако для большей надежности регрессионных уравнений целесообразно оценивать качество модели для прогноза прироста по данным, которые не использовались при ее построении.

Исходным материалом служил годичный прирост по площади сечения ствола (в индексах-%) сосны и ели с 1918 г. по 1975 г. в разных типах леса Архангельской области. Прирост был измерен на высоте груди учетных деревьев по двум радиусам с помощью микроскопа МБС-1 (точность измерения $\pm 0,05$ мм). По полученным данным был рассчитан годичный прирост по площади сечения ствола и выражен в индексах-%. Расчет индексов позволяет исключить влияние фактора возраста на прирост. В табл. 1 приведены данные по числу пробных площадей и деревьев исходной информации.

Таблица 1

Лесхоз	Тип леса, порода	Число пробных площадей	Число учетных деревьев
Архангельский	Сосняк кустарничково-сфагновый, сосна (y_1)	7	140
	Ельник-черничник влажный, ель (y_2)	3	60
	Ельник хвощово-сфагновый, ель (y_3)	1	20
Лешуконский	Сосняк-черничник, сосна (y_4)	8	139
	Ельник-черничник, ель (y_5)	15	379
	Ельники приручейные и кислочно-паротниковые, ель (y_6)	4	80

Таблица 2

Факторы	Архангельский лесхоз			Лешуконский лесхоз		
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
x_1 — сумма осадков за июль	—	—	—	—	—	—
x_1 (—1)	—	—	—	—	—	—
x_2 — средняя температура	—	—	—	—	2,0	—
x_2 (—1)	—	—	—	—	—	—
x_3 — сумма осадков за июнь—август	—	—	—	—	—	—
x_3 (—1)	—	—	—	—	—	—
x_4 — средняя температура за июнь—август	12,0	—	—	—	4,1	—
x_4 (—1)	—	—	—	—	26,6	18,8
x_5 — число дней с $t > 5$ °С	—	—	—	—	5,6	—
x_5 (—1)	5,0	—	—	13,3	—	—
x_6 — сумма температур больше 10 °С	31,7	—	—	—	—	—
x_6 (—1)	—	—	—	—	2,4	—
x_7 — сумма температур за одну декаду июня и июль	—	—	—	—	—	—
x_7 (—1)	—	—	16,2	—	7,9	—
x_8 — число дней с $t > 10$ °С	6,8	—	—	—	—	—
x_8 (—1)	—	—	—	—	—	—
x_9 — сумма осадков за май—август	—	—	—	—	—	—
x_9 (—1)	—	—	—	—	—	—
x_{10} — средняя температура за май—август	—	—	—	—	3,8	10,3
x_{10} (—1)	—	—	—	—	—	—
x_{11} — сумма осадков за одну декаду июня и июль	—	—	—	11,9	17,9	—
x_{11} (—1)	—	—	—	—	—	15,7
x_{12} — средняя температура за одну декаду июня и июль	—	—	—	—	—	—
x_{12} (—1)	—	—	14,9	—	7,6	12,0
x_{13} — гидротермический коэффициент	—	—	—	7,6	15,4	9,1
x_{13} (—1)	—	—	—	—	—	11,6
y (—1) — годичный прирост	27,5	34,7	23,7	34,9	2,0	—

Примечание. x (—1) — значение фактора x_i за прошедший год; y (—1) — значение фактора y_i за прошедший год. Прочерки обозначают отсутствие связи указанных факторов с приростом. Обозначение пород и типов леса аналогично табл. 1.

В качестве параметров, по которым прогнозировали прирост сосны и ели, использовали 13 метеорологических факторов (табл. 2). Архангельский и Лешуконский лес-

хозы, в которых проводили наблюдения, расположены в северной подзоне тайги Архангельской области. Район исследования выбран по типичности климата (в соответствии с ведущими климатическими факторами основных ботанико-географических регионов, указанных в работе Д. Л. Арманда [1]. Климат района исследования умеренно-континентальный, характерна частая смена воздушных масс разного происхождения. Самый теплый месяц в исследованных лесхозах — июль (по данным метеостанции Койнас для Лешуконского лесхоза +14,4 °С, метеостанции Архангельска для Архангельского лесхоза — +16,2 °С), самый холодный — январь (—13,0 и —12,6 °С соответственно). Среднее многолетнее количество осадков по Лешуконскому лесхозу — 499 мм, по Архангельскому — 494 мм.

При построении прогнозирующих моделей использовали методы множественного линейного регрессионного анализа:

$$y_i = a_{0i} + \sum_{j=1}^n a_{ji} x_j,$$

где a_{ji} — коэффициент регрессии;

n — общее число анализируемых факторов. В нашем случае $n = 27$, так как каждый из 13 метеорологических факторов был рассмотрен «с запаздыванием», т. е. анализировалось влияние на прирост факторов не только текущего года, но и прошедшего; кроме того, в качестве фактора рассматривался прирост за прошедший год.

Уравнение регрессии для каждой породы строили по первым 24 точкам (с 1918 г. по 1941 г.); остальные — служили в качестве экзаменационной последовательности, по которой оценивали качество регрессионных моделей.

Кроме того, построение линейной множественной регрессионной модели сопровождалось определением доли влияния каждого из учтенных факторов (γ_{ji}) по методике И. Я. Лиёпы [3, 5]:

$$\gamma_{ji} = \frac{|a_{ji} C_{y_i x_j}| R^2}{\sum_{j=1}^n |a_{ji} C_{y_i x_j}|},$$

где $C_{y_i x_j}$ — коэффициент ковариации между y_i и x_j ;

R — коэффициент множественной корреляции.

Если влияние некоторого фактора оказывалось недостоверным (проверка достоверности γ_{ji} по критерию Фишера), то этот фактор исключали из регрессионного уравнения и проводили новый пересчет коэффициентов регрессии и удельного влияния оставшихся факторов.

В результате экспериментов были получены следующие прогностические уравнения:

$$y_1 = -28,40 + 5,19x_4 + 0,24x_5(-1) - 0,05x_6 + 0,28x_8 + 0,63y_1(-1);$$

$$y_2 = 44,30 + 0,57y_2(-1);$$

$$y_3 = 29,51 - 0,18x_7(-1) + 7,15x_{12}(-1) + 0,74y_3(-1);$$

$$y_4 = -37,22 + 0,59x_5(-1) + 0,13x_{11} - 6,63x_{13} + 0,73y_4(-1);$$

$$y_5 = 113,90 + 3,68x_2 - 4,08x_4 - 12,20x_4(-1) + 1,03x_5 + \\ + 0,01x_6(-1) + 0,12x_7(-1) - 2,72x_{10} + 0,46x_{11} - 2,06x_{12}(-1) - \\ - 21,52x_{13} + 0,16y_5(-1);$$

$$y_6 = 188,93 - 3,37x_4(-1) - 2,56x_{10} + 0,17x_{11}(-1) - \\ - 1,44x_{12}(-1) + 5,23x_{13} - 7,57x_{13}(-1).$$

В табл. 2 приведены достоверные значения доли влияния метеофакторов на годичный прирост сосны и ели в различных местообитаниях.

Не останавливаясь подробно на обсуждении результатов табл. 2, которые сами по себе весьма наглядны, отметим, что наибольший

вклад в регрессионные уравнения вносят температурные характеристики как текущего (x_4, x_6, x_8), так и прошедшего года ($x_4(-1), x_5(-1), x_7(-1), x_{12}(-1)$), меньше — характеристики атмосферных осадков (x_{11} для Лешуконского лесхоза). Наконец, велико влияние годичного прироста пород в прошедшем году (до 35 %). Это можно объяснить тем, что в текущем году используются пластические вещества, накопленные в предыдущем.

В табл. 3 представлены значения качества прогноза, которое определяли как среднюю относительную ошибку (%).

Таблица 3

Объект	Архангельский лесхоз			Лешуконский лесхоз		
	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6
Обучающая последовательность (1918—1941 гг.)	2,4	5,4	5,7	5,1	2,0	4,3
Экзаменующая последовательность (1942—1975 гг.)	8,4	7,6	9,7	10,4	20,8	16,3

Примечание. Обозначение пород и типов леса аналогично табл. 1.

Нетрудно видеть, что результаты аппроксимации значений прироста на обучающей последовательности значительно лучше, чем результаты экстраполяции, т. е. собственного прогноза. Для всех вариантов (порода и тип местообитания) относительная ошибка прогноза колеблется от 7 до 20 % (ошибка на обучающей последовательности в 1,5—10 раз меньше). В зависимости от целей прогноза такая точность может либо удовлетворить исследователя, либо нет.

Можно предположить, что ошибки прогноза по приведенным выше уравнениям связаны с их линейным характером. Правда, при прогнозировании с помощью нелинейных регрессионных уравнений возникают другие трудности — прежде всего, это необходимость выбирать степень полинома, с помощью которого будет строиться модель. Эту трудность можно преодолеть, используя методику построения самоорганизующихся моделей оптимальной сложности [2]. Рассмотрение этой методики — предмет специального сообщения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арманд Д. Л. Опыт математического анализа связи между типами растительности и климатом. — Изв. Всесоюз. географ. о-ва, 1950, т. 82, вып. 1. [2]. Иващенко А. Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. — Киев: Техника, 1975. [3]. Лиєпа И. Я. Показатель удельного веса влияния факторов воздействия. — Учен. зап. Латв. ун-та, 1971, т. 153. [4]. Тезисы докладов к III Всесоюзной конференции по дендроклиматологии «Дендроклиматические исследования в СССР». — Архангельск: АЛТИ, 1978.

Поступила 16 июля 1980 г.

УДК 630*524

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДИНАМИКИ СРЕДНЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСА ПО ВЕДУЩИМ СОРТИМЕНТАМ В СОСНЯКАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

И. С. ГЛУШЕНКОВ

Брянский технологический институт

Среднее изменение запаса Δ_M^{CP} (ГОСТ 18264—72) широко используется в различных лесоустроительных расчетах, в частности для определения количественной и технической спелостей древостоев, которые имеют наибольшее практическое значение. Как известно [5], первая служит нижним пределом, за которым рубка леса экономически нецелесообразна, вторая — основой для установления возраста рубки в лесах эксплуатационного назначения.

Количественная спелость определяется по максимальному значению среднего изменения запаса всей древесины (Δ_M^{CP}), техническая — по максимуму среднего изменения запаса группы ведущих сортиментов ($\Delta_{M_c}^{CP}$). Ведущие сортименты заготавливают из древесины крупных и средних размеров.

В последнее время в связи с повышением интенсивности ведения лесного хозяйства и задачей более рационального использования лесных ресурсов намечается тенденция к дифференциации возрастов рубок в пределах преобладающих пород по классам бонитета [8] и полнотам [6]. Н. П. Анучин [1] предлагает рассчитывать возраст технической спелости с учетом класса бонитета. Однако дифференцирование возрастов рубок в пределах пород по классам бонитета, полнотам значительно усложняет учет лесного фонда, расчеты лесопользования и в целом ведение лесохозяйственного производства. В то же время все возрастающие потребности народного хозяйства в древесном сырье настоятельно требуют оптимизации лесопользования, одним из важнейших условий которого является точное определение момента рубки древостоев с учетом биоэкономических предпосылок. Среди таксационных показателей средний диаметр древостоя может явиться определяющим в системе лесотаксационных расчетов [2, 3], так как отражает биологические особенности древостоя и условия местопроизрастания.

В работе ставилась задача исследовать закономерности динамики среднего изменения запаса по ведущим сортиментам в сосновых насаждениях, относящихся к различным уровням производительности и полноты. С 1975 г. по 1978 г. в лесных предприятиях Брянской и Костромской областей заложены 182 пробные площади*. Товарная структура древостоев каждой пробной площади изучена на 15—25 модельных деревьях. Ряды подбирали с учетом производительности, типа леса и уровня полноты. В пределах класса бонитета выделяли три уровня по относительным полнотам: 1 — от 1,05 до 0,86; 2 — от 0,85 до 0,66; 3 — от 0,65 до 0,46. Относительную полноту определяли по таблицам А. В. Тюрина. Уровни полноты с градацией в 0,2 приняты с учетом достоверности различий в росте древостоев по диаметру [3]. К группе ведущих сортиментов относили пиловочник и аналогичные по размерам сортименты [4].

* Автор участвовал в закладке 65 пробных площадей, остальные заложены работниками Брянской аэрофотолесоустроительной экспедиции под методическим руководством автора.

Исследование проводили в сосновых насаждениях следующих классов бонитета и уровней полноты: Iб — 1, 2; Ia — 1, 2, 3; I — 1, 2, 3; II — 1, 2, 3; III — 2, 3. Для аппроксимации $\Delta_{M_c}^{cp}$ с возрастом и средним диаметром использовали показательную функцию, предложенную К. Е. Никитиным [7]. Материалы обработаны на ЭВМ вычислительного центра Украинского лесоустроительного предприятия по единому алгоритму [7]. В процессе обработки получено 26 конкретных уравнений регрессии (13 по связи с возрастом и 13 — со средним диаметром). Решение этих уравнений по 10-летиям и ступеням толщины дало динамику среднего изменения запаса по ведущим сортиментам (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Номер варианта	Класс бонитета—уровень полноты	Значения $\Delta_{M_c}^{cp}$, м ³ , по возрастам, лет					Возраст максимального значения $\Delta_{M_c}^{cp}$
		50	70	90	110	130	
1	Iб — 1	6,15	6,72	4,84	3,32	2,53	60 ± 0,3
2	Iб — 2	5,54	5,38	3,65	2,45	1,87	55 ± 0,3
3	Ia — 1	5,30	5,95	5,50	4,75	3,80	68 ± 0,8
4	Ia — 2	4,30	4,70	4,15	3,35	2,70	63 ± 0,4
5	Ia — 3	3,45	3,65	3,50	3,35	3,00	56 ± 0,4
6	I — 1	3,55	4,85	5,00	4,50	3,65	77 ± 0,2
7	I — 2	2,85	3,90	3,50	2,60	1,65	71 ± 0,2
8	I — 3	2,50	3,65	3,40	2,90	2,10	64 ± 0,3
9	II — 1	2,05	3,00	3,17	2,66	2,05	86 ± 0,4
10	II — 2	1,50	2,70	2,96	2,00	1,45	79 ± 0,5
11	II — 3	1,40	1,95	1,90	1,65	1,25	72 ± 0,2
12	III — 2	1,00	1,55	1,66	1,72	1,50	91 ± 0,6
13	III — 3	0,95	1,53	1,62	1,30	0,82	83 ± 0,7

Как видно (табл. 1), на значение $\Delta_{M_c}^{cp}$ влияет класс бонитета и полнота. Возраст максимального $\Delta_{M_c}^{cp}$ увеличивается с понижением класса бонитета и снижается с уменьшением полноты. С повышением производительности на I класс бонитета максимум $\Delta_{M_c}^{cp}$ наступает на 10 лет раньше, что согласуется с предложением Н. П. Анучина. Однако влияние класса бонитета и полноты почти равнозначно. С уменьшением полноты на 0,1 максимум $\Delta_{M_c}^{cp}$ наступает на 3 года раньше. С учетом влияния полноты формула Н. П. Анучина [4] может быть представлена следующим образом:

$$I = S_t^p + 10(N_d - N_b) - 3 \cdot 10(1,0 - p), \quad (1)$$

где I — возраст технической спелости интересующих нас насаждений;

S_t^p — возраст технической спелости нормальных насаждений базового класса бонитета (II);

N_d — порядковый номер класса бонитета, для которого ведется расчет: для Ia — 0, для Iб — (—1);

N_b — порядковый номер базового класса бонитета;

p — полнота.

Несколько иной характер в динамике $\Delta_{M_c}^{cp}$ наблюдаем в связи со средним диаметром (табл. 2). У всех насаждений максимум $\Delta_{M_c}^{cp}$ наступает при среднем диаметре 28—30 см. Для выявления общих закономерностей в динамике $\Delta_{M_c}^{cp}$ с возрастом и средним диаметром вычисляли относительные значения прироста (индексы). При этом за 1,0 принимали значение $\Delta_{M_c}^{cp}$ в 90 лет (принятый возраст рубки) и при диаметре 28 см, как наиболее часто встречающийся максимум. Закономерности изменения индексов $\Delta_{M_c}^{cp}$ представлены на рис. 1 и 2.

Таблица 2

Номер варианта	Класс бонитета—уровень полноты	Значения $\Delta_{M_c}^{cp}$, м ² , при диаметре, см							Диаметр максимального значения $\Delta_{M_c}^{cp}$
		16	20	24	28	32	36	40	
1	I6—1	2,57	4,61	6,07	6,62	6,48	5,97	5,31	28 ± 0,6
2	I6—2	2,00	3,70	4,95	5,56	5,40	4,85	4,40	28 ± 0,4
3	Ia—1	2,30	4,10	5,60	6,35	6,25	5,70	4,90	30 ± 0,4
4	Ia—2	1,80	3,45	4,70	5,15	5,00	4,65	3,80	29 ± 0,3
5	Ia—3	1,90	3,10	3,85	4,10	4,00	3,70	3,20	30 ± 0,3
6	I—1	2,25	3,80	4,85	5,55	5,50	5,10	4,25	30 ± 0,4
7	I—2	1,60	2,71	3,85	4,00	3,95	3,74	3,00	28 ± 0,2
8	I—3	1,52	2,65	3,45	3,75	3,60	3,40	2,90	29 ± 0,3
9	II—1	1,69	2,98	3,45	3,50	3,20	2,65	2,31	28 ± 0,4
10	II—2	1,45	2,48	3,06	3,14	2,87	2,48	2,09	30 ± 0,4
11	II—3	1,00	1,65	2,00	2,20	2,15	2,00	1,48	29 ± 0,1
12	III—2	0,95	1,61	1,81	2,05	1,90	1,60	1,35	28 ± 0,2
13	III—3	0,62	1,20	1,65	1,75	1,55	1,35	1,15	28 ± 0,3

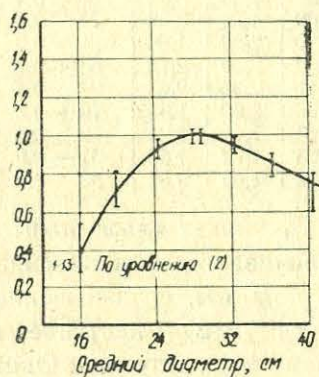


Рис. 1. Динамика индексов среднего изменения запаса по ведущим сортаментам в зависимости от среднего диаметра (номера кривых по вариантам табл. 1 и 2).

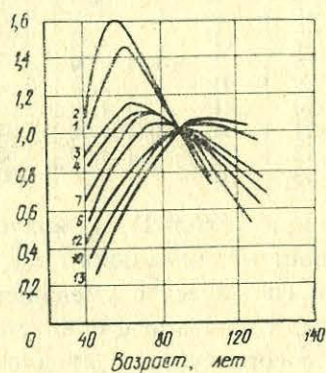


Рис. 2. Динамика индексов среднего изменения запаса по ведущим сортаментам в зависимости от возраста. Обозначения см. на рис. 1.

Как видно из рис. 2, темп прироста сортиментов зависит от производительности и полноты древостоев. К моменту базового возраста (90 лет) $\Delta_{M_c}^{cp}$ уменьшается у насаждений I6 класса бонитета на 45—60 %, Ia — на 15—18 %, I — на 5—10 %.

Кривые связи индексов $\Delta_{M_c}^{cp}$ со средним диаметром имеют синхронное расположение (рис. 1).

В табл. 3 приведены статистические показатели индексов среднего изменения запаса по ведущим сортаментам в зависимости от среднего диаметра древостоя.

Закономерности в изменении индексов $\Delta_{M_c}^{cp}$ и их статистики позволяют выразить динамику $\Delta_{M_c}^{cp}$ в зависимости от среднего диаметра единым уравнением:

$$y = k (0,1744D^{1,001} e^{-0,0748D}), \quad (2)$$

где y — $\Delta_{M_c}^{cp}$;

D — средний диаметр древостоев;

Таблица 3

Средний диаметр, см	$M \pm m$	v	σ	P
16	$0,42 \pm 0,02$	16,7	0,070	4,63
20	$0,72 \pm 0,02$	8,3	0,060	2,30
24	$0,92 \pm 0,01$	3,7	0,034	1,03
32	$0,96 \pm 0,01$	3,5	0,034	0,98
36	$0,86 \pm 0,02$	8,3	0,071	2,30
40	$0,70 \pm 0,03$	16,1	0,113	4,47

e — основание натуральных логарифмов;

k — коэффициент, равный ΔM_c^{CP} при диаметре 28 см (табл. 2);
перенос координат по оси x — 14 см, по оси y — 0,10 [7].

Значение коэффициента корреляции между расчетными и фактическими данными ($r = 0,907$) показывает, что степень адекватности математической модели (2) довольно высока.

Таким образом, средний диаметр является таксационным показателем, динамика которого отражает возраст, производительность и полноту древостоев.

При расчетах технической спелости и назначении в рубку древостоев различной производительности и полноты средний диаметр, наряду с возрастом, должен быть определяющим признаком. Выявленные закономерности позволяют по среднему диаметру судить о среднем изменении запаса по ведущим сортаментам и его отклонении от максимума.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Установление оптимальных возрастов рубок. — В кн.: Повышение продуктивности лесов и улучшение ведения лесного хозяйства. М.: МЛТИ, 1977, с. 37—47. [2]. Воробанов П. В. Как определяется техническая спелость насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1976, № 11, с. 18—19. [3]. Глушенков И. С. Прогнозирование технической спелости через средний прирост по диаметру. — РЖ ЛХИ, 1978, вып. 22, с. 13—15. [4]. ГОСТ 9463-72. Лесоматериалы круглые хвойных пород: Взамен ГОСТ 9463-72 СТ СЭВ 1144-78 введ. с 01.07.80. [5]. Инструкция по устройству государственного лесного фонда СССР. Ч. 2. — М., 1964. [6]. Кенставичус Н. Н., Кулешис А. А. Районирование возрастов рубок Советской Прибалтики. — В кн.: Унификация лесостроительных материалов. Каунас, 1974, с. 34—39. [7]. Никитин К. Е. Применение ЭВМ в лесной таксации. — М.: Лесн. пром-сть, 1972, с. 49—114. [8]. Родионов А. Я. Возрасты рубок главного пользования в лесах европейской части СССР и Урала. — Пушкино: ВНИИЛМ, 1970. — 36 с.

Поступила 1 апреля 1980 г.

УДК 630*524

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТАКСАЦИОННОГО СТРОЕНИЯ ДЕВСТВЕННЫХ БУКОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ КАРПАТ

Е. И. ЦУРИК

Львовский лесотехнический институт

Девственные буковые леса (пралеса) встречаются в Украинских Карпатах на сравнительно небольших площадях, преимущественно в виде разрозненных участков в заповедных и особо почвозащитных при-

полонинных лесных массивах. Эти разновозрастные растительные сообщества с большим диапазоном возрастов представляют значительный интерес для науки и практики как своеобразные природные эталоны, сформировавшиеся в ходе многовековой эволюции, со свойственными характеристиками «наиболее выработавшихся» [11], климаксовых биогеоценозов коренных типов леса, отличающиеся высокой степенью устойчивости к влиянию неблагоприятных стихийных и антропогенных факторов. Сохранению их естественного первобытного состояния способствовали недоступность из-за отсутствия дорог, сравнительно ограниченное использование древесины бука как промышленного сырья в прошлом и установление абсолютно заповедного режима охраны в последние 20—30 лет, после организации Карпатского заповедника.

Исследования буковых пралесов ведутся на двух постоянных пробных площадях, заложенных в 1975 г. на территории Угольского и Широколужанского заповедных лесных массивов в свежих чистых бучинах (ассоциации: бучина ясенниковая и бучина зубяноквая), сформировавшихся на бурых лесных среднесуглинистых среднещелебистых глубоких почвах, подстилаемых элюво-делювием карпатского флиша и известняков (кальцефильный вариант). Краткая лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых буковых древостоев приведена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Пробная площадь № 1	Пробная площадь № 2
Состав древостоя	10Бк, ед. Яв, Гр	10Бк
Возраст, лет	270 (50—350)	250 (50—300)
Высота, м	30 (5—44)	31 (5—43)
Диаметр, см	37 (6—110)	36 (6—106)
Число деревьев на 1 га	375	461
Сумма площадей сечения, м ² /га	40,2	47,1
Полнота	1,0	1,0
Сомкнутость крои	0,77	0,80
Класс бонитета	I	I
Запас стволовой древесины, м ³ /га	588	678
Процент деловой древесины	56	69
Класс товарности	2	2
Густота подроста, тыс. шт./га	84,3	9,2
Подлесок	Бузина черная, редко	Отсутствует
Проективное покрытие травостоя, %	40	5
Толщина лесной подстилки, см	2—3	3—5

Из этих материалов видно, что возрасты, высоты и диаметры буковых пралесов изменяются в значительных пределах: размах возрастов достигает 300 лет, высот — около 40 м, диаметров — более 100 см. Практически при одинаковых средних значениях и амплитудах высот и диаметров древостоев на пробных площадях различаются по возрасту, густоте и продуктивности. На пробной площади № 1, где древостой в среднем старше на 20 лет, на 1 га число стволов меньше на 22,9 %, сумма площадей сечения — на 17,2 %, запас — на 15,3 % и выход деловых сортиментов — на 23,2 %. В связи с большей густотой древостоя на пробной площади № 2 отсутствует подлесок, почти вдвое больше толщина неразложившейся подстилки (опада), в результате меньше всходов и недостаточно подроста. Живой напочвенный покров здесь также беден и слабо развит.

Подрост и живой напочвенный покров на обеих пробных площадях характеризуются куртинно-групповым размещением, приурочены к постоянно образующимся «окнам» — местам отпада крупномерных деревьев бука, достигших естественной спелости. Поэтому буковые пралеса сложены как бы из отдельных, относительно обособленных био-

групп, различающихся между собой по среднему возрасту вследствие одновременности их формирования: появления всходов и развития подроста в образовавшихся «окнах» в разных местах участков. В силу изложенного, возрастные поколения в изучаемых буковых древостоях не имеют яркой выраженности как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Объясняется это тем, что сами биогруппы не абсолютно одновозрастны, поскольку сформировались из экземпляров разновозрастного подроста, а также из всходов, появившихся после отпада перестойных деревьев и образования «окон». Как известно [5, 6], даже при одинаковой толщине деревья бука в карпатских пралесах могут различаться по возрасту на два 20-летних класса и более.

Таблица 2

Таксационные показатели	Номер пробной площади	Статистики рядов распределения			
		Среднее значение и его ошибка	Коэффициент изменчивости, %	Показатели	
				асимметрии	экссесса
Диаметр, см	1	27,1 ± 1,3	92,3	1,33	0,59
	2	27,4 ± 1,1	85,3	2,02	1,32
Высота, м	1	19,7 ± 0,5	51,7	0,63	-0,89
	2	18,2 ± 0,5	60,0	0,64	-1,05
Диаметр кроны, м	1	7,78 ± 0,23	36,7	0,06	-0,93
	2	5,28 ± 0,13	53,2	0,77	-0,10
Протяженность кроны, м	1	10,2 ± 0,3	38,5	0,35	-0,63
	2	13,6 ± 0,3	31,8	0,13	-0,65
Расстояние до первого соседнего дерева, м	1	2,51 ± 0,06	50,0	0,26	-0,33
	2	2,37 ± 0,08	62,7	0,59	-0,28

Распределения числа деревьев по ступеням толщины, высоты, параметрам размеров кроны и расстояниям до ближайших соседей харак-

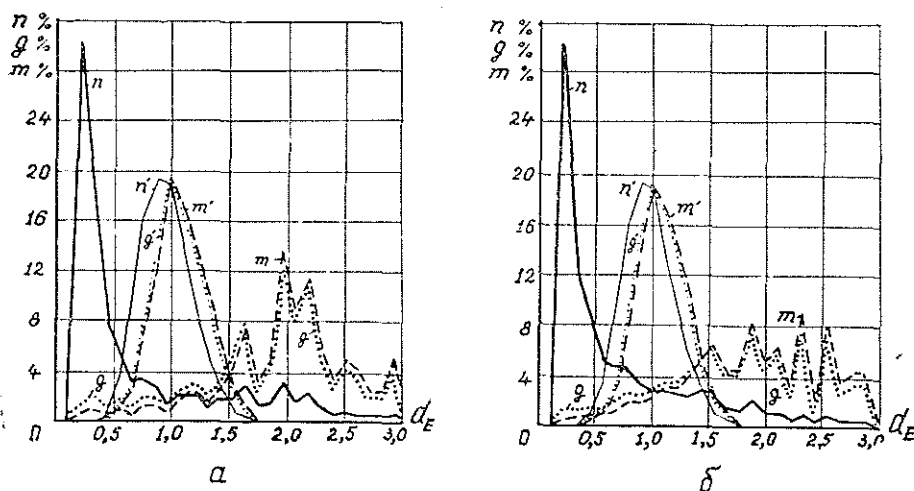


Рис. 1. Процентное распределение по естественным ступеням толщины (d_E) числа деревьев ($n\%$), сумм площадей сечения ($g\%$) и запаса стволовой древесины ($m\%$).

а — на пробной площади № 1; б — на пробной площади № 2; n' , g' и m' — тоже для нормальных древостоев по А. В. Тюрину.

теризуются кривыми с выраженной положительной асимметрией («шлейф» справа), т. е. с максимумом частот, приходящимся на самые маломерные ступени (табл. 2); распределения же сумм площадей сечения стволов и запаса древесины, наоборот, выражаются кривыми с максимумами, смещенными в сторону крупномерных ступеней толщины (рис. 1). Показатели эксцесса (крутости) кривых характеризуются положительными величинами для рядов распределения стволов по диаметру и отрицательными — для рядов распределения других таксационных признаков (табл. 2). Отметим, что распределения числа деревьев по ступеням толщины в буковых пралесах Карпат (табл. 3) практически мало отличаются от таких распределений в аналогичных буковых разновозрастных древостоях Крыма и Кавказа [2, 7, 8, 9].

Таблица 3

Данные	Распределение числа стволов (%) по ступеням толщины, см										Итого
	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
И. М. Науменко, Л. В. Бицина (Крым)	6,1	25,9	33,2	23,2	9,0	1,6	1,0	—	—	—	100
И. М. Науменко, Л. В. Бицина, В. Р. Карлина (Кавказ)	43,4	12,0	11,8	14,1	11,0	5,2	1,9	0,4	0,2	—	100
Ю. А. Нечаева, М. М. Дрожалова (Кавказ)	49,3	20,6	7,8	5,7	6,1	4,1	3,1	2,1	0,8	0,4	100
Наши для пробных площадей № 1	58,1	12,6	5,9	4,8	6,2	6,2	3,9	1,6	0,8	—	100
№ 2	52,1	15,2	9,4	7,6	6,0	5,0	2,4	1,9	0,4	—	100

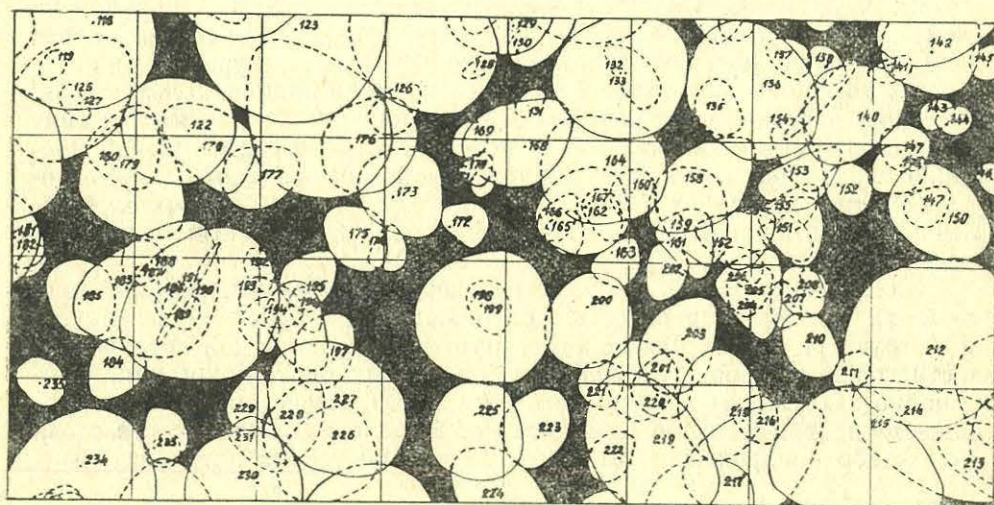
В сравнении с разновозрастными [14] и условно разновозрастными [3] буковыми древостоями, изучаемые буковые пралеса Карпат резко отличаются строением по диаметру (табл. 4). Их редуccionные числа

Таблица 4

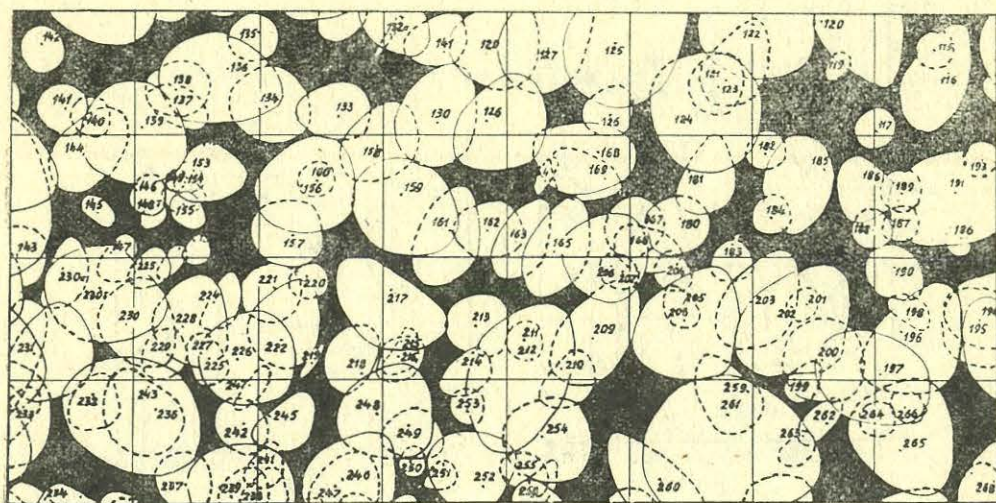
Процентные доли от общего числа стволов	Редуccionные числа по диаметру для буковых древостояв				
	по Е. Виммеру		по М. В. Давидову (Карпаты)	по нашим данным на пробных площадях	
	Баден	Швейцария		№ 1	№ 2
1	0,600	0,570	0,474	0,163	0,166
10	0,751	0,720	0,611	0,199	0,203
20	0,813	0,795	0,715	0,235	0,239
30	0,867	0,853	0,787	0,270	0,275
40	0,906	0,902	0,863	0,326	0,361
50	0,948	0,953	0,935	0,384	0,473
60	1,000	0,998	1,000	0,522	0,663
70	1,060	1,048	1,080	0,795	0,922
80	1,153	1,134	1,180	1,388	1,317
90	1,290	1,298	1,390	1,931	1,807
100	1,677	1,700	1,850	2,979	2,938

по диаметру изменяются в значительно большем диапазоне и характеризуются существенными расхождениями величин в зависимости от положения (рангов) деревьев в древостое. Ранг среднего дерева по диаметру в исследуемых древостоях на пробной площади № 1 равен 73,5 %, а на пробной площади № 2 — 72,8 %, что на 15—16% больше, чем в нормальных одновозрастных древостоях [12].

Девственные буковые древостои на заложенных пробных площадях несколько различаются по таксационному строению и, должно быть, находятся в данный момент на разных этапах развития. На пробной площади № 1 уже начался процесс разрушения верхнего полога, или, во всяком случае, он происходит значительно интенсивнее, чем на



а



б

Рис. 2. Горизонтальные проекции крон деревьев в девственных буковых древостоях, а — на пробной площади № 1; б — на пробной площади № 2 (фрагменты размером 40×80 м).

пробной площади № 2. Об этом свидетельствуют как различия в горизонтальной структуре пологов древостоев на заложенных пробных площадях (рис. 2), так и неодинаковое количество подроста (табл. 1). Так, на пробной площади № 1, где несколько ниже общая сомкнутость крон материнского полога, состоящего из деревьев с более крупномерными и раскидистыми кронами, почти в 10 раз больше подроста (84,3 против 9,2 тыс. шт. на 1 га), чем на пробной площади № 2, где материнский древостой находится на более ранней ступени развития разновозрастного букового девственного леса.

По пространственному размещению деревьев, распределению их числа по ступеням толщины, высоты и параметрам крон изучаемые буковые пралеса характеризуются высокой степенью изменчивости, являющейся результатом влияния различных факторов: мозаичности эдафических условий, неравномерности размещения деревьев и различия площадей их питания, наследственной неоднородности растущих особей по их потребностям в необходимых экологических ресурсах для роста и развития, резко выраженной разновременности индивидуального прохождения деревьями одних и тех же фаз или этапов развития в силу их разновозрастности. Как видно из табл. 2, коэффициенты варьирования диаметров, высот и других таксационных признаков на заложенных пробных площадях в 3—5 раз выше аналогичных показателей изменчивости этих признаков, характерных для нормальных однообразных древостоев [1, 12].

Изменчивость высот и диаметров деревьев бука в изучаемых древостоях, их разновозрастность, проявляющиеся в сложной вертикальной структуре ярусов или пологов, а также в мозаической неравномерности горизонтального сложения из отдельных куртин-био групп, чрезвычайно затрудняют возможности детального исследования таких сообществ и практическую их таксацию. Выделение в таких древостоях каких-либо однородных частей или поколений весьма затруднительно.

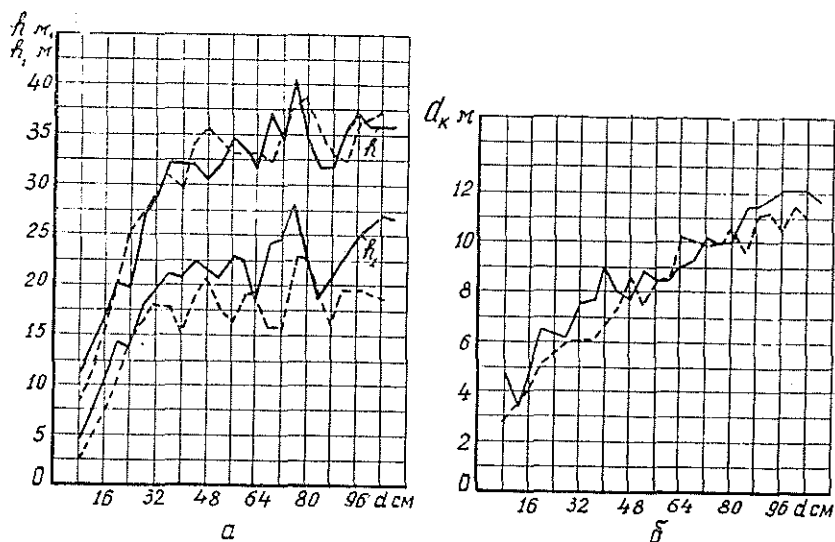


Рис. 3. Зависимости в буковых пралесах между диаметрами деревьев (d см) и высотами (h м) деревьев, а также высотами живой части крон (h_k м) — а; поперечниками крон (d_k м) деревьев — б; сплошная линия — пробная площадь № 1; штриховая — пробная площадь № 2.

Теоретически не обосновано и применение обычных методов синтетической таксации по обобщенным выделам, поскольку вычисление средних таксационных показателей для таких единиц в целом не имеет смысла: они не характеризуют всей совокупности составляющих их деревьев [10]. Эта неоднородность структуры буковых пралесов достаточно наглядно иллюстрируется на рис. 3, анализируя который, можно заметить, что взаимосвязи диаметров деревьев с высотами, а также поперечниками крон и высотами начала их живой части в девственных буковых древостоях явно неоднородны. Заметны резкие перепады и значительная крутость кривых в тонкомерной части, почти константные их значения на участке крупномерных ступеней толщины.

Следовательно, в изучаемых буковых пралесах Карпат распределения числа деревьев, их запасов и сумм площадей сечения по ступеням толщины отличаются от аналогичных распределений этих показателей в нормальных одновозрастных древостоях. Эти различия в структуре, а также в характере взаимосвязей между диаметрами, высотами и размерами крон деревьев обусловлены неравномерным куртинно-групповым размещением подроста и стволов по площади, резко выраженной дифференциацией деревьев и изменчивостью их таксационных признаков, что, очевидно, связано с нахождением отдельных территориальных частей древостоев на разных этапах или стадиях развития девственного букового леса. Поэтому учет этих особенностей крайне необходим при лесоинвентаризации и проведении всех лесохозяйственных мероприятий.

Вместе с тем, в силу мозаичности лесовозобновления и дальнейшего формирования возрастных биогрупп деревьев по парцеллярному типу, выделение возрастных поколений в разновозрастных девственных буковых лесах только по морфологическим признакам без определения возраста всех деревьев на исследуемой площади путем сплошной их вырубki или взятия кернов — задача практически неразрешимая. Поэтому для повышения точности учета лесов такой структуры, выявления общих и качественных показателей их ресурсов, видимо, целесообразнее применять синтетические методы таксации путем максимально возможного горизонтального расчленения древостоев на достаточно однородные в эколого-фитоценоотическом отношении выделы: элементарные участки [13] — при практической лесоинвентаризации, или биогеоценоотические парцеллы [4] — при проведении детальных научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алучин Н. П. Лесная таксация. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 512 с.
- [2]. Бицин Л. В. К вопросу о строении девственных разновозрастных буковых насаждений Северного Кавказа и Крыма. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1961, № 2, с. 35—38. [3]. Давидов М. В. Строение буковых насаждений. — Лесн. хоз-во, 1951, № 3, с. 40—42. [4]. Дылис Н. В. Основы биогеоценологии. — Изд-во МГУ, 1978. — 152 с. [5]. Каплунковский П. С. Некоторые особенности возрастной структуры, строения древостоев и естественного возобновления природных буковых лесов Закарпатья. — Научн. тр./ УкрНИИЛХА. Харьков, 1959, вып. 19, с. 31—50. [6]. Колішук В. Г. Букові праліси Закарпаття. — Наук. зап. Природознавчого музею АН УРСР. Київ, 1956, т. 5, с. 150—166. [7]. Науменко И. М., Бицин Л. В. Возрастная структура, строение, ход роста и продуктивность старовозрастных буковых насаждений Крымского государственного заповедника. — Тр. Крымск. гос. зап. Симферополь, 1957, вып. 4, с. 7—29. [8]. Науменко И. М., Бицин Л. В., Карлин В. Р. Состояние, возрастная структура и производительность старовозрастных буковых насаждений Северного Кавказа. — Лесн. хоз-во, 1958, № 1, с. 10—16. [9]. Нечаев Ю. А., Дрожалов М. М. Особенности таксации буковых и пихтовых разновозрастных насаждений Северного Кавказа. — В кн.: Лесное хозяйство. М., 1963, № 2, с. 24—43. (ЦНИИТЭИлеспром). [10]. Орлов М. М. Лесная таксация. — 3-е

изд. — Л., 1929. — 532 с. [11]. Сукачев Н. В. Растительные сообщества (введение в фитосоциологию). — 4-е изд. — Л.—М.: Книга, 1928. [12]. Тюрин А. В. Лесная таксация. — 2-е изд. — М.: Гослестехиздат, 1945. — 376 с. [13]. Филиппов Г. В. Структура таксационного выдела. — В кн.: Лесоустройство, таксация и аэрометоды. Л., 1978, с. 39—43. (ЛенНИИЛХ). [14]. Wimmer E. Ertrags- und Sortimentsuntersuchungen im Buchenhochwalde. Karlsruhe, 1914.

Поступила 2 апреля 1980 г.

УДК 630*232

ПРИЖИВАЕМОСТЬ, СОХРАННОСТЬ, ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА ДЕРЕВЬЕВ И ЗАСЕЛЕННОСТЬ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ I КЛАССА ВОЗРАСТА

А. М. АХМЕРОВ

Ухтинский индустриальный институт

На приживаемость и сохранность сеянцев и саженцев оказывают влияние агротехника производства культур и лесорастительные условия (табл. 1, 2).

Таблица 1

Метод создания культур	Способ подготовки почвы	Процент культур	Распределение площади ($\frac{\text{га}}{\%}$) по приживаемости культур, %					
			100—95	94—85	84—70	69—50	Погибшие	Итого
Посадка	Борозды конным плугом	53,2	$\frac{36,5}{33,9}$	$\frac{65,3}{60,7}$	$\frac{5,8}{5,4}$	—	—	$\frac{107,6}{100}$
	Без подготовки	30,1	$\frac{60,8}{100}$	—	—	—	—	$\frac{60,8}{100}$
	Борозды тракторным плугом ПЛ-70	16,7	$\frac{33,7}{100}$	—	—	—	—	$\frac{33,7}{100}$
Посев	Итого		131	65,3	5,8	—	—	202,1
	Борозды конным плугом	55,3	$\frac{144,2}{41,2}$	$\frac{144,7}{41,3}$	$\frac{49,1}{14,1}$	$\frac{7,7}{2,2}$	$\frac{4,0}{1,2}$	$\frac{349,7}{100}$
	Полосы	19,1	$\frac{53,5}{44,2}$	$\frac{28,0}{23,2}$	$\frac{39,4}{32,6}$	—	—	$\frac{120,9}{100}$
	Без подготовки	2,8	$\frac{3,0}{17,2}$	$\frac{9,5}{54,2}$	—	$\frac{5,0}{28,6}$	—	$\frac{17,5}{100}$
	Борозды тракторным плугом ПЛ-70	17,4	$\frac{10,0}{9,1}$	$\frac{45,8}{41,7}$	$\frac{54,0}{49,2}$	—	—	$\frac{109,8}{100}$
	Площадки	5,4	$\frac{12,2}{35,5}$	$\frac{22,2}{64,5}$	—	—	—	$\frac{34,4}{100}$
	Итого		222,9	250,2	142,5	12,7	4,0	632,3
	Всего		$\frac{353,9}{42,4}$	$\frac{315,5}{37,8}$	$\frac{148,3}{17,8}$	$\frac{12,7}{1,5}$	$\frac{4,0}{0,5}$	$\frac{834,4}{100}$

Таблица 2

Метод создания культур	Тип лесорастительных условий	Распределение площади ($\frac{\text{га}}{\%}$) по приживаемости культур, %					
		100—95	94—85	84—70	69—50	Погибшие	Итого
Посадка	Брусничный	103,0	37	5,8	—	—	145,8
		70,6	25,4	4,0	—	—	100
	Вересковый	28,0	28,3	—	—	—	56,3
		49,7	50,3	—	—	—	100
Посев	Итого	131,0	65,3	5,8	—	—	202,1
	Брусничный	192,3	147,9	97,4	3,7	—	441,3
		43,6	33,5	22,0	0,9	—	100
	Вересковый	28,0	64,0	44,8	9,0	4,0	149,8
		18,7	42,7	29,8	6,1	2,7	100
	Бе ломошный	—	9,8	8,5	—	—	18,3
		—	53,6	46,4	—	—	100
	Черничный	14,2	2,4	—	—	—	16,6
85,5		14,5	—	—	—	100	
Травяной	—	0,8	—	—	—	0,8	
	—	100	—	—	—	100	
Долгомощный	—	—	5,5	—	—	5,5	
	—	—	100	—	—	100	
	Итого	234,5	224,9	156,2	12,7	4,0	632,3
	Всего	365,5	290,2	162,0	12,7	4,0	834,4
		43,8	34,8	19,4	1,5	0,5	100

Исследования проведены в Сосновском лесхозе Ленинградской области (восточная часть Карельского перешейка). Посев ручной, размещение между рядами 1,5 м, в ряду 1 м, 6700 посевных мест на 1 га. Посадки производили 2-летними сеянцами под меч Колосова, размещение между рядами 1,5 м, в ряду 1 м, 6700 посадочных мест на 1 га.

По данным инвентаризации, проведенной лесхозами области на осень года производства культур (первого года), на 80,2 % площади приживаемость составила 85—100 %. Однако первоначальная высокая приживаемость не может служить надежным показателем сохранности культур.

Известно, что в первые годы молодые растения особенно чувствительны к действию различных неблагоприятных факторов: несоблюдение агротехники создания культур, вымокание, выжимание, заглушение травой, заболевание снежным шотте, повреждение корнегрызущими (личинки майского хруща и других жуков) и т. д. Именно в этот период наблюдается значительный отпад растений в культурах сосны в условиях Ленинградской области [1, 3, 4].

Основной отпад в культурах сосны, созданных посадкой, происходит: в сосняках брусничных в первые три года (в среднем 13,8 %), в вересковых — в первые два года (в среднем 19,5 %). Заметные колебания отпада как в сосняке брусничном (от 12,3 до 25,2 %), так и в вересковом (от 18,2 до 25,6 %) зависят от способов подготовки почвы и методов культур. После критического периода приживания число деревьев в посадках изменяется незначительно вплоть до конца первого

Таблица 3

Метод создания культур	Тип лесорастительных условий	Приживаемость и сохранность культур, %, по годам роста						
		1	2	3	5	10	15	20
Посадки	Сосняк брусничный	87,7	87,6	86,2	86,2	86,2	86,2	86,0
	" вересковый	81,8	80,7	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5
Посев	" брусничный	87,4	80,0	76,4	69,4	51,9	43,1	40,0

класса возраста (до смыкания культур). В среднем отпад составляет в сосняке брусничном — 14 %, в вересковом — 19,5 % (табл. 3).

В посевах сосны естественный отпад и самоизреживание протекают более интенсивно, чем в посадках (табл. 3). Это объясняется перегущенностью посевов: число 6-летних живых деревьев в биогруппах колеблется от 2 до 40 (в среднем 13,2 дерева на гнездо с сохранившимися растениями), в 12 лет — от 1 до 22 (в среднем 3,2 дерева на гнездо), в 15 лет — от 1 до 14, к концу первого класса возраста — от 1 до 10 живых растений, в то время как в каждом посадочном месте всего одно дерево. Методы производства оказывают влияние и на время прохождения искусственными насаждениями фаз роста и развития. В посевах уже 12-летние культуры находятся в фазе формирования древостоя, идет бурный процесс дифференциации и естественного отпада в биогруппах, а посадки в этом возрасте — в переходной стадии от фазы индивидуального роста к следующей фазе — дифференциации древостоя.

Самая высокая сохранность наблюдается в условиях сосняков брусничных и в посевах, и посадках, достаточно высокая — в условиях сосняков вересковых. Самая низкая сохранность в посадках в сосняках черничных, что объясняется большей конкурентоспособностью травянистой растительности и поросли лиственных пород в этих условиях.

Самоизреживание сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения протекает неодинаково. В молодняках естественного происхождения в I классе возраста идет интенсивный естественный отпад и самоизреживание (табл. 4), в то время как в посадках сосны, после значительного отпада в фазе приживания, эти процессы

Таблица 4

Возраст молодняков, лет	Число живых растений в биогруппе		Процент сохранности	
	Сосняк брусничный	Сосняк вересковый	Сосняк брусничный	Сосняк вересковый
0	— 6700	— 6700	— 100	— 100
5	34600 5770	44200 5393	100 86,2	100 80,5
10	31000 5770	37800 5393	89,6 86,2	85,5 80,5
15	26400 5767	31000 5393	76,3 86,1	70,1 80,5
20	21200 5762	24200 5393	61,3 86,0	54,7 80,5

Примечание. В числителе показатели для естественных молодняков; в знаменателе — для культур.

крайне замедлены, ввиду равномерного расположения деревьев по лесокультурной площади, равномерности площади питания и потому лучших условий воздушно-светового питания. Посевы по темпам самоизреживания ближе к естественным молоднякам.

На успешность культур (сохранность, заселенность, число деревьев на 1 га, в конечном счете производительность), помимо лесорастительных условий, большое влияние оказывает агротехника производства культур. В этой связи уместно привести такой пример. В Охтенском учебно-опытном лесхозе, в квартале 57, в 1954 г. под руководством А. В. Преображенского созданы культуры сосны посевом по 1 м² в площадке размером 0,25 м² с целью определить грунтовую всхожесть семян в зависимости от подготовки семян к посеву, способа высева и заделки. По приживаемости, сохранности, заселенности эти культуры были значительно лучше культур в идентичных лесорастительных условиях, но созданных без предварительной подготовки семян (обычными методами). Так, на этом участке в 5 лет сохранилось в 2 раза, а в 8 лет в 3 раза больше деревьев, чем на участках, где посев семян производили обычными методами.

На приживаемость и сохранность культур большое влияние оказывает микрорельеф участка. В условиях сосняков брусничных и особенно вересково-лишайниковых, где грунтовые воды располагаются на глубине нескольких метров и нередко недосыгаемы для корней культур сосны, особенно в первые годы их жизни, рост культур идет крайне неравномерно. По вершинам всхолмлений наблюдается большой отпад. Напротив, в условиях с избыточным поверхностным увлажнением благоприятные для роста культуры сосны условия создаются на естественных и искусственных микроповышениях. На приживаемость, сохранность, заселенность и рост культур сосны в рассматриваемых условиях сильно влияет и микрорельеф пласта. Культуры чувствуют себя лучше на микроповышениях [4].

В лесхозах области практиковали культуры сосны в различных вариантах размещения сеянцев на площадке: по 1, 3, 4 сеянца, через 25—35 см треугольником или четырехугольником. В варианте по 3—4 сеянца в площадке уже к 4—5 годам деревья в площадках смыкаются кронами, составляют общую крону (полог) и совместно подавляют травянистую растительность. В результате наблюдается высокая приживаемость, сохранность посаженных растений, заселенность лесокультурной площади, большее число стволов на единице площади. Так, в 12—16-летних посадках сосны, с размещением по 3—4 сеянца, площадок без растений не обнаружено.

На таксационные показатели деревьев в посевах сосны значительно влияет заселенность площадок. От числа деревьев в биогруппах зависит степень дифференциации деревьев, влияния травянистой растительности и самозащиты растений от вредных воздействий температуры (заморозки, ожоги, выжимание) [3, 4].

В однолетних культурах сосны, созданных посевом по гребням, проведенным тракторным плугом ПКБ-56, в условиях сосняков черничных насчитывалось 10,1 % биогрупп с числом живых деревьев 13—14: в 5-летних наибольший процент (12,7 %) составляли биогруппы по 11—12 живых деревьев, в 9-летних — по 9—10 (15,6 %), в 18-летних — по 7—8 (24,7 %).

С возрастом число деревьев в биогруппах уменьшается и увеличивается доля биогрупп с небольшим числом деревьев (от 1 до 12). Так, если в 5-летних культурах такие биогруппы занимали 57,9 %, в 9-летних — 6,9 %, то в 18-летних — 91,5 %.

Уменьшение числа деревьев в биогруппах продолжается и за пределами I класса возраста, до достижения древостоями относительной стабильности, которая (как известно) наступает после прохождения насаждениями критической стадии в их жизни — фазы дифференциации искусственно созданного древостоя. На темпы этого процесса оказывают влияние лесорастительные условия, первоначальная густота культур и другие факторы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кобранов Н. П. Обследование и исследование лесных культур. — Л., 1930 (Гос. НИИ лесн. хоз-ва и лесн. пром-сти). [2]. Поликарпов Н. П. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. — М., 1962. [3]. Преображенский А. В. Грунтовая всхожесть семян сосны и ели в зависимости от способа высева, заделки и подготовки их к посеву. — Техн. инф. ЛТА, 1955, № 24. [4]. Преображенский А. В. Влияние на рост сосны и ели количества растений в биогруппе. — Науч. тр./ ЛТА, 1959, вып. 90.

Поступила 13 июня 1980 г.

УДК 631.816

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА РОСТ СОСНОВЫХ ЖЕРДНЯКОВ

А. П. СЛЯДНЕВ

Брянский технологический институт

Согласно курсу лесного хозяйства на неуклонное расширение химизации в процессе производства лесных ресурсов, применение минеральных удобрений — наиболее эффективное мероприятие, обеспечивающее значительное повышение прироста качественной древесины в кратчайшие сроки. Предусмотрено ежегодно вносить их на площади до 700 тыс. га [2].

Отечественными и зарубежными исследованиями выявлена большая отзывчивость сосновых и других насаждений на азотное удобрение [1, 5—9], а экспериментами доказана (в 95 случаях из 100) явная недостаточность азота в почвах лесной и хвойно-широколиственной зон европейской части страны [9]. Поэтому внесение здесь в хвойных лесах разного возраста азотных удобрений в средних дозах повышает прирост по запасу на 17—50 %. В. С. Победов и др. [5, 6] обратили внимание на необходимость при разработке научно обоснованной системы применения удобрений учитывать не только плодородие почвы и требования различных лесных пород к элементам питания, но и агрометеорологические особенности местного климата. Эффективность действия минеральных удобрений, как установлено в сельскохозяйственной агрохимии, зависит не только от формы азотного удобрения, но и ряда сопутствующих условий [3, 4]. В. С. Шумаков [9] отмечает, что в отношении биологической оценки влияния разных форм азотных туков на хвойные древостои пока убедительных данных мало, хотя формы азота при удобрении лесных почв могут оказать существенное действие на коэффициент использования вносимых туков и непродуктивные потери его в результате выщелачивания и диффузии.

В целях выяснения особенностей влияния разных форм азотного удобрения в 1969 г. были заложены опыты в 30-летних сосновых культурах (квартал 89 Карачижско-Крыловского лесничества Брянской области). Почва на участке слабопodzolistая, пылевато-песчаная на флювиогляциальных песках, свежая. В живом напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, брусника, черника, молиния, седмичник, орляк. Тип местообитания В₂.

В качестве азотного удобрения использовали натриевую (N_c) и кальциевую селитру ($N_{скл}$), сульфат аммония (N_a). Удобрения вносили путем равномерного рассеивания в разных сочетаниях, общая доза азота колебалась от 60 до 340 кг/га.

Учет результатов опытов через девять лет (1977 г.) позволил выявить зависимость формирования прироста от степени изреживания древостоев, дозы и формы азотного удобрения.

Только изреживание сопровождалось или незначительным повышением прироста по запасу, или даже снижением в случае интенсивных рубок ухода. Комплексный уход путем изреживаний и внесения азотного удобрения в разных дозах во всех случаях обусловил повышение прироста и тем более заметное, чем больше было внесено удобрения.

Так, на секциях с интенсивностью изреживания 16,83—21,96 % увеличение дозы азота от N_{40} до N_{310} обусловило повышение годичного дополнительного прироста от 1,08 до 2,73 м³/га (табл. 1).

Таблица 1

Номер секции	Вариант ухода		Дополнительный прирост, м ³ /га			Продолжительность влияния удобрения, лет
	Интенсивность изреживания, %	Доза азота, кг/га	годичный	наибольший	суммарный	
Умеренные рубки ухода						
21	17,3	—	—	—	—	—
15	18,40	40	1,08	2,43	10,10	8
9	16,83	70	1,08	4,87	15,32	7
8	21,78	90	0,16	3,12	9,08	5
19	21,96	130	1,69	6,88	18,04	6
1	18,37	310	2,73	8,07	28,47	7
Сильные рубки ухода						
23	35,23	—	—	—	—	—
13	35,35	70	1,03	2,78	9,29	5
11	32,62	120	2,70	5,10	24,31	9
16	33,57	120	1,86	5,47	16,75	5
7	36,27	130	0,97	2,32	8,81	6
18	28,53	150	2,13	4,83	19,14	8
2	30,04	340	1,72	4,17	15,44	6
Очень интенсивные рубки ухода						
25	42,64	—	—	—	—	—
12	41,21	60	2,39	4,18	21,77	8
5	44,18	120	1,58	4,11	15,53	7
6	46,61	120	2,56	6,23	22,96	9
17	51,14	130	2,16	5,58	18,60	8
14	39,70	170	2,21	6,75	23,40	7

На секциях, где были проведены сильные рубки (28,53—36,27 %), дополнительный прирост с увеличением дозы азота от N_{70} до N_{340} возрос с 1,03 до 2,13 м³/га. На участках с очень сильными рубками ухода дополнительный прирост при дозах N_{60} — N_{170} составил 1,58—2,56 м³/га. Наибольший годичный дополнительный прирост на всех секциях колебался от 2,43 до 8,07 м³/га. Большими эти показатели были в случаях средних и высоких доз удобрений. Дополнительный прирост в зависимости от варианта ухода формировался в течение 5—9 лет.

Влияние разных форм азотного удобрения находится в сложной зависимости от интенсивности изреживания.

При небольших, умеренных и средних дозах и близких степенях изреживания несколько больший дополнительный прирост наблюдался в вариантах с натриевой селитрой (N_c). При умеренных изрежива-

Таблица 2

Номер секции	Вариант ухода			Дополнительный прирост, м ³ /га			Продолжи- тельность влияния удобрения, лет
	Интенсив- ность проре- живания, %	Удобрение		годич- ный	наиболь- ший	суммар- ный	
		Форма	Доза, кг/га				
Наибольшие и умеренные дозы							
15	18,40	N _c	40	1,08	2,43	10,10	8
10	26,04	N _{скц}	40	0,75	2,57	7,62	7
20	19,29	N _a	60	0,20	0,98	1,79	2
13	35,35	N _{скц}	70	1,03	2,78	9,29	5
12	41,21	N _c	60	2,39	4,18	21,77	8
Средние дозы							
19	21,96	N _{скц}	130	1,69	6,88	18,04	6
18	28,53	N _c	150	2,00	4,83	19,14	8
7	36,27	N _a	130	0,97	2,32	8,76	6
17	51,14	N _a	130	2,16	5,58	18,60	8

ниях применение сульфата аммония (N_a) вызывает снижение дополнительного прироста (табл. 2). Однако в вариантах, представляющих сочетание внесения сульфата аммония в средних дозах с сильными и очень сильными изреживаниями, такого отрицательного эффекта не наблюдалось.

Собранные данные о динамике годовых приростов позволили установить, что внесение одного сульфата аммония или в смеси с натриевой и кальциевой селитрой в первый год привело к падению прироста или к заметному снижению его по сравнению с другими вариантами удобрений.

Так, на секции № 7 внесение сульфата аммония N₁₃₀ вызвало падение прироста по сравнению с соответствующим контролем в первый год на 1,58 м³/га, на второй год дополнительный прирост составил 0,54 м³/га, а на участке № 12, где была внесена натриевая селитра N₆₀, уже в первый год наблюдался дополнительный прирост 3,72 м³/га, а во второй 4,18 м³/га.

В более прореженных насаждениях отрицательное влияние сульфата аммония в год внесения менее выражено. Например, на секции № 17, прореженной до полноты 0,50, сульфат аммония в дозе N₁₃₀ обусловил формирование дополнительного прироста в первый год в размере 2,15 м³/га, а во второй 5,58 м³/га. Природа такого изменчивого действия сульфата аммония на рост сосны, очевидно, связана с различным расходом почвенной влаги насаждениями разной густоты и связанной с ним разной степенью изменения кислотности почвенного раствора.

Отмеченное в ряде случаев падение прироста под влиянием сульфата аммония по сравнению с действием других форм азотного удобрения заставляет относиться к его применению настороженно.

При близких степенях изреживания наибольшая прибавка прироста древесины на 1 кг действующего вещества натриевой и кальциевой селитры наблюдается при внесении небольших доз. Например, при повышении дозы азота после изреживаний интенсивностью 18,4—22,0 % от 40 до 130 кг/га коэффициент эффективности удобрения снизился с 0,252 до 0,131 [7]. С другой стороны, при близких дозах их лесобиологический эффект тесно связан с интенсивностью изреживания древостоев. При небольших и умеренных дозах (N₄₀ — N₇₀) увеличение сте-

пени изреживания с 18,4 до 41,2 % сопровождается снижением данного коэффициента с 0,252 до 0,050, а при средних дозах — с 0,131 до 0,052.

Все рассмотренное позволяет отметить высокое положительное влияние азотного удобрения на рост сосновых насаждений, сформировавшихся на бедных песчаных почвах. Однако лесобиологический эффект от применения азотного удобрения определяется многими условиями. Он зависит от формы данного удобрения, дозы, степени изреживания древостоев и других факторов. При весеннем внесении лучшими оказались натриевая и кальциевая селитра. Сульфат аммония в первые годы оказывает угнетающее влияние на рост сосны, и тем заметнее, чем выше его доза и меньше интенсивность прореживания насаждения. В связи со значительной физиологической кислотностью данное удобрение целесообразно вносить осенью в сочетании с известкованием почвы и в более прореженные насаждения.

По лесобиологическим последствиям лучшие формы азотного удобрения оказываются более эффективными при небольших дозах после умеренного прореживания. Средние и более высокие дозы целесообразно применять в сочетании с интенсивными рубками ухода. Первый вариант позволяет обеспечить получение большего абсолютного прироста древесины, а второй — ускорить формирование крупной древесины и сократить повторность уходов.

В зависимости от целей хозяйства может быть рекомендован каждый из рассмотренных вариантов комплексного ухода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Баглай А. Питание культур сосны в условиях Воронежской области. — Воронеж: Воронеж. ун-т, 1977. [2]. Воробьев Г. И., Моисеев Н. А., Махалин И. Я. Развитие лесного хозяйства. — В кн.: Лесное хозяйство СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1977. [3]. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений. — М.: Наука, 1976. [4]. Прянишников Д. Н. Агрохимия. — М.: Сельхозгиз, 1940. [5]. Победов В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. [6]. Сацениекс Р. Я., Капост В. Я. Минеральные удобрения в лесном хозяйстве Латвии. — Лесн. хоз-во, 1975, № 10. [7]. Сляднев А. П. Комплексный способ выращивания сосновых насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. [8]. Справочник по применению удобрений в лесном хозяйстве/ В. С. Победов, П. С. Шиманский, В. Е. Волчков и др. М.: Лесн. пром-сть, 1977. [9]. Шумаков В. С. Применение минеральных удобрений в лесах СССР. — Лесн. хоз-во, 1975, № 10.

Поступила 24 октября 1980 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.31.001.24

О ПРИМЕНЕНИИ СВАРНОГО ПУТИ НА ЛЕСОВОЗНЫХ УЖД

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время на лесовозных железных дорогах колеи 750 мм укладывают сварные рельсы длиной 24, 32, 40 м и более. Такой путь должен обладать достаточной прочностью и устойчивостью. Как показано в работах [3, 4], одним из основных факторов, влияющих на устойчивость рельсо-шпальной решетки против выброса, являются начальные неровности оси пути.

Летом 1979 г. нами было обследовано состояние температурно-напряженного пути на четырех лесовозных дорогах объединения Архангельсклеспром. Измерены начальные неровности оси рельсо-шпальной решетки в плане. Полученные данные затем использованы для оценки устойчивости рельсо-шпальной решетки. Основные результаты этой работы приведены в данной статье.

Для определения неровностей оси пути на каждой лесовозной дороге закладывали по три участка длиной 68 м каждый. Внутри колеи примерно посередине по всей длине участка натягивали проволоку, затем с помощью мерной линейки измеряли расстояния до левого и правого рельса (через 1 м длины пути). Положение оси пути находили как полуразность этих расстояний.

Ось пути представляет собой непрерывную волнистую линию произвольного очертания. Она состоит из отдельных местных неровностей, которые расположены между точками перегиба линии, совпадающей с осью пути. Зная ординаты y_i отдельных точек, можно вычислить вторую производную y'' по формуле

$$y''_i = \frac{y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1}}{\Delta x^2}, \tag{1}$$

где Δx — интервал измерения y_i (в нашем случае $\Delta x = 1$ м).

В точках перегиба $y''_i = 0$. Расстояние между этими точками равно длине начальной неровности l_i , а расстояние от прямой, проходящей через точки перегиба, до оси пути равно стреле прогиба f_{0i} .

При приближенной оценке прямолинейности пути можно использовать средние арифметические значения (см) стрел прогиба $f_{0\text{ ср}}$ и длин $l_{\text{ ср}}$ для совокупности начальных неровностей на каждом участке (табл. 1).

Таблица 1

Номер участка	Липаковская УЖД		Верховская УЖД		Нюбская УЖД		Концегорская УЖД	
	$l_{\text{ ср}}$	$f_{0\text{ ср}}$	$l_{\text{ ср}}$	$f_{0\text{ ср}}$	$l_{\text{ ср}}$	$f_{0\text{ ср}}$	$l_{\text{ ср}}$	$f_{0\text{ ср}}$
1	203,0	0,154	333,1	0,569	181,1	0,098	163,4	0,094
2	171,7	0,098	291,3	0,414	137,5	0,101	157,2	0,106
3	155,7	0,103	233,3	0,279	186,1	0,161	203,0	0,198
Среднее	176,8	0,118	282,6	0,421	168,2	0,120	174,6	0,133

Примечание. Рельсы Р24, шпалы — деревянные II типа, крепления — костыльные (4 костыля на шпале), балласт — среднезернистый песок.

Данные табл. 1 показывают, что средние длины неровностей на Липаковской, Нюбской и Концегорской УЖД практически одинаковы. На Липаковской и Нюбской УЖД практически одинаковы и стрелы прогиба неровностей ($f_{0\text{ ср}} \approx 0,12$ см). На Концегорской УЖД значение $f_{0\text{ ср}}$ несколько больше. В целом же можно считать, что прямолинейность оси пути Липаковской, Нюбской и Концегорской УЖД примерно одинакова.

На Верховской УЖД значения $l_{\text{ср}}$ и $f_{0\text{ ср}}$ существенно больше, чем на остальных трех дорогах. Так, средняя длина неровности больше примерно на 100 см, а средняя стрела прогиба — в 3—4 раза. Это показывает, что верхнее строение пути на Верховской УЖД содержится хуже, чем на Липаковской, Нюбской и Концегорской.

Конечно, сами по себе средние значения длин или стрел прогибов неровностей не характеризуют полностью устойчивости рельсо-шпальной решетки. Однако их можно использовать для косвенной оценки состояния верхнего строения пути и соответствия его требованиям технических условий.

Зная начальные неровности оси рельсо-шпальной решетки, можно обоснованно рассматривать вопросы, связанные с оценкой ее устойчивости. В настоящее время устойчивость принято характеризовать начальной P_0 и расчетной $P_{\text{кр}}$ критическими силами. Первая из них соответствует моменту возникновения продольно-поперечного изгиба оси пути, вторая — моменту выброса пути.

Начальная сила P_0 определяется для каждой неровности по отдельности. Если $P < P_0$ (P — фактическая температурная сжимающая сила), то участок пути в зоне данной неровности неподвижен, если $P > P_0$ — то имеют место изгибные деформации.

Величину P_0 можно вычислить по формуле [1]

$$P_0 = \frac{q_0 x_0^2}{2f_0 + \frac{x_0^2}{\rho}} + \frac{m_0 x_0}{2,5f_0 + \frac{x_0^2}{\rho}}, \quad (2)$$

где $x_0 = l/2$ — половина длины неровности;
 f_0 — стрела прогиба неровности;
 ρ — радиус закругления пути (для прямых участков $\rho = \infty$);
 q_0, m_0 — начальные значения реактивных сил и моментов (для пути узкой колеи можно принять $q_0 = 0,24$ даН/см, $m_0 = 0$).

Расчетные значения P_0 (кН) для средних арифметических значений параметров начальных неровностей (табл. 1), а также минимальные значения P_0 для совокупности неровностей на каждом участке приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер участка	Липаковская УЖД		Верховская УЖД		Нюбская УЖД		Концегорск УЖ	
	$P_0\text{ ср}$	$P_0\text{ min}$	$P_0\text{ ср}$	$P_0\text{ min}$	$P_0\text{ ср}$	$P_0\text{ min}$	$P_0\text{ ср}$	$P_0\text{ min}$
1	80,0	16,2	58,5	25,3	100,8	9,2	85,3	32,7
2	90,2	23,1	61,5	7,8	56,1	8,6	86,0	31,2
3	70,9	29,3	53,6	6,8	64,7	21,9	21,9	12,6
Среднее	79,2	16,2	56,9	6,8	70,9	8,6	69,0	12,6

Начальные силы $P_{0\text{ ср}}$ и $P_{0\text{ min}}$ характеризуют состояние верхнего строения пути лесовозных железных дорог колеи 750 мм. Эти силы тем меньше, чем хуже содержится верхнее строение пути. По данным табл. 2 наиболее удовлетворительно содержится верхнее строение пути на Липаковской УЖД. На последнем месте по состоянию верхнего строения пути находится Верховская УЖД. Эти выводы подтверждаются результатами натурного обследования.

Для рельсов Р24 при повышении их температуры на 1 °С температурная сжимающая сила, действующая в рельсо-шпальной решетке при невозможности ее температурного расширения, составляет 1635 даН. Так как на обследованных участках $P_{0\text{ min}}$ меньше этого значения, то поперечные деформации пути в зоне отдельных неровностей возникнут практически сразу же после укладки сварных рельсов.

Расчетная критическая сила $P_{\text{кр}}$ может быть найдена в зоне каждой неровности по методике, изложенной в работе [2]. Она основана на решении методом итераций системы уравнений

$$P_{\text{кр}} = \mu \sqrt{\frac{\pi q EI}{f_0}}; \quad (3)$$

$$f = \frac{6,93qEI}{P^2} - f_0 \lambda_1 \left(\frac{\pi}{kl} \sin 0,5kl - 1 \right); \quad (4)$$

$$q = q_0 + 0,5cf^\alpha, \quad (5)$$

где $\mu = \sqrt{\frac{kl}{\lambda_1 \pi \cos kl}};$

$$k = \sqrt{P_{\text{кр}}/EI};$$

$$\lambda_1 = k^2/(\beta^2 - k^2);$$

$$\beta = \pi/l;$$

l — длина неровности;

f_0 — стрела ее прогиба;

EI — жесткость рельсо-шпальной решетки в горизонтальной плоскости (для Р24 $EI \approx 3,2 \cdot 10^8$ даН/см²);

q_0, c, α — параметры эмпирической зависимости $q(y)$. Для песчаного среднезернистого балласта можно принять $q_0 = 0,24$ даН/см; $c = 1,56$; $\alpha = 0,23$;

f — стрела прогиба участка при изгибе пути.

Методика расчета опробована на практике и дает хорошее совпадение расчетных значений $P_{\text{кр}}$ с фактическими.

При изучении устойчивости на всех участках для каждой отдельной неровности вычисляли критическую силу, решая на ЭВМ систему уравнений (3)—(5). Из полученной совокупности критических сил находили минимальную. Ее величина определяет устойчивость рассматриваемого участка пути. Значения критических сил, вычисленные по предлагаемой методике, приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что устойчивость сварного пути на действующих путях лесовозных УЖД достаточно высока (за исключением Верховской УЖД). Основными причинами, приводящими к выбросам пути, являются большая волнистость рельсов, ослабление верхнего строения пути во время проведения ремонтных работ (смена шпал, отрывка балласта, рихтовка и подъёмка пути).

Таблица 3

Номер участка	$P_{кр}$ кН			
	Липаковская УЖД	Верховская УЖД	Нюбская УЖД	Конецгорская УЖД
1	681	503	738	630
2	823	430	562	703
3	622	680	497	912
Расчетное значение	622	430	497	630

Расчет показывает, что устойчивость рельсо-шпальной решетки ограничивается параметрами l и f_0 некоторых неровностей. Если своевременно производить рихтовку пути, то его устойчивость в целом можно существенно повысить.

Например, критическая сила на Нюбской УЖД ограничивается устойчивостью участка № 3. Он имеет 36 начальных неровностей, каждая из которых характеризуется своими значениями длины и стрелы прогиба. Наименьшая критическая сила имеет место на трех неровностях: № 5 ($l = 153$ см, $f_0 = 0,82$ см, $P_{кр} = 497$ кН), № 21 ($l = 575$ см, $f_0 = 0,40$ см, $P_{кр} = 516$ кН) и № 36 ($l = 450$ см, $f_0 = 0,34$ см, $P_{кр} = 551$ кН). Если своевременно произвести рихтовку пути в зоне неровностей (уменьшить f_0), то можно повысить расчетное значение $P_{кр}$ до 620 кН, т. е. примерно на 20 %.

Значение критической силы зависит от длины и особенно от стрелы прогиба неровности. Оптимальными следует считать неровности со стрелой прогиба 0,25—0,30 см. В этом случае гарантировано значение критической силы порядка 650—750 кН, что вполне достаточно для нормальной эксплуатации температурно-напряженного пути УЖД без неоправданного повышения затрат на содержание верхнего строения пути.

Таким образом, путь, уложенный длинными сварными рельсами Р24, при содержании верхнего строения в соответствии с правилами технической эксплуатации, обладает достаточной устойчивостью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Морозов С. И. О начальной величине продольной сжимающей силы. — Вести. ВНИИЖТ, 1977, № 6, с. 43—45. [2]. Морозов С. И. Приближенное вычисление критической силы. — Вести. ВНИИЖТ, 1980, № 1, с. 46—48. [3]. Морозов С. И., Попов М. В. Квазилинейная модель температурно-напряженного железнодорожного пути. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 29—34. [4]. Першин С. П. Методы расчета устойчивости бесстыкового пути. — Науч. тр./Моск. ин-т инж. ж.-д. трансп., 1962, вып. 147. Путь и путевое хозяйство, с. 81—83.

Поступила 1 декабря 1980 г.

УДК 630*375.5

КИНЕМАТИКА ПОВОРОТА ДВУХКОМПЛЕКТНОГО АВТОПОЕЗДА

П. Д. КЛЫЧКОВ

Хабаровский политехнический институт

Эффективность применения двухкомплектных лесовозных автопоездов [1, 6] подтверждается как практически, так и теоретически [3]. Учитывая актуальность этого вопроса, газета «Лесная промышлен-

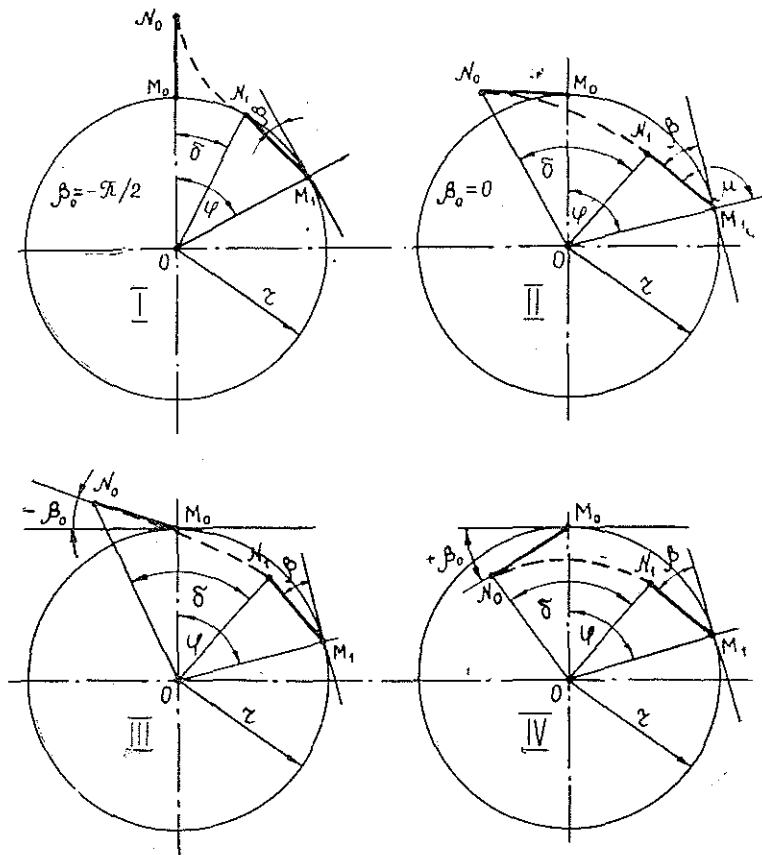


Рис. 1. Трактриса окружности.

I, II, III, IV—возможные исходные положения и форма начального участка трактрисы; M — ведущая точка; N — ведомая точка; $M_0N_0 = M_1N_1 = l = \text{const}$; r — радиус окружности.

ность» [4] провела дискуссию о целесообразности широкого применения многокомплектных автопоездов. В комбинате Забайкаллес двухкомплектными автопоездами за 1976—1979 гг. перевезено свыше 1 млн. м³ хлыстов.

В настоящей статье рассматривается кинематика поворота двухкомплектного автопоезда. При отсутствии бокового скольжения колес и увода шин перемещение прицепного звена за тягачом осуществляется по закону трактрисы.

При повороте тяговой машины на 90° прицепное звено (или пачка деревьев) в простейшем случае, т. е. при мгновенном повороте управляемых колес тягача на заданный угол [5, с. 174, рис. 82] описывает сначала трактрису окружности, затем — трактрису прямой (или просто трактрису).

Вид уравнения трактрисы окружности зависит от соотношения между радиусом окружности r , по которой перемещается ведущая точка M , и длиной нити l (расстояние MN на рис. 1). В случае $r > l$ (другие соотношения для лесовозного автопоезда интереса не представляют) [7, с. 196] оно записывается так:

$$\delta = \operatorname{arctg} \frac{2l\psi}{(r+l) + (r-l)\psi^2} - \frac{l}{r^2 - l^2} \ln \frac{r+l+\psi(r^2-l^2)}{r+l-\psi(r^2-l^2)} + c, \quad (1)$$

$$\psi = \operatorname{tg} \mu/2 = \operatorname{tg}(\pi/4 + \beta/2).$$

Приняв за независимую переменную φ (угол поворота) и положив $\frac{r}{l} = k$, решим уравнение (1) относительно β (угол между векторами скоростей точек M и N). С учетом начальных условий: при $\varphi = 0$ $\beta = \beta_0$, так как первый член правой части уравнения (1) при замене δ на φ равен нулю, получим

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} \left(k - m \frac{\exp \varphi m + P}{\exp \varphi m - P} \right), \quad (2)$$

где $m = \sqrt{k^2 - 1}$; $P = \frac{\operatorname{tg} \beta_0/2 - k + m}{\operatorname{tg} \beta_0/2 - k - m}$.

Асимптотой трактрисы служит окружность радиуса lm . При $\varphi \rightarrow \infty$ $\beta_{\max} = \operatorname{arcsin} 1/k$. Если в начальный момент точка N находится внутри круга $l\sqrt{k^2 + 1}$, то β_0 имеет положительное значение, если вне — отрицательное.

При движении ведущей точки M по прямой траектория ведомой точки (т. е. трактриса прямой) выражается уравнениями

$$\beta = 2 \operatorname{arctg} \left[\left(\operatorname{tg} \frac{\beta_0}{2} \right) / \exp \frac{s}{l} \right]; \quad (3)$$

$$x_N = x_M - l \cos \beta; \quad y_N = l \sin \beta,$$

где β_0 — начальное значение β при $s = 0$;
 $x_M = s$ — перемещение ведущей точки по прямой (независимая переменная).

По этим уравнениям построение траектории движения ведомой точки N гораздо проще и точнее, чем по рекомендуемым [5] графоаналитическим способам.

Дифференциальное уравнение трактрисы произвольной кривой, применительно к схеме поворота первого комплекта лесовозного двух-комплектного автопоезда (рис. 2), можно получить следующим образом. За время dt вектор скорости ведущей точки M повернется на угол

$$\omega_M dt = \frac{V}{OM} dt = \frac{ds}{R(s)}. \quad (4)$$

За то же время вектор скорости точки N (за тяговую связь принимаем пачку хлыстов и $l = \operatorname{const}$ [2]) повернется на угол

$$\omega_N dt = \frac{V}{O_1M} dt = \frac{\sin i \beta}{l \cos [(i-1)\beta]} ds, \quad (5)$$

где ω_M и ω_N — угловые скорости поворота точек M и N ;
 V — скорость точки M ;
 i — угловое передаточное число сцепки (для прямой сцепки $i \approx 1 + \frac{a}{b}$; для крестовой можно считать $i \approx 2$);
 s — текущее значение длины дуги кривой, по которой перемещается точка M .

Приращение угла β

$$d\beta = \frac{ds}{R(s)} - \frac{\sin i \beta}{l \cos [(i-1)\beta]} ds. \quad (6)$$

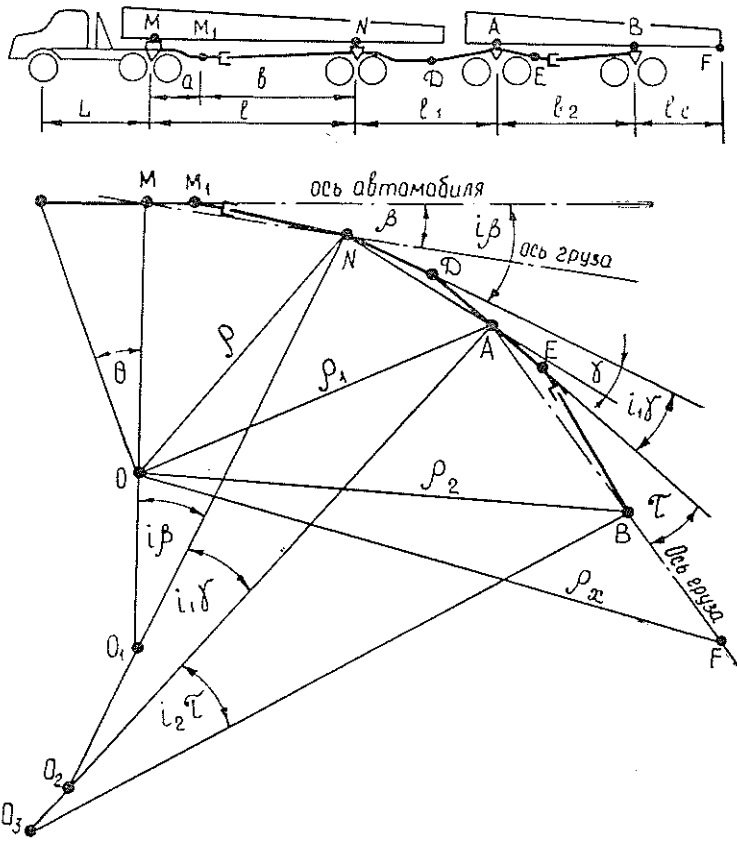


Рис. 2. Схема поворота двухкомплектного автопоезда.

M, N, A, B — центры шкворней коников; O, O_1, O_2, O_3 — центры кривизны траекторий (мгновенные центры поворота) соответственно точек M, N, A, B ; θ — угол поворота передних колес автомобиля (текущее значение); ρ, ρ_1, ρ_2 и ρ_x — полярные радиусы характерных точек.

Поскольку угол α между касательной к кривой в данной точке и осью абсцисс определяется дифференциальным уравнением $d\alpha = \frac{ds}{R_s}$, то уравнение (6) можно записать так:

$$d\beta = d\alpha \left(1 - \frac{R(s)}{l} \frac{\sin i\beta}{\cos(i-1)\beta} \right) = d\alpha \left(1 - \frac{f(\alpha)}{l} \frac{\sin i\beta}{\cos(i-1)\beta} \right). \quad (7)$$

Если $i = 1$ (т. е. при прямой сцепке, когда расстояние $a = 0$), то, решая уравнение (6) при $R(s) = \infty$, получим формулу (3), а решая уравнение (7) при $R(s) = r = \text{const}$ (следовательно, $\alpha = \varphi$), получим формулу (2).

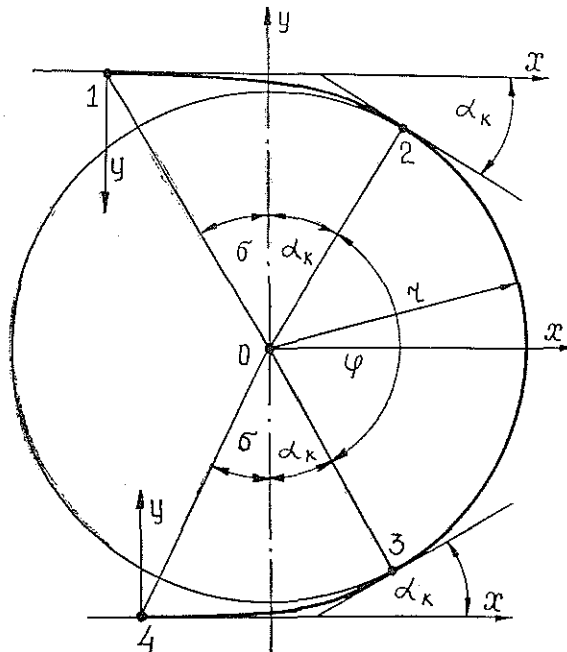
Закругления на автодорогах состоят из переходных кривых, выполненных по уравнению клотоиды, и круговых вставок (дуг окружностей) между ними (рис. 3).

Для окружности

$$\frac{f(\alpha)}{l} = \frac{f(\varphi)}{l} = \frac{r}{l} = k = \text{const}.$$

Рис. 3. Закругление дороги, состоящее из двух переходных кривых и круговой вставки между ними.

1—2 — входная переходная кривая; 2—3 — дуга окружности; 3—4 — выходная переходная кривая; φ — угол поворота оси дороги за счет круговой кривой; α_k — угол поворота оси дороги за счет переходной кривой; x и y — рекомендуемое положение осей координат для вычисления траекторий прицепных звеньев.



Для клотоиды

$$\frac{f(\alpha)}{l} = \frac{A}{l\sqrt{2a}},$$

где A — параметр, характеризующий кривизну клотоиды и удаление ее начала (точки возврата) от полюса.

Для аналитического определения углового смещения β первой пачки хлыстов при движении ведущей точки M по дуге окружности или по прямой положим

$$\frac{\sin i\beta}{\cos(i-1)\beta} = i \sin \beta. \quad (8)$$

При $\beta \leq 0,35$, когда $1 \leq i \leq 2,2$, ошибка не превышает 1 %, поэтому такое допущение вполне приемлемо.

Тогда в уравнение (2) вместо k следует подставить ik , а в формулу (3) — is вместо s .

Для аналитического определения углового смещения первой пачки хлыстов при перемещении точки M по клотоиде примем

$$\frac{\sin i\beta}{\cos(i-1)\beta} \approx i\beta. \quad (9)$$

В этом случае при $i = 1,5$ и $\beta = 0,35$ ошибка достигнет 3 %. Тогда при входе в поворот, когда после движения по прямой точка M начинает перемещаться по клотоиде (в это время при $\alpha = 0$ $\beta = \beta_0 = 0$), при решении уравнения (7) получим:

$$\beta - c \left[\sqrt{2a} - c \left(1 - 1/\exp \frac{\sqrt{2a}}{c} \right) \right]; \quad c = \frac{l}{iA}. \quad (10)$$

При выходе из поворота точка M начинает перемещаться по выходной клотоиде (радиус кривизны клотоиды изменяется от $R = r$ до

$R = \infty$, угол поворота управляемых колес тягача — от $\Theta = \Theta_k$ до $\Theta = 0$ и в начальный момент при $\alpha = \alpha_k$ $\beta = \beta_0$), при решении уравнения (7) получим

$$\beta = c \left[\sqrt{2\alpha_k} + c - \sqrt{2(\alpha_k - \alpha)} - \left(\sqrt{2\alpha_k} + c - \frac{\beta_0}{c} \right) / \exp \frac{\sqrt{2(\alpha_k - \alpha)}}{c} \right]. \quad (11)$$

Определив текущее значение угла β и составив параметрические уравнения траекторий точки N (точка M перемещается по известной кривой) для различных стадий поворота (вход в поворот, движение по круговой кривой, выход из поворота сначала по переходной кривой, а затем по прямой), можно определить требуемые уширения полотна дороги на закруглении (рис. 3).

Рассуждая таким же образом, что и при выводе уравнения (7), составим систему дифференциальных уравнений, описывающую угловые смещения нескольких прицепных звеньев. Для двухкомплектного лесовозного автопоезда (рис. 2) она запишется так:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\beta}{d\alpha} = \beta' &= 1 - \frac{f(\alpha)}{l} \frac{\sin l\beta}{\cos(l-1)\beta}; \\ \frac{d\gamma}{d\alpha} = \gamma' &= 1 - \frac{l}{l_1} \frac{\cos \beta}{\sin l\beta} \frac{\sin l_1 \gamma}{\cos(l_1-1)\gamma}; \\ \frac{d\tau}{d\alpha} = \tau' &= 1 - \frac{l_1}{l_2} \frac{\cos \gamma}{\sin l_1 \gamma} \frac{\sin l_2 \tau}{\cos(l_2-1)\tau}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Численное решение системы (12) (например, методом Рунге — Кутты, практически совпадает с результатом вычислений по формуле (2), если сделать следующие подстановки:

при отыскании углового смещения γ

$$k = \frac{l_1 l \cos \beta}{l_1 \sin \beta l}; \quad \beta_0 = \gamma_0;$$

при отыскании углового смещения τ

$$\beta_0 = \tau_0; \quad k = \frac{l_2 l_1 \cos \gamma}{l_2 \sin \gamma l_1}.$$

Несколько бóльшие расхождения (для третьего звена) имеют место при определении угловых смещений по формулам (10) и (11) с использованием подстановок: на входной переходной кривой для угла γ :

$$c = \frac{l_1}{l_1 A}; \quad \alpha = \alpha - \beta,$$

для угла τ :

$$c = \frac{l_2}{l_2 A}; \quad \alpha = \alpha - \beta - \gamma;$$

на выходной переходной кривой (подстановки с те же) для угла γ :

$$\alpha_k = \alpha_k - \beta_0; \quad \alpha = \alpha + \beta,$$

для τ :

$$\alpha_k = \alpha_k - \beta_0 - \gamma_0; \quad \alpha = \alpha + \beta + \gamma.$$

Достоверность системы уравнений (12) и правомерность указанных подстановок в формулы (2), (10) и (11) подтверждается экспериментом на масштабной модели (1 : 20). На горизонтальную плоскость на-

носили теоретические траектории прицепных звеньев и сравнивали с фактическими. Получено, что при $ir/l \geq 6$ расхождения находятся в пределах точности измерений. При меньших значениях k замечено, что на переходных кривых теоретическое значение τ , вычисляемое по формуле (10), меньше фактического на 3—5 %, а по формуле (2) — больше.

По условиям проходимости применение двухкомплектных лесовозных автопоездов возможно только на магистральных (грузосборочных) дорогах, на которых $r \geq 50$ м, а в конструкцию сцепки (например, на предприятиях Забайкаллес) заложено $i \approx 2$, $i_1 \approx 1,2$, $i_2 \approx 2$ и $l \approx l_1 \approx l_2 \approx 11$ м. Следовательно, $\beta_{max} \leq \arcsin \frac{11}{100} = 0,11$, $\gamma_{max} \leq \arcsin \frac{11}{60} = 0,184$, $\tau_{max} \leq \arcsin \frac{11}{98,38} = 0,112$. Так как эти значения достигаются только при углах поворота оси дороги больших $\pi/2$, то возможность расчетов кинематики поворота по изложенной методике сомнений не вызывает.

Боковой увод шин, появляющийся при прохождении поворотов под действием центробежных сил, может быть учтен через угловые передаточные числа между звеньями сцепки (i , i_1 и i_2). Если для различных скоростей движения и радиусов поворота при известной боковой жесткости данных шин вычислить угол их бокового увода ϵ , тогда новые значения угловых передаточных функций изменятся на величину ϵ/i .

Анализ показывает, что при радиусах поворота $r \geq 100$ м двухкомплектный лесовозный автопоезд не требует по сравнению с однокомплектным практически никаких дополнительных уширений полотна дороги.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вывозка леса двухкомплектным автопоездом/ А. Г. Дорофеев, А. М. Веригин, М. И. Адров, С. С. Шугар. — Лесн. пром-сть, 1976, № 2. [2]. Клычков П. Д. Анализ конструктивных схем сцепок автопоездов для перевозки длинномерных грузов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4. [3]. Клычков П. Д. Об оптимальной удельной мощности и рациональной рейсовой нагрузке лесовозного автопоезда. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 2. [4]. Лесн. пром-сть, 1978, 21 февраля, 17 июня. [5]. Проектирование и расчет специальных лесных машин/ М. И. Зайчик, С. Ф. Орлов, А. М. Гольдберг и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1976.—208 с. [6]. Щепин Б. Ф. Автопоезд для двух пакетов хлыстов. — Лесн. пром-сть, 1974, № 12. [7]. Loria G. Spezielle algebraische und transzendente ebene kurven. Leipzig, 1911, Bd 5 (II).

Поступила 1 октября 1980 г.

УДК 629.1-445.75.001

УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОВОЗА НА ПОВОРОТЕ

П. Ф. МАРЧЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Для получения уравнений движения автовоза на повороте воспользуемся его пространственной моделью с размещенными массами [2]. Рассмотрим ускоренное движение автовоза при входе в поворот (см. рис.).

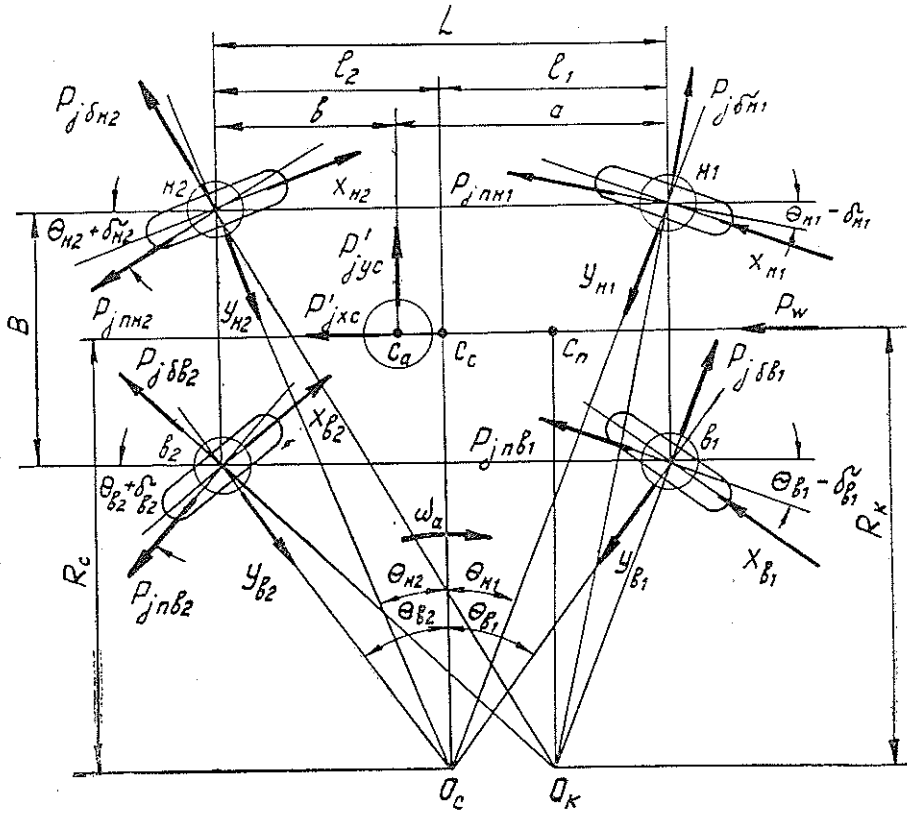


Схема сил, действующих на автовоз с задними ведущими колесами.

Согласно теории автомобиля, условия равновесия рассматриваемой системы можно записать следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} \Sigma x = & \left[X_{H2} \cos \theta_{H2} - X_{H1} \cos \theta_{H1} + Y_{H2} \sin \theta_{H2} - Y_{H1} \sin \theta_{H1} - \right. \\ & - P_{j\delta H2} \sin (\theta_{H2} + \delta_{H2}) - P_{j\pi H2} \cos (\theta_{H2} + \delta_{H2}) + P_{j\delta H1} \sin (\theta_{H1} - \delta_{H1}) - \\ & \left. - P_{j\pi H1} \cos (\theta_{H1} - \delta_{H1}) - \frac{P'_{jxc} + P_w}{2} \right] + \left[X_{B2} \cos \theta_{B2} - X_{B1} \cos \theta_{B1} + \right. \\ & + Y_{B2} \sin \theta_{B2} - Y_{B1} \sin \theta_{B1} - P_{j\delta B2} \sin (\theta_{B2} + \delta_{B2}) - P_{j\pi B2} \cos (\theta_{B2} + \delta_{B2}) + \\ & \left. + P_{j\delta B1} \sin (\theta_{B1} - \delta_{B1}) - P_{j\pi B1} \cos (\theta_{B1} - \delta_{B1}) - \frac{P'_{jxc} + P_w}{2} \right] = 0; \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma y = & \left[X_{H2} \sin \theta_{H2} + X_{B2} \sin \theta_{B2} - Y_{H2} \cos \theta_{H2} - Y_{B2} \cos \theta_{B2} + \right. \\ & + P_{j\delta H2} \cos (\theta_{H2} + \delta_{H2}) - P_{j\pi H2} \sin (\theta_{H2} + \delta_{H2}) + P_{j\delta B2} \cos (\theta_{B2} + \delta_{B2}) - \\ & \left. - P_{j\pi B2} \sin (\theta_{B2} - \delta_{B2}) + P'_{jyc} \frac{a}{L} \right] + \left[X_{H1} \sin \theta_{H1} + X_{B1} \sin \theta_{B1} - \right. \\ & - Y_{H1} \cos \theta_{H1} - Y_{B1} \cos \theta_{B1} + P_{j\delta H1} \cos (\theta_{H1} - \delta_{H1}) + P_{j\pi H1} \sin (\theta_{H1} - \delta_{H1}) + \\ & \left. + P_{j\delta B1} \cos (\theta_{B1} - \delta_{B1}) + P_{j\pi B1} \sin (\theta_{B1} - \delta_{B1}) + P'_{jyc} \frac{b}{L} \right] = 0; \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{B2} = & \left[X_{H2} \cos \Theta_{H2} - X_{H1} \cos \Theta_{H1} + Y_{H2} \sin \Theta_{H2} - Y_{H1} \sin \Theta_{H1} - \right. \\ & - P_{j_{\delta B2}} \sin (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - P_{j_{\Pi H2}} \cos (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) + P_{j_{\delta H1}} \sin (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - \\ & - P_{j_{\Pi H1}} \cos (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - \left. \frac{P'_{j_{x C}} + P_W}{2} \right] B - \left[X_{B1} \sin \Theta_{B1} + X_{B1} \sin \Theta_{B1} - \right. \\ & - Y_{B1} \cos \Theta_{B1} - Y_{B1} \cos \Theta_{B1} + P_{j_{\delta B1}} \cos (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + P_{j_{\Pi B1}} \sin (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + \\ & + P_{j_{\delta B1}} \cos (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + P_{j_{\Pi B1}} \sin (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + P'_{j_{y C}} \frac{b}{L} \left. \right] L = 0. \quad (3) \end{aligned}$$

В уравнениях (1)–(3) проекции силы инерции остаточной массы и сила сопротивления воздушной среды P_W разнесены на линии действия проекций сил и реакций в точках $H1, B1, H2, B2$.

При разнесенных проекциях силы инерции остаточной массы и силы сопротивления воздушной среды автовоз можно рассматривать как жесткую механическую систему, состоящую из четырех точек, соединенных между собой жесткими связями. Каждая точка соединяется жесткими связями с двумя другими точками.

Так как автовоз находится в каждый данный момент времени в равновесии, то и каждая точка над его колесами будет в состоянии равновесия, если жесткие связи заменить их реакциями R_i . С учетом этих реакций условия равновесия каждой точки можно записать в следующем виде:

для точки $H2$

$$\begin{aligned} X_{H2} \cos \Theta_{H2} + Y_{H2} \sin \Theta_{H2} - P_{j_{\delta H2}} \sin (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - P_{j_{\Pi H2}} \cos (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - \\ - R_{xH2} = 0; \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{H2} \sin \Theta_{H2} - Y_{H2} \cos \Theta_{H2} + P_{j_{\delta H2}} \cos (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - P_{j_{\Pi H2}} \sin (\Theta_{H2} + \delta_{H2}) + \\ + R_{yH2} = 0; \quad (5) \end{aligned}$$

для точки $H1$

$$\begin{aligned} - X_{H1} \cos \Theta_{H1} - Y_{H1} \sin \Theta_{H1} + P_{j_{\delta H1}} \sin (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - \\ - P_{j_{\Pi H1}} \cos (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) + R_{xH1} = 0; \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{H1} \sin \Theta_{H1} - Y_{H1} \cos \Theta_{H1} + P_{j_{\delta H1}} \cos (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) + \\ + P_{j_{\Pi H1}} \sin (\Theta_{H1} - \delta_{H1}) + R_{yH1} = 0; \quad (7) \end{aligned}$$

для точки $B2$

$$\begin{aligned} X_{B2} \cos \Theta_{B2} + Y_{B2} \sin \Theta_{B2} - P_{j_{\delta B2}} \sin (\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - \\ - P_{j_{\Pi B2}} \cos (\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - R_{xB2} = 0; \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{B2} \sin \Theta_{B2} - Y_{B2} \cos \Theta_{B2} + P_{j_{\delta B2}} \cos (\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - \\ - P_{j_{\Pi B2}} \sin (\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - R_{yB2} = 0; \quad (9) \end{aligned}$$

для точки $B1$

$$\begin{aligned} - X_{B1} \cos \Theta_{B1} - Y_{B1} \sin \Theta_{B1} + P_{j_{\delta B1}} \sin (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) - \\ - P_{j_{\Pi B1}} \cos (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + R_{xB1} = 0; \quad (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{B1} \sin \Theta_{B1} - Y_{B1} \cos \Theta_{B1} + P_{j_{\delta B1}} \cos (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + \\ + P_{j_{\Pi B1}} \sin (\Theta_{B1} - \delta_{B1}) - R_{yB1} = 0. \quad (11) \end{aligned}$$

Разность между реакциями каждой связи

$$\left. \begin{aligned} R_{xн2} - R_{xн1} &= \frac{P'_{jxc} + P_W}{2}; \\ R_{xв2} - R_{xв1} &= \frac{P'_{jxc} + P_W}{2}; \\ R_{yн2} - R_{yв2} &= P'_{jyc} \frac{a}{L}; \\ R_{yн1} - R_{yв1} &= P'_{jyc} \frac{b}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Если исключить реакции связей с использованием равенств (12), то из уравнений (4)—(11) можно получить:

$$\begin{aligned} X_{н2} \cos \Theta_{н2} - X_{н1} \cos \Theta_{н1} + Y_{н2} \sin \Theta_{н2} - Y_{н1} \sin \Theta_{н1} - \\ - P_{jбн2} \sin (\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - P_{jпн2} \cos (\Theta_{н2} + \delta_{н2}) + P_{jбн1} \sin (\Theta_{н1} - \delta_{н1}) - \\ - P_{jпн1} \cos (\Theta_{н1} - \delta_{н1}) - \frac{P'_{jxc} + P_W}{2} = 0; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} X_{в2} \cos \Theta_{в2} - X_{в1} \cos \Theta_{в1} + Y_{в2} \sin \Theta_{в2} - Y_{в1} \sin \Theta_{в1} - \\ - P_{jбв2} \sin (\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - P_{jпв2} \cos (\Theta_{в2} + \delta_{в2}) + P_{jбв1} \sin (\Theta_{в1} - \delta_{в1}) - \\ - P_{jпв1} \cos (\Theta_{в1} - \delta_{в1}) - \frac{P'_{jxc} + P_W}{2} = 0; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} X_{н2} \sin \Theta_{н2} + X_{в2} \sin \Theta_{в2} - Y_{н2} \cos \Theta_{н2} - Y_{в2} \cos \Theta_{в2} + \\ + P_{jбн2} \cos (\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - P_{jпн2} \sin (\Theta_{н2} + \delta_{н2}) + P_{jбв2} \cos (\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - \\ - P_{jпв2} \sin (\Theta_{в2} + \delta_{в2}) + P'_{jyc} \frac{a}{L} = 0; \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} X_{н1} \sin \Theta_{н1} + X_{в1} \sin \Theta_{в1} - Y_{н1} \cos \Theta_{н1} - Y_{в1} \cos \Theta_{в1} + \\ + P_{jбн1} \cos (\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + P_{jпн1} \sin (\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + P_{jбв1} \cos (\Theta_{в1} - \delta_{в1}) + \\ + P_{jпв1} \sin (\Theta_{в1} - \delta_{в1}) + P'_{jyc} \frac{b}{L} = 0. \end{aligned} \quad (16)$$

Уравнения (13)—(16) являются уравнениями движения автовоза на повороте. Они показывают, что если рассматривать автовоз как пространственную систему с пятью размещенными массами, то получим следующие условия поворота:

сумма проекций всех сил и реакций на ось x , действующих на наружные колеса по повороту, равна нулю;

сумма проекций всех сил и реакций на ось x , действующих на внутренние колеса по повороту, равна нулю;

сумма проекций всех сил и реакций на ось y , действующих на передние колеса, равна нулю;

сумма проекций всех сил и реакций на ось y , действующих на задние колеса, равна нулю.

Уравнения (13)—(16) можно получить, если воспользоваться теоремой об изменении количества движения системы.

Известно [1], что для каждой точки рассматриваемой системы в инерциальной системе отсчета

$$\frac{dK_{x'i}}{dt} = F_{x'i} + R_{x'i}; \quad \frac{dK_{y'i}}{dt} = F_{y'i} + R_{y'i}, \quad (17)$$

где $\frac{dK}{dt}$ — производная по времени от количества движения;

$F + R$ — сумма векторов внешних и внутренних сил.

Умножая правую и левую части уравнений (17) соответственно на dx' и dy' , а также учитывая, что $dx' = v_{x'} dt$ и $dy' = v_{y'} dt$, получаем:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dK_{x'i}}{dt} v_{x'i} dt &= (F_{x'i} + R_{x'i}) dx'_i; \\ \frac{dK_{y'i}}{dt} v_{y'i} dt &= (F_{y'i} + R_{y'i}) dy'_i. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Так как

$$\frac{dK_{x'i}}{dt} = m_i \frac{dv_{x'i}}{dt}; \quad \frac{dK_{y'i}}{dt} = m_i \frac{dv_{y'i}}{dt}, \quad (19)$$

где m — масса рассматриваемой точки, то, учитывая равенства (19) и разделив левую и правую части на dt , уравнения (18) можно записать в следующей форме:

$$\left. \begin{aligned} m_i \frac{dv_{x'i}}{dt} v_{x'i} &= (F_{x'i} + R_{x'i}) v_{x'i}; \\ m_i \frac{dv_{y'i}}{dt} v_{y'i} &= (F_{y'i} + R_{y'i}) v_{y'i}. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Суммируя уравнения (20) по всем пяти точкам рассматриваемой системы (см. рис.), получим следующие равенства в проекциях на подвижные координаты:

$$\begin{aligned} &(m_{n2} j_{xn2} + m_{n1} j_{xn1}) v_{xn} + (m_{b2} j_{xb2} + m_{b1} j_{xb1}) v_{xb} + \\ &+ m_c j_{xc} v_{xc} = (X_{n2} \cos \theta_{n2} - X_{n1} \cos \theta_{n1} + Y_{n2} \sin \theta_{n2} - Y_{n1} \sin \theta_{n1}) v_{xn} + \\ &+ (X_{b2} \cos \theta_{b2} - X_{b1} \cos \theta_{b1} + Y_{b2} \sin \theta_{b2} - Y_{b1} \sin \theta_{b1}) v_{xb} - P_w v_{xc}; \quad (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(m_{n1} j_{yn1} + m_{b1} j_{yb1}) v_{y1} - (m_{n2} j_{yn2} + m_{b2} j_{yb2}) v_{y2} - m_c j_{yc} v_{yc} = \\ &= (X_{n2} \sin \theta_{n2} + X_{b2} \sin \theta_{b2} - Y_{n2} \cos \theta_{n2} - Y_{b2} \cos \theta_{b2}) v_{y2} - \\ &- (X_{n1} \sin \theta_{n1} + X_{b1} \sin \theta_{b1} - Y_{n1} \cos \theta_{n1} - Y_{b1} \cos \theta_{b1}) v_{y1}, \quad (22) \end{aligned}$$

где j — ускорение точки;
 v — скорость.

Сумма мощностей внутренних сил для рассматриваемой системы равна нулю, так как точки системы расположены попарно.

Произведение массы на ускорение для каждой точки при ускоренном движении автовоза на повороте можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned}
 m_{н2} j_{xн2} &= P_{jбн2} \sin(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) + P_{jпн2} \cos(\Theta_{н2} + \delta_{н2}); \\
 m_{в2} j_{xв2} &= P_{jбв2} \sin(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) + P_{jпв2} \cos(\Theta_{в2} + \delta_{в2}); \\
 m_{н1} j_{xн1} &= -P_{jбн1} \sin(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + P_{jпн1} \cos(\Theta_{н1} - \delta_{н1}); \\
 m_{в1} j_{xв1} &= -P_{jбв1} \sin(\Theta_{в1} - \delta_{в1}) + P_{jпв1} \cos(\Theta_{в1} - \delta_{в1}); \\
 m_{н2} j_{yн2} &= P_{jбн2} \cos(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - P_{jпн2} \sin(\Theta_{н2} + \delta_{н2}); \\
 m_{в2} j_{yв2} &= P_{jбв2} \cos(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - P_{jпв2} \sin(\Theta_{в2} + \delta_{в2}); \\
 m_{н1} j_{yн1} &= P_{jбн1} \cos(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + P_{jпн1} \sin(\Theta_{н1} - \delta_{н1}); \\
 m_{в1} j_{yв1} &= P_{jбв1} \cos(\Theta_{в1} + \delta_{в1}) + P_{jпв1} \sin(\Theta_{в1} - \delta_{в1}); \\
 m_C j_{yC} &= P'_{yC}; \quad m_C j_{xC} = P'_{xC}.
 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Проекции скорости точки C_a

$$v_{xC} = \frac{v_{xн} + v_{xв}}{2}; \quad v_{yC} = \frac{av_{y2} - bv_{y1}}{L}, \quad (24)$$

где v_x — проекция скорости на ось x (индекс «н» относится к наружным, а «в» — к внутренним колесам по повороту);

v_y — проекция скорости на ось y (индекс «1» относится к передним, а «2» — к задним колесам).

С учетом равенств (23) и (24) уравнения (21) и (22) приводятся к виду

$$\begin{aligned}
 & \left[X_{н2} \cos \Theta_{н2} - X_{н1} \cos \Theta_{н1} + Y_{н2} \sin \Theta_{н2} - Y_{н1} \sin \Theta_{н1} - \frac{P'_{jxC} + P_W}{2} - \right. \\
 & - P_{jбн2} \sin(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - P_{jпн2} \cos(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) + P_{jбн1} \sin(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) - \\
 & \left. - P_{jпн1} \cos(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) \right] v_{xн} + \left[X_{в2} \cos \Theta_{в2} - X_{в1} \cos \Theta_{в1} + Y_{в2} \sin \Theta_{в2} - \right. \\
 & - Y_{в1} \sin \Theta_{в1} - \frac{P'_{jxC} + P_W}{2} - P_{jбв2} \sin(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - P_{jпв2} \cos(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) + \\
 & \left. + P_{jбв1} \sin(\Theta_{в1} - \delta_{в1}) - P_{jпв1} \cos(\Theta_{в1} - \delta_{в1}) \right] v_{xв} = 0. \quad (25)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left[X_{н2} \sin \Theta_{н2} + X_{в2} \sin \Theta_{в2} - Y_{н2} \cos \Theta_{н2} - Y_{в2} \cos \Theta_{в2} + P'_{jyC} \frac{a}{L} + \right. \\
 & + P_{jбн2} \cos(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - P_{jпн2} \sin(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) + P_{jбв2} \cos(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - \\
 & \left. - P_{jпв2} \sin(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) \right] v_{y2} - \left[X_{н1} \sin \Theta_{н1} + X_{в1} \sin \Theta_{в1} - Y_{н1} \cos \Theta_{н1} - \right. \\
 & - Y_{в1} \cos \Theta_{в1} + P'_{jyC} \frac{b}{L} + P_{jбн1} \cos(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + P_{jпн1} \sin(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + \\
 & \left. + P_{jбв1} \cos(\Theta_{в1} - \delta_{в1}) + P_{jпв1} \sin(\Theta_{в1} - \delta_{в1}) \right] v_{y1} = 0. \quad (26)
 \end{aligned}$$

Отметим, что

$$\left. \begin{aligned}
 v_{xн} - v_{xв} &= B\omega_a; \\
 v_{y1} + v_{y2} &= L\omega_a,
 \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

где ω_a — угловая скорость поворота автовоза.

Если из уравнений (27) выразим одну линейную скорость через другую и подставим ее значение в уравнения (25) или (26), то с учетом уравнений равновесия (1) и (2) при $B\omega_a \neq 0$ и $L\omega_a \neq 0$ получим уравнения (13)—(16).

Полученные уравнения движения автовоза (13)—(16) на повороте действительны для любой колесной машины, для которой скорости точек над колесами удовлетворяют уравнениям (24) и (27), независимо от расположения управляемых и ведущих колес.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лойцянский А. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики. Т. 2. Динамика. — М.: Гостехиздат, 1955.— 595 с. [2]. Марченко П. Ф. Размещение массы автовоза при исследовании движения на повороте. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5, с. 58—61.

Поступила 16 мая 1980 г.

УДК 630*375.4.001.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДАЧ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Г. М. АНИСИМОВ, П. А. ПУСТОШНЫЙ

Ленинградская лесотехническая академия
Архангельский лесотехнический институт

Для оценки эксплуатационных свойств, повышения технического уровня и эффективности применения трелевочного трактора необходимо знать методы, позволяющие прогнозировать влияние его энергонасыщенности, рейсовой нагрузки и условий эксплуатации на вероятность использования передач по времени [1].

При трелевке леса в производственных условиях скоростной режим трелевочного трактора является функцией удельного сопротивления движению трелевочной системы (f_c), уклона волока (α) и радиуса кривой (R). Показатели, характеризующие свойства волока, можно рассматривать как случайные функции времени и пути, имеющие определенные законы распределения.

Закон распределения скорости движения трактора с учетом всех видов ограничений можно рассматривать как обобщенный, состоящий из частных законов, отражающих влияние отдельных ограничивающих параметров (f_c , α , R) на скорость движения.

Примем допущение, что параметры, ограничивающие скорость движения трактора, подчиняются нормальному закону распределения, что правомочно [3, 4] и существенно упрощает методику исследования. Тогда для определения частного закона распределения скорости движения трелевочного трактора воспользуемся методом преобразования законов, заключающимся в следующем. Если плотность распределения ограничивающего параметра $f(x)$ известной функциональной зависимости $V = \varphi(x)$ подчиняется нормальному закону, то функция распределения скорости движения для заданных пределов будет иметь вид [2]

$$F(V) = \int_{\psi(V_1)}^{\psi(V_2)} f(x) dx,$$

где $\psi(V)$ — функция, обратная заданной $V = \varphi(x)$;
 V_V — максимальная скорость движения;
 V_I — минимальная скорость движения на I передаче;
 x — ограничивающий параметр.

Вероятность движения на конкретной передаче может быть определена численным методом или через табулированные функции Лапласа.

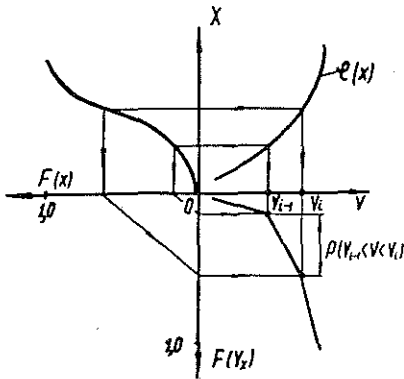


Рис. 1. Преобразование исходного закона $F(x)$ в закон $F(Vx)$.

На рис. 1 показана графическая интерпретация метода преобразования законов с использованием функции распределения $F(x)$.

Используя метод преобразования законов, получим интегральный закон распределения частных скоростных режимов, которые ограничены:

1) сопротивлением движению трелевочной системы (f_c):

$$F(f_c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{f_c}} \int_{\psi(V_I)}^{\psi(V_V)} e^{-\frac{\left(\frac{3,67N_e^H K_N^i}{(G_T + Q)V_i} - m_{f_c}\right)^2}{2\sigma_{f_c}^2}} df_c,$$

где m_{f_c} , σ_{f_c} — статистики закона распределения коэффициента сопротивления движению трелевочной системы;

N_e^H — номинальная мощность двигателя, кВт;

K_N^i — коэффициент использования мощности на передаче;

G_T — вес трактора, кН;

Q — вес трелеваемого пакета, кН;

V_i — скорость движения на i -той передаче, км/ч;

2) уклоном пути (α):

$$F(V_\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\alpha} \int_{\psi(V_I)}^{\psi(V_V)} e^{-\frac{\left(\frac{3,67N_e^H K_N^i}{(G_T + Q)V_i} - \bar{f}_c - m_\alpha\right)^2}{2\sigma_\alpha^2}} d\alpha,$$

где m_α , σ_α — статистики распределения уклонов пути;

\bar{f}_c — среднее значение коэффициента сопротивления движению трелевочной системы в конкретных условиях;

3) радиусом волюка (R):

$$F(V_R) = \frac{1}{V\sqrt{2\pi}\sigma_R} \int_{\psi(V_1)}^{\psi(V_V)} e^{-\frac{\left(\frac{3,67N_e^{\text{III}} R_N^i B}{V_i} - (G_T + Q)\bar{f}_c B - m_R\right)^2}{2\sigma_R^2}} dR,$$

где m_R, σ_R — статистики законов распределения радиусов кривых волюка;

B — ширина колеи трактора, м.

Трелевка на конкретной передаче возможна при соблюдении следующих условий:

$$V_{i-1} < V_{fc} < V_i; \quad V_{i-1} < V_a < V_i; \quad V_{i-1} < V_R < V_i,$$

где V_{fc}, V_a, V_R — максимальная скорость движения, ограниченная параметрами f_c, a, R ;

V_i — максимальная скорость движения на i -той передаче;

V_{i-1} — максимальная скорость движения на $i-1$ -й передаче.

Следовательно, вероятность появления события $V > V_{i-1}$ равна произведению вероятностей независимых событий:

$$P_i(V) = P_i^{f_c}(V_{fc} > V_{i-1}) P_i^a(V_a > V_{i-1}) P_i^R(V_R > V_{i-1})$$

или

$$F(V) = F(V_{fc}) F(V_a) F(V_R),$$

где $F(V)$ — обобщенная функция распределения скорости движения с учетом всех видов ограничений.

Трелевка на конкретной передаче может осуществляться при различном сочетании ограничений, накладываемых сопротивлением движению трелевочной системы, радиусом поворота и уклоном пути, т. е. рассматриваемое событие распадается на несколько вариантов. Учитывая, что в реальных условиях эксплуатации невозможны события, в которых отсутствует ограничение по сопротивлению движению, получаем вероятностную модель движения трелевочной системы на i -той передаче:

$$P_i(V) = P_i^{f_c} P_i^a P_i^R + P_i^{f_c} (1 - P_i^a) (1 - P_i^R) + P_i^{f_c} P_i^a (1 - P_i^R) + P_i^{f_c} P_i^R (1 - P_i^a),$$

где $P_i(V)$ — вероятность движения системы на i -той передаче с учетом всех видов ограничений;

$P_i^{f_c}, P_i^a, P_i^R$ — вероятность движения системы на i -той передаче при наличии ограничений по f_c, a, R ;

$(1 - P_i^a), (1 - P_i^R)$ — вероятность событий противоположных.

Математическое ожидание средней теоретической скорости движения трактора определяется по формуле

$$M(V) = \sum_{i=1}^N P_i V_i,$$

где N — число рабочих передач.

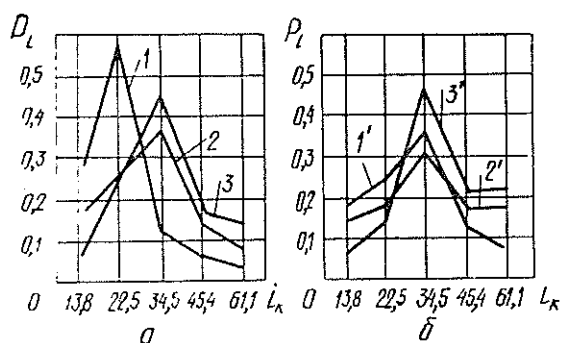


Рис. 2. Распределение прогнозируемого скоростного режима для трактора ТБ-1М ($N_e = 69,8$ кВт).

i_k — общее передаточное число трансмиссии; а — лето; $\psi = 0,180$; 1 — $Q = 5$ м³; $V = 7,2$ км/ч; 2 — $Q = 7$ м³; $V = 6,5$ км/ч; 3 — $Q = 9$ м³; $V = 5,5$ км/ч; б — осень; $\psi = 0,230$; 1' — $Q = 3$ м³; $V = 6,3$ км/ч; 2' — $Q = 5$ м³; $V = 5,5$ км/ч; 3' — $Q = 7$ м³; $V = 4,6$ км/ч.

В результате расчетов по предложенной методике получены теоретические распределения вероятности использования передач и средней скорости движения у трелевочных тракторов разной энергонасыщенности для различных значений удельного сопротивления движению системы (ψ) и рейсовой нагрузки (Q).

Из графиков (рис. 2) видно, что независимо от времени года увеличение рейсовой нагрузки сопровождается уменьшением доли использования высших передач за счет увеличения доли использования низших. Сравнение показывает хорошую совпадаемость экспериментальных распределений степени использования передач по времени с теоретически рассчитанной вероятностью использования передач.

Предложенная методика прогнозирования вероятности использования передач по времени может применяться при выборе параметров перспективных трелевочных тракторов; составлении программ ускоренных испытаний и расчета на прочность деталей, узлов и механизмов; определении уровня энергонасыщенности трелевочного трактора и рейсовой нагрузки для любых условий эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. — М.: Лесн. пром-сть, 1975.—165 с. [2]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1964.—575 с. [3]. Костокрыз С. Г. Статистические характеристики уклонов микропрофилей лесовозных дорог и сопротивление движению лесовозного транспорта. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 5, с. 60—64. [4]. Рыскин Ю. Е. Особенности микропрофиля трелевочных волоков и их статистические характеристики. — Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1970, № 103, с. 148—157.

Поступила 25 июня 1980 г.

УДК 658.382.3 : 630*31

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ РАДИООГРАЖДЕНИИ ОПАСНОЙ ЗОНЫ НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ

Ю. И. МЕРЕМЬЯНИН

Воронежский лесотехнический институт

Как известно, несчастные случаи на лесосечных работах — это случайные события, происходящие под влиянием множества различных факторов. Травмирование работающих на валке леса нельзя считать

неизбежным, однако при наличии производственных факторов, представляющих определенную опасность для человека, вероятность возникновения несчастного случая при валке леса $P_{н.с}$ не равна нулю и определяется по формуле [2]:

$$P_{н.с} = P_1 P_2 P_3, \quad (1)$$

где P_1 — вероятность появления опасности, например, падения спеленного дерева;

P_2 — вероятность реализации опасности в событие, которое может привести к несчастному случаю;

P_3 — вероятность нахождения человека в опасной зоне.

В зависимости от организационно-технических мероприятий состояние производственного травматизма меняется. При этом численное значение уровня повышения безопасности труда K можно подсчитать так [2]:

$$K = \frac{P_{н.с}}{P'_{н.с}}, \quad (2)$$

где $P_{н.с}$, $P'_{н.с}$ — вероятность возникновения несчастного случая до и после осуществления организационно-технических мероприятий по повышению уровня безопасности работ.

Существенное снижение травматизма на лесосечных работах может быть достигнуто созданием надежного ограждения опасной зоны. В этих целях предлагается система ограждения с помощью радио-средств.

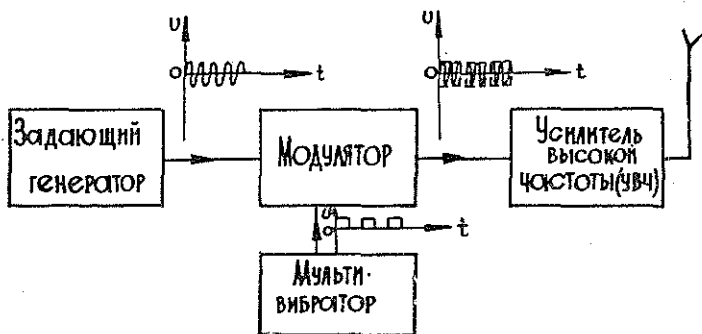


Рис. 1.

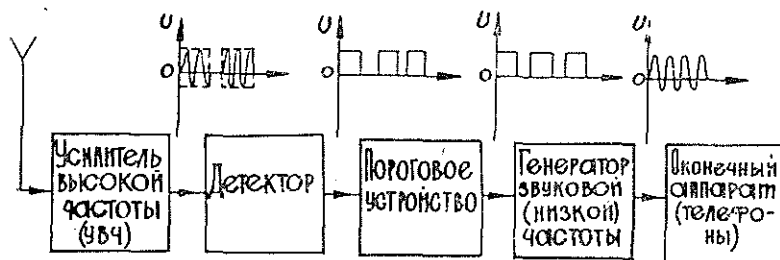


Рис. 2.

При радиоограждении опасной зоны на лесосечных работах предполагается наличие у вальщика леса радиопередатчика малой мощности, излучающего непрерывно во время работы радиосигнал определенной длины волны, слышимый в пределах опасной зоны; предполагается также, что у всех рабочих, работающих вблизи данной опасной зоны, имеются радиоприемники, настроенные на ту же длину волны, что и радиопередатчик вальщика леса. При заходе рабочего в опасную зону его радиоприемник оказывается в зоне действия передатчика, и рабочий сразу слышит сигнал опасности. На рис. 1 показана блок-схема радиопередающей части системы радиоограждения опасной зоны. Здесь же показаны временные диаграммы сигналов на всех участках блок-схемы. На рис. 2 представлена блок-схема радиоприемной части системы радиоограждения опасной зоны и временные диаграммы сигналов на всех участках этой блок-схемы. Особенность радиоприемной части — введение в нее порогового устройства, позволяющего строго регулировать размеры опасной зоны. Меняя пороговое напряжение в этом устройстве, можно регулировать расстояние от вальщика леса, т. е. места нахождения радиопередающей части, до границы опасной зоны. При приближении рабочего к границе опасной зоны пороговое устройство срабатывает и запускает генератор звуковой (низкой) частоты, в результате человек слышит в своих наушниках-телефонах сигнал опасности.

При работе на лесосеке подходит диапазон волн длиной от 6 до 15 м. Использование более длинных волн затрудняется из-за малой эффективности малогабаритных антенн и большого уровня радиопомех.

Лес и высокий густой кустарник, находящиеся вблизи приемника или передатчика, во-первых, увеличивают затухание волн и, во-вторых, создают сложную структуру электромагнитного поля, в результате сила приема резко меняется на протяжении нескольких метров. Обе эти стороны влияния леса на распространение радиоволн усугубляются с уменьшением их длины.

В диапазоне длин волн 6—15 м почти не наблюдается частотной зависимости затухания электромагнитной энергии. Эта зависимость начинает проявляться в диапазоне волн 4—6 м, особенно резко ощущается при длине волны меньше 2—3 м.

В дальности распространения радиоволн в хвойном и лиственном лесах особенной разницы не обнаруживается. Изменение влажности леса влияет тоже незначительно, так как в лесу, как правило, не бывает очень сухой почвы. Увлажнение самих деревьев уменьшает силу принимаемых радиосигналов, весной во время таяния снега и летом или осенью после дождя дальность распространения радиоволн в лесу сокращается в 2—2,5 раза.

Радиопередатчик состоит из генератора с кварцевой стабилизацией частоты, работающего в импульсном режиме, и усилителя мощности. Его выходная мощность 50—100 мВт. Антенна радиопередатчика должна излучать радиосигналы равномерно во все стороны, чтобы взаимное расположение вальщика и других рабочих, находящихся вблизи опасной зоны, не влияло на силу принимаемых сигналов. В этом отношении наиболее удобна штыревая антенна.

В качестве активных элементов в радиосхемах используют полупроводниковые триоды. Масса таких радиоустройств вместе с корпусом и малогабаритным источником питания в зависимости от степени сложности их схем, выходной мощности и конструктивного исполнения (объемного, интегрального или микропленочного) колеблется в пре-

делах 100—150 г, так что их можно вставить в защитные каски рабочих.

Радиоприемная часть системы радиоограждения может быть изготовлена супергетеродинного типа, с регулируемой шириной полосы пропускания от 50 до 500 Гц, кварцевой стабилизацией или автоподстройкой частоты гетеродина. Увеличение ширины полосы пропускания приемников необходимо для облегчения связи при минимальном соотношении сигнал — шум, т. е. при большом уровне радиопомех. Последующая работа ведется в узкой полосе при максимальном значении этого соотношения; так что шум трелевочных тракторов и лесозаготовительного оборудования не отразится на работе радиосистемы.

Для оценки эффективности внедрения радиосредств для ограждения опасной зоны на лесосечных работах представляет интерес количественный анализ уровня повышения безопасности труда. При этом примем во внимание возможность сбоя работы системы радиоограждения, т. е. случай, когда система радиоограждения не даст сигнала опасности человеку, зашедшему в опасную зону. Вероятность $P_{сб}$ зависит, в основном, от вероятности трех событий: выхода из строя радиопередающей части системы радиоограждения — P'_1 ; радиоприемной части — P'_2 ; плохого прохождения радиоволн в пределах опасной зоны из-за метеорологических условий и другого рода помех — P'_3 .

Так как эти три события независимы и совместны, то, согласно положению теории вероятностей [1],

$$P_{сб} = \sum_{i=1}^3 P'_i - \sum_{i,j} P_i P_j + \prod_{i=1}^3 P'_i. \quad (3)$$

Численные значения P'_1 и P'_2 очень малы, так как радиопередающая и радиоприемная части, выполненные по блок-схемам, представленным на рис. 1 и 2, имеют большую степень надежности. Поэтому влияние P'_1 и P'_2 на $P_{сб}$ очень мало.

Влияние P'_3 существенно и зависит от конкретной местности, где происходит валка леса. Значение P'_3 можно найти статистически, проводя анализ для данной местности всех тех предпосылок, которые могут создать радиопомехи.

При наличии системы радиоограждения формула (1) примет вид

$$P'_{н.с} = P_1 P_2 P_3^*, \quad (4)$$

где P_3^* — вероятность попадания человека в зону действия опасности при наличии системы радиоограждения.

Вероятность P_3^* , очевидно, определится как

$$P_3^* = P_3 P_{сб}. \quad (5)$$

Тогда, учитывая (1), (2), (4), (5), получим:

$$K = \frac{P'_{н.с}}{P_{н.с}} = \frac{P_1 P_2 P_3}{P_1 P_2 P_3^*} = \frac{P_3}{P_3^*} = \frac{P_3}{P_3 P_{сб}} = \frac{1}{P_{сб}}, \quad (6)$$

т. е. уровень повышения безопасности труда — величина, обратная вероятности сбоя системы радиоограждения.

Если, согласно (3), $P_{сб} = 0,0001$, то $K = 10\,000$, т. е. при введении системы радиоограждения уровень безопасности труда повышается в 10 000 раз по сравнению с уровнем безопасности труда, существовавшим в старых условиях.

Учтем численность рабочих, работающих на лесосеке. Пусть на лесосеке находится n рабочих. Тогда в формуле (1) величина P_3 будет представлять собой вероятность того, что в зоне действия опасности окажется хотя бы один из n человек. P_3 определится по известной из теории вероятностей формуле [1]

$$P_3 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{3i}),$$

где P_{3i} — вероятность того, что в зону действия опасности попадет i -тый человек из работающих.

Тогда

$$P_{н.с} = P_1 P_2 \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{3i}) \right] \quad (7)$$

и

$$P'_{н.с} = P_1 P_2 \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{3i} P_{сб}) \right]. \quad (8)$$

Найдем уровень повышения безопасности труда

$$K = \frac{1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{3i})}{1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{3i} P_{сб})}. \quad (9)$$

Если, например, рабочих двое и $P_{сб}$ по-прежнему равна 0,0001, а $P_{3i} = 0,1$, то $K = 9550$, т. е. уровень безопасности труда возрастает в 9550 раз при наличии радиоограждения опасной зоны. При увеличении числа рабочих в опасной зоне уровень безопасности труда, очевидно, несколько снижается. Это следует и из формулы (9).

Из приведенного анализа можно сделать вывод, что система радиоограждения значительно повышает уровень безопасности лесосечных работ. Внедрение этой системы приведет к существенному снижению травматизма в лесной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. [2]. Репринцев Д. Д., Меремьянин Ю. И. Методика оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности труда. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 2.

Поступила 7 июля 1980 г.

УДК 630*362.7

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПУТЕМ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ

В. В. САБОВ, А. А. ТАРАСОВ

Ухтинский индустриальный институт

В настоящее время в качестве режущего инструмента большинства лесозаготовительных машин применяются пильные цепи. Общий недостаток их — сравнительно низкая долговечность и быстрое затупление. Повышение долговечности пильных цепей осложняется тем, что в процессе эксплуатации к ним прикладываются ударные и пульсирующие нагрузки, и одновременно воздействуют абразивные частицы. Осо-

бенно велики ударные нагрузки, возникающие в пильных аппаратах валочно-пакетирующей машины ЛП-19.

В процессе работы пильные цепи подвергаются воздействию многих факторов, оказывающих большое влияние на их долговечность. В первую очередь, это внешние факторы: скорость пиления, нагрузки, качество смазки деталей пильного аппарата, наличие в зоне пиления абразивных частиц. Помимо внешних факторов, на долговечность пильных цепей оказывают влияние также физико-механические свойства и структура материала, из которого изготавливается пильная цепь.

Анализ причин выхода пильных цепей из строя в процессе эксплуатации показал, что преобладающей причиной отказов как на валке, так и на раскряжке является их износ.

При наличии ударных нагрузок износостойкость материала в большей степени зависит от структуры материала, чем от его твердости. Максимальная износостойкость достигается при оптимальном сочетании таких физико-механических характеристик, как ударная вязкость, сопротивление срезу, твердость и др. С точки зрения выбора оптимального материала для изготовления пильных цепей, с учетом характера нагрузки и эксплуатации, перспективными могут оказаться обладающие повышенными механическими свойствами среднеуглеродистые стали, легированные хромом, никелем, кремнием, молибденом и ванадием, с уменьшенным количеством фосфора и серы.

Химический анализ пильных цепей валочно-пакетирующих машин ЛП-19 показал, что они содержат: углерода — 0,33 %, хрома — 0,85 %, никеля — 0,24 %, кремния — 1,02 %, марганца — 0,85 %, фосфора — 0,019 %, серы — 0,010 %, что соответствует марке стали 33ХГСА. Данная сталь имеет высокий показатель ударной вязкости — 0,6 МПа при температуре 20 °С, однако и в ней при эксплуатации пильных цепей развивается сетка микротрещин.

Известные методы упрочнения стали (термическая, химико-термическая обработка) не могут дать дальнейшего повышения износостойкости из-за специфических условий эксплуатации пильных цепей. Для повышения их долговечности нами предложен магнитный способ обработки, заключающийся в воздействии магнитного поля на звенья пильной цепи при комнатной температуре.

Лабораторные испытания показали, что после магнитной обработки микротвердость материала пильной цепи возрастает на 15—20 %.

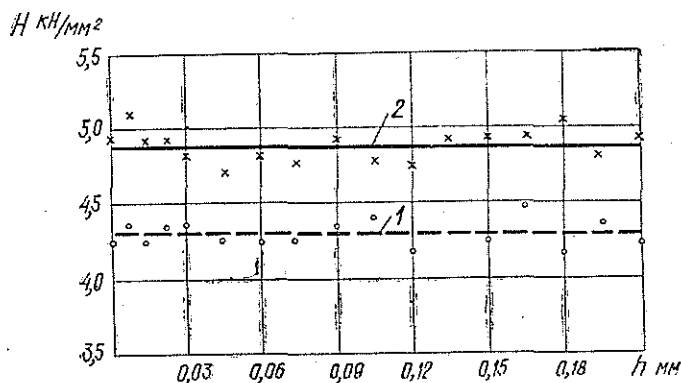


Рис. 1. Изменение микротвердости материала пильной цепи по глубине.

1 — до магнитной обработки; 2 — после магнитной обработки.

Одна из положительных особенностей данного способа — распространение воздействия магнитного поля по всему объему металла (рис. 1.).

Результаты наших исследований и опыт других авторов позволяют следующим образом объяснить влияние магнитной обработки на изменение свойств ферромагнитных материалов. Под влиянием приложенного магнитного поля в деталях появляется магнитострикция, происходит перераспределение дислокаций и межузельных атомов, приводящее к релаксации полей деформаций и изменению градиента концентрации точечных дефектов. В объемно-центрированной кристаллической решетке железа при стабилизированном состоянии атомы углерода и других примесей внедрения с одинаковой вероятностью заполняют октаэдрические пустоты вдоль трех различных кристаллографических осей. Магнитострикция увеличивает расстояние между двумя атомными плоскостями кристалла железа вдоль одного из направлений, и тогда атомы внедрения располагаются преимущественно в этом направлении. При перескоках атомов из одних октаэдрических пустот в соседние быстро возникает упорядочение в расположении внедренных атомов, которое называется снуковским. После снятия магнитного поля это упорядоченное расположение атомов остается, создавая направленную напряженность в кристаллической решетке металла и тем самым условия для направленной диффузии, вызывающей или усиливающей неравномерность распределения концентрации примесей. Основными местами стока диффундирующих атомов будут дислокации, так как упругие поля напряжений дислокации и примесного атома взаимодействуют и атом испытывает со стороны дислокации силу притяжения. Притяжение атомов примесей к дислокации приводит к «осаждению» этих атомов в виде цепочки вдоль края экстраплоскости, образуя атмосферы Коттрелла. Происходит закрепление дислокаций этими атмосферами, и если концентрация атмосфер Коттрелла достигает предела растворимости, вблизи ядра дислокации могут даже образоваться дисперсные выделения второй фазы. При этом наблюдается некоторое повышение твердости материала. С течением времени направленный поток диффундирующих атомов ослабевает и прекращается совсем из-за постепенного нарушения снуковского упорядочения атомов внедрения. В дальнейшем начинается рассасывание примесей путем обычной диффузии, вследствие образовавшейся неравномерной концентрации примесных атомов в объеме металла, что приводит к некоторому снижению твердости, но не приводит к исходному состоянию из-за наличия сил притяжения между дислокацией и приблизившимися к ней примесными атомами.

Уменьшение износа ферромагнитных материалов после магнитной обработки можно объяснить не столько увеличением твердости, сколько образованием в металле зон, свободных от больших внутренних напряжений, из-за уменьшения концентрации атомов внедрения в кристаллических решетках железа и их стекания к дислокациям, что в дальнейшем при эксплуатации позволяет избежать хрупкого разрушения.

Исходя из сказанного, можно предложить следующие практические рекомендации по магнитной обработке пильных цепей:

напряженность магнитного поля необходимо выбирать из условия получения наибольшей величины магнитострикции для материала цепи;

поскольку магнитострикция является четным эффектом, т. е. величина и направление ее не изменяются при изменении направления магнитного поля на 180° , для магнитной обработки можно использовать как постоянное, так и переменное поле;

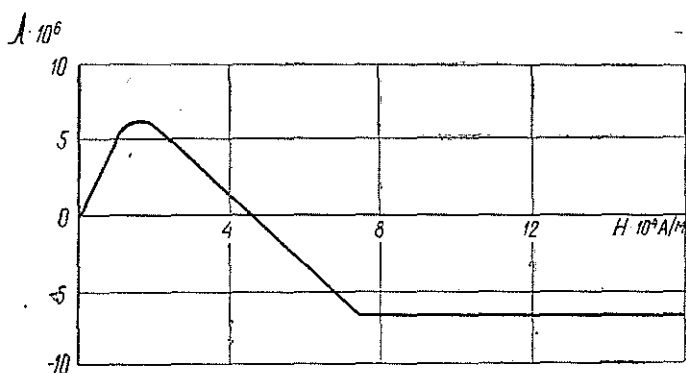


Рис. 2. Зависимость магнитострикции полукристаллического железа от напряженности поля.

эффективность магнитной обработки должна возрастать с увеличением концентрации внедренных атомов в металле.

Выбор напряженности магнитного поля обусловлен получением максимальной магнитострикции. На рис. 2 показана закономерность изменения магнитострикции полукристаллического железа от напряженности приложенного магнитного поля. Максимум положительной магнитострикции достигается при напряженности магнитного поля 15 600 А/м, при 42 900 А/м она уменьшается до нуля и максимальная отрицательная магнитострикция возникает в полях 70 000 А/м и более. Исходя из сказанного, магнитное поле 15 600 А/м наиболее эффективно и позволяет упростить конструкцию соленоида, уменьшить затраты электроэнергии на магнитную обработку.

Промышленные испытания магнитного способа упрочнения пильных цепей ПЦУ-30 валочно-пакетирующих машин ЛП-19 были проведены в Боровском леспромхозе производственного объединения Ухта-лес. При магнитной обработке части цепи попеременно помещали в соленоид и выдерживали в магнитном поле по 30 с. Пильные цепи, прошедшие магнитную обработку, использовали для работы через 8 ч и более.

Исследования показали, что пильные цепи, подвергшиеся магнитной обработке, перетачивались после валки 585 м³, в то время как необработанные — после 162,5 м³. Уменьшился износ в шарнирных сочленениях цепи, что привело к уменьшению вытягивания цепи. Долговечность цепи возросла в 3,6 раза. Экономический эффект от применения данного способа упрочнения пильных цепей марки ПЦУ-30 составляет 0,056 р. на 1 м³ заготовленного леса.

Магнитный способ обработки пильных цепей показал хорошие результаты и может быть применен для всех марок пильных цепей.

Поступила 9 октября 1980 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630*812.7

ОЦЕНКА
ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИЗГИБЕ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ю. М. ИВАНОВ, Ю. Ю. СЛАВИК
ЦНИИ строительных конструкций

Данная статья завершает предыдущие опубликованные статьи [2—4]. В ней изложен анализ прочностных показателей древесины, полученных при кратковременных испытаниях, с точки зрения их практического использования, и выяснено влияние скорости нагружения на прочность древесины при изгибе.

Рассмотрим данные, приведенные в работе [5], посвященной испытаниям образцов древесины сосны размером $20 \times 20 \times 300$ мм при влажности 12,5 и 30 % в широком диапазоне скоростей нагружения \bar{w} — от 0,3 до 360 МПа·мин⁻¹. Для сопоставления этих результатов с прямой длительной прочностью древесины по уравнению (1) [2]

$$\lg t = \lg A - \alpha \sigma, \quad (1)$$

(где t — время; $\lg A = 17,1$; α — постоянная величина; σ — напряжение) определим время t неизменного действия $\sigma_{вр}$ путем последовательных приближений из выражения [1]

$$t = \frac{t'_1}{2,3(17,1 - \lg t)}. \quad (2)$$

Здесь $t'_1 = \frac{\sigma_i}{\bar{w}}$.

Нанесенные на график (см. рис. а, б) опытные точки (средние для 14 образцов) показывают отклонение $\sigma_{вр}$ изгиба от прямой (1). Для сравнения на рисунке (з, д) даны результаты испытаний на сжатие вдоль волокон образцов древесины сосны размером $20 \times 20 \times 30$ мм при влажности 15 и 30 % для скоростей нагружения 0,25; 0,625; 1,25; 15; 150 и 300 МПа·мин⁻¹ [5]; эти результаты не показывают отклонений точек от прямой (1).

Отклонение опытных точек при изгибе дает основание применить оценку его достоверности по разнице ординат σ_n точек пересечения с осью ординат двух прямых: 1) луча l с полюсом $\sigma = 0$; $\lg c t = 17,1$ (см. схему на рис. е), проходящего через три точки для малых скоростей нагружения (0,3; 0,75; 1,5 МПа·мин⁻¹); 2) прямой, проведенной через три точки для больших скоростей (18; 180; 360 МПа·мин⁻¹).

Из условия общей дисперсии трех малых выборок с учетом их размахов [8] для обоих случаев определим доверительные интервалы изменения $\sigma_{вр}$

$$a = \pm t_{qN} \frac{S}{\sqrt{N}}. \quad (3)$$

где t_{qN} — критерий Стьюдента для доверительной вероятности q и числа образцов N ;
 S — среднее квадратичное отклонение суммарной выборки;

$$S = \frac{R_{ср}}{a_n \left(1 - Z \frac{\gamma_n}{\sqrt{m'}} \right)}. \quad (4)$$

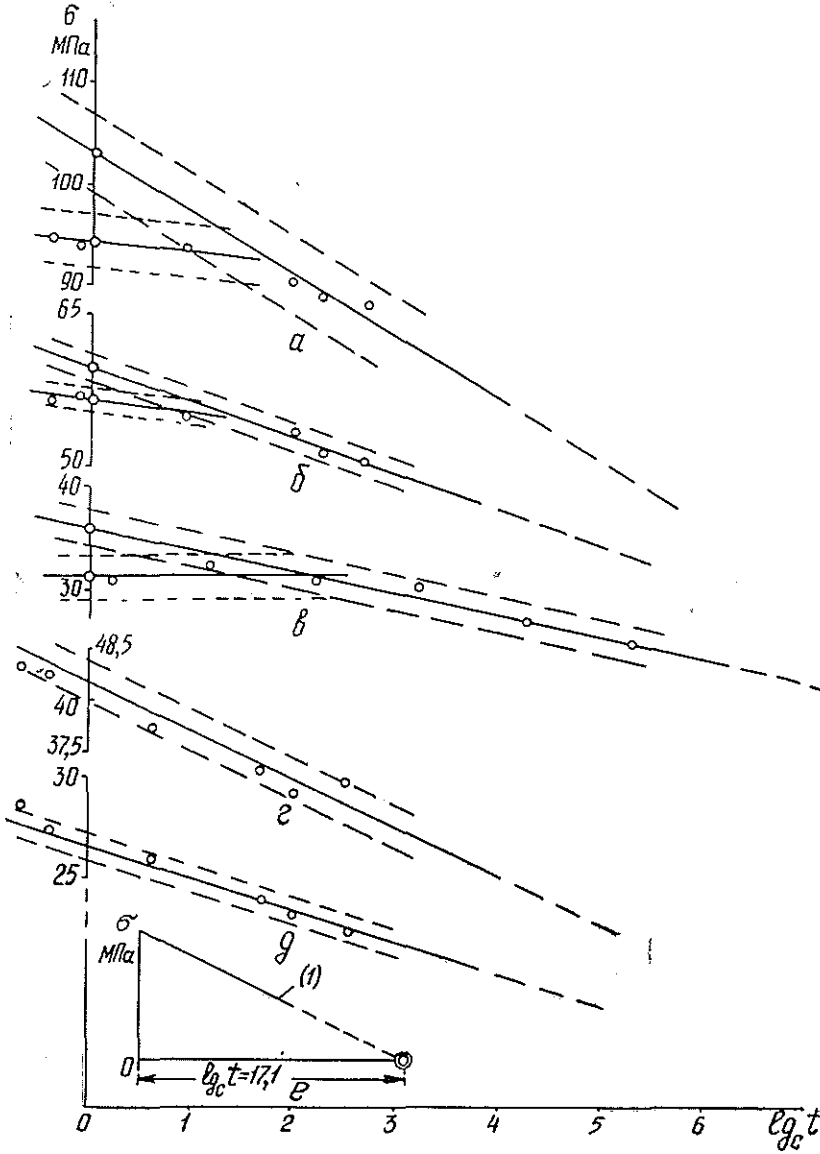


График длительной прочности образцов древесины.

a — опытные точки для $\sigma_{вр}$ изгиба стандартных образцов древесины сосны воздушносухой [5]; *б* — то же при повышенной влажности [5]; *в* — крупные образцы древесины тсуги воздушносухой [9]; *г* — то же для $\sigma_{вр}$ сжатия вдоль волокон стандартных образцов древесины сосны воздушносухой [5]; *д* — то же при повышенной влажности [5]; *e* — схема графика длительной прочности древесины в виде прямой в координатах $\sigma - \lg t$ (t — время неизменного действия σ , с).

Здесь $R_{ср}$ — средний размах трех выборок;

m' — число выборок ($m' = 3$) с количеством образцов n в каждой;

α_n ; γ_n ; z — табличные величины.

Достоверность разницы при заданной доверительной вероятности найдем по формуле

$$t_q = \frac{|\sigma'_0 - \sigma''_0|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \geq t_{табл.} \quad (5)$$

где σ'_0 и σ''_0 — значения $\sigma_{вр}$ при $\lg t = 0$ для сравниваемых групп точек;
 m_1 и m_2 — ошибки средних арифметических значений σ'_0 и σ''_0 .

Экспериментальные и статистические данные приведены в таблице, из данных которой следует, что для изгиба стандартных образцов (см. рис. а, б) проверка достоверности отклонений опытных точек от прямой (1) дает положительные результаты: при доверительной вероятности 0,95 достоверность разницы соответственно равна 3,8 и 4,96, что больше табличного значения критерия 1,96. Величина отклонения для воздушносухой древесины составляет примерно 10 %, для древесины повышенной влажности ~ 7 %. При сжатии вдоль волокон стандартных образцов (см. рис. г, д) практически все точки укладываются в доверительные интервалы $\sigma_{вр}$, которые для воздушносухой древесины равны $\pm 2,1$ %, для древесины повышенной влажности $\pm 2,04$ %.

Сопоставим данные, приведенные на рисунке (а, б), с результатами испытаний на изгиб ступенчатой нагрузкой (средние скорости нагружения около $2,5 \cdot 10^{-5}$; $2,7 \cdot 10^{-4}$; $3 \cdot 10^{-3}$; $3,1 \cdot 10^{-2}$; $3,2 \cdot 10^{-1}$ и

Вид испытаний, образцы и характеристика древесины	Число образцов n	$\sigma_{вр}$	$\lg_c t$	Значения статистических параметров при группировании точек, МПа					Достоверность разницы между σ'_0 и σ''_0 *
				σ_0	$R_{ср}$	s	m	$\pm a$	
Изгиб [5], стандартные образцы, древесина сосны воздушносухая	14	88,21	2,67	103,2	29,20	12,87	1,98	3,89	$t_{0,05} = 3,80 > 1,96$
	14	89,14	2,26						
	14	90,74	1,97						
	14	93,84	0,92	94,2	20,57	9,12	1,39	2,73	
	14	94,09	-0,10						
	14	94,51	-0,39						
Изгиб [5], стандартные образцы, древесина сосны повышенной влажности	14	50,49	2,67	60,5	10,20	4,02	0,62	1,21	$t_{0,05} = 4,26 > 1,96$
	14	51,27	2,26						
	14	53,20	1,97						
	14	55,10	0,92	56,7	10,60	4,17	0,64	1,26	
	14	56,75	-0,10						
	14	56,61	-0,39						
Изгиб [9], крупные образцы, древесина тсуги марки № 2 воздушносухая	30	24,82	5,34	36,0	36,55	12,02	1,09	1,80	$t_{0,10} = 2,65 > 1,64$
	45	26,84	4,30						
	45	30,24	3,25						
	60	30,64	2,24	31,2	56,24	18,49	1,44	2,36	
	45	32,05	1,22						
	60	30,56	0,24						
Сжатие вдоль волокон [5], стандартные образцы, древесина сосны воздушносухая	12	36,11	2,55	41,0	6,30	2,65	0,44	0,87	
	12	35,50	2,01						
	12	36,60	1,71						
	12	38,60	0,63						
	12	41,27	-0,37						
	12	41,64	-0,67						
Сжатие вдоль волокон [5], стандартные образцы, древесина сосны повышенной влажности	10	22,28	2,55	26,5	3,33	1,51	0,28	0,54	
	10	23,13	2,01						
	10	23,80	1,71						
	10	25,84	0,63						
	10	27,25	-0,37						
	10	28,70	-0,67						

* σ'_0 — для группы точек при малых и σ''_0 — при больших скоростях нагружения.

3,06 МПа·мин⁻¹) образцов крупного размера (сечением 50×152 мм, пролетом 3,66 м), проведенных в Канаде Б. Мэдсенем [9]; ранее эти данные сопоставлены [4] с прямой (1). Образцы — рядовой пиломатериал тсуги (пихты гемлок) марки 2 (сучки на пласти размером 1/3, 2, наклон волокон 1/8 [10]), специальному отбору их не подвергали. Опытные точки в этих испытаниях для больших скоростей нагружения также отклоняются от прямой (1). По данным работы [9] определим достоверность разницы ординат σ_0 (см. рис. в) точек пересечения таких же двух прямых, как на рисунке (а, б), с осью ординат; подсчеты (см. табл.) показывают достоверное отклонение опытных точек от прямой (1), равное примерно 15 %: при доверительной вероятности 0,90 достоверность разницы составляет 2,65, что превышает табличное значение критерия, равное 1,64 [8].

Следовательно, установлено закономерное снижение временного сопротивления древесины изгибу, происходящее при увеличении скорости нагружения сверх некоторой величины, что является полной противоположностью обычному поведению материалов, повышающих свое сопротивление изгибу при возрастании скорости испытания. Этот парадокс является следствием какой-то коренной особенности неоднородного напряженного состояния древесины при изгибе. Обратим внимание на его характерные черты: а) отсутствие при сжатии вдоль волокон (см. рис. г, д), в отличие от изгиба, отклонений от прямой (1); подобные отклонения не отмечаются и при сдвиге трубчатых образцов [4]; б) уменьшение величины отклонений при изгибе древесины повышенной влажности (см. рис. б); в) тенденция к повышению отклонений с увеличением высоты поперечного сечения образца (см. рис. в).

Перед разрушением изгибаемого элемента крайние сжатые волокна древесины находятся некоторое время в нелинейной области деформирования, характеризующейся развитием вынужденных высокоэластических (ввэл) деформаций, скорость которых экспоненциально зависит от величины напряжения [6]. Упругое ядро на остальной части сечения замедляет развитие ввэл деформаций, и происходит релаксация действующего напряжения. При отмеченном в опытах повышении скорости нагружения релаксация не успевает развиться и не снижает действующего в крайних сжатых волокнах напряжения, тогда как время до разрушения, а, следовательно, и условное $\sigma_{вр}$ уменьшаются. Снижение $\sigma_{вр}$ зависит, очевидно, от соотношения скоростей ввэл деформации и деформации крайних сжатых волокон:

С повышением влажности скорость ввэл деформаций сильно растет и эффект снижения $\sigma_{вр}$ может проявиться лишь при более высоких скоростях нагружения, что влечет за собой уменьшение отклонения опытных точек от прямой (1) по сравнению с воздушносухой древесиной при той же скорости. При сжатии имеем равномерное распределение напряжений, при котором условия для образования нелинейной области деформирования, равно как и указанных отклонений, отсутствуют. Величина срезки эпюры напряжений за счет релаксации в крайних сжатых волокнах растет пропорционально h^2 , и увеличение высоты h сечения не может не влиять на релаксацию напряжений, вызывая возрастающее снижение условного $\sigma_{вр}$ (определяемого трегольной эпюрой).

Теоретическое распределение действительных напряжений при изгибе древесины может быть, по-видимому, получено из решения задачи нелинейной ползучести со следующими дополнительными условиями, которые необходимо ввести, например, в условия задачи изгиба

при кусочно-линейном деформировании, рассмотренной А. Р. Ржаницыным [7]: а) несимметричная задача (нелинейная ползучесть в крайних сжатых волокнах); б) граница области нелинейного деформирования (предел вынужденной высокоэластичности) меняется во времени; в) скорость ввел деформаций находится в экспоненциальной зависимости от величины действующего напряжения, а при постоянном напряжении постоянна.

Из всего изложенного напрашивается вывод о том, что обнаруженный при скоростных испытаниях эффект снижения $\sigma_{вр}$ при изгибе древесины имеет кинетический характер, т. е. исчезает под длительной нагрузкой, а также при достаточно медленном нагружении. Если стандартные образцы древесины испытывать на изгиб со скоростью $1,5 \text{ МПа}\cdot\text{мин}^{-1}$ (например для древесины сосны — в течение не менее часа), то указанный эффект не проявляется. Поскольку расчетное сопротивление R_n изгибу в деревянных конструкциях назначено исходя из среднего значения $\sigma_{вр}$ для стандартной скорости нагружения $210 \text{ МПа}\cdot\text{мин}^{-1}$ ($\lg t = -0,15$), которое, как мы видели (см. рис. а, б), занижено, то, если сопротивление древесины экстраполировать на срок службы конструкций с относительным снижением прочности согласно прямой (1), получится, очевидно, заниженная величина R_n против действительной прочности древесины. Как показано выше, это занижение R_n для воздушносухой древесины составляет примерно 10 %. Поэтому расчетное сопротивление изгибу R_n может быть на такую же величину повышено.

В связи с изложенным выскажем также гипотезу о том, что вводимое при расчетах клееных балок понижение расчетной несущей способности с высотой их сечения также должно иметь кинетическую природу, т. е. исчезать под длительной нагрузкой, поскольку происхождение этого понижения связано с испытаниями балок натуральной величины практически только кратковременной нагрузкой. При теоретическом или экспериментальном подтверждении этой гипотезы появится возможность дальнейшего значительного уменьшения материалоемкости деревянных изгибаемых элементов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Журков С. Н., Томашевский Э. Е. — В кн.: Некоторые проблемы прочности твердых тел. М.—Л.: Изд. АН СССР, 1959, с. 68—75. [2]. Иванов Ю. М. Длительная прочность древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн, 1972, № 4, с. 76—82. [3]. Иванов Ю. М. Влияние влажности на длительную прочность древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 90—97. [4]. Иванов Ю. М. О длительной прочности древесины по результатам испытаний образцов крупного размера. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1, с. 77—88. [5]. Любошиц М. И. Влияние скорости испытания на предел пластического течения древесины сосны: Дис. ... канд. техн. наук.—Минск, 1950. [6]. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. — М.: Стройиздат, 1980. [7]. Ржаницын А. Р. Теория ползучести. — М.: Стройиздат, 1968, с. 258—264. [8]. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики. — М.: Изд. физ.-мат. лит., 1965, с. 239. [9]. Madsen B. Duration of load tests for dry lumber in bending. — Forest Products Journal, 1975, v. 25, N. 5. [10]. National lumber grades authority. Standard grading rules for canadian lumber. — Vancouver, Canada. Effective January, 1, 1977, N 2, p. 68.

Поступила 24 апреля 1980 г.

УДК 674.05:621.9

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

А. В. МОИСЕЕВ, В. А. СТОЛЯР

Белорусский технологический институт

К наиболее часто применяемым способам определения затупления лезвия режущих инструментов можно отнести следующие: оптический метод измерения ширины лезвия (метод Д. М. Калининна); метод светового сечения с применением микроскопа МИС-11; метод снятия профилограмм с помощью шуповых приборов; метод слепков; способ непосредственного наблюдения профиля лезвия, предложенный В. С. Рыбалко; методы отпечатков и царапания, предложенные К. И. Демьяновским*. Каждый из перечисленных методов имеет определенные преимущества и недостатки.

Нами предложен метод, позволяющий с высокой точностью выявить микрогеометрию главной режущей кромки, получать профиль поперечного сечения (ППС) реза.

Для реализации метода можно использовать металлографические микроскопы типа МИМ, на которых имеется микрометрический винт, позволяющий измерять вертикальное перемещение объектива с точностью 1—5 мкм. Микроскоп необходимо оснащать короткофокусными объективами, глубина резкости которых составляет также 1—5 мкм.

Идея метода (назовем его методом координатных сеток — МКС) заключается в следующем (рис. 1). Если на фокусном расстоянии F от объектива I микроскопа поместить тело 2 с поверхностью, расположенной наклонно по отношению к оптической оси объектива, то при небольшой глубине резкости объектива наблюдаются две отчетливые параллельные полоски на поверхности тела. Эти полоски — границы поля резкости — расположены друг к другу тем ближе, чем меньше глубина резкости объектива.

Применение объективов с наименьшей глубиной резкости позволяет приблизить границы поля резкости к его центру и принять их за одну линию, а значит увеличить точность определения центра поля резкости. Если объектив I при глубине резкости σ наведен на резкость на точку A на поверхности тела 2 , то границы поля резкости находятся на расстоянии $\sigma/2$ вдоль оптической оси объектива по обе стороны от точки A , а на наклонной поверхности тела эти границы соответствуют линиям, проходящим через точки B и Γ ; эти линии мы и наблюдаем в окуляр микроскопа.

Изменение расстояния от объектива до точки A наблюдается в окуляре микроскопа как перемещение границ поля резкости в направлении, перпендикулярном оптической оси объектива. Поскольку фокусное расстояние F объектива неизменно, то при приближении (или удалении) объектива к телу на расстоянии a центр поля резкости (точка A) сместится по наклонной поверхности и займет положение A' , находящееся на расстоянии a от точки A в направлении оптической оси объектива. Соответствующим образом переместятся и границы поля резкости, точки B и Γ займут положение B' и Γ' .

Перемещение точек A , B и Γ на величину a вдоль оптической оси соответствует их перемещению на величину b в направлении, перпендикулярном оптической оси, которое можно наблюдать в окуляре микроскопа и измерять по шкале окуляр — микрометр. При определенной величине a значение b зависит от степени наклона поверхности тела 2 к оптической оси объектива I .

Следовательно, задаваясь определенными расстояниями от объектива до тела, можно измерить координаты любых точек поверхности тела, независимо от того, плоская эта поверхность или криволинейная. Имея координаты точек поверхности тела 2 , можно легко построить профиль этой поверхности в координатной сетке.

* Демьяновский К. И. Износостойкость инструмента для фрезерования древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1968.

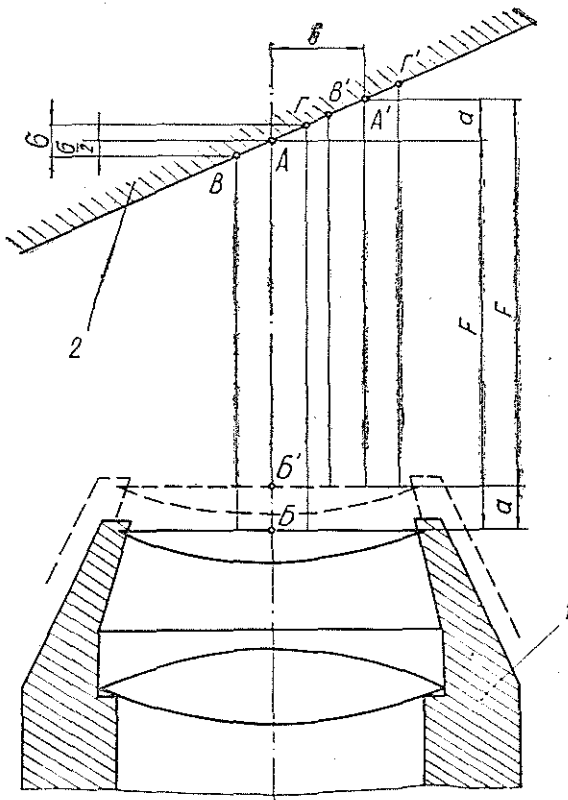


Рис. 1. Схема, поясняющая сущность метода координатных сеток.

1 — объектив микроскопа; 2 — тело с наклонной поверхностью.

Известно, что резец имеет три поверхности: две наклонные (переднюю и заднюю) и лезвие, которое их соединяет. Если вместо тела с наклонной поверхностью перед объективом микроскопа поместить резец, то по описанному выше методу можно измерить координаты точек ППС и построить его в координатной сетке.

Путем наложения таких профилей, полученных после определенных этапов наработки пути резания, можно определить количествен-

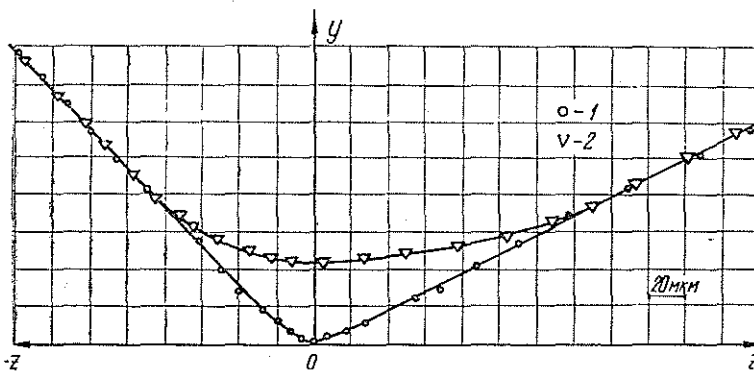


Рис. 2. Осредненные профили поперечного сечения резца, полученные методом координатных сеток.

1 — для острого резца; 2 — для тупого резца (после прохождения пути резания 210 км).

ные параметры износа: изменение переднего угла, линейное укорочение, износ по передней грани, фаску по задней грани, радиус округления, площадь износа. Этот метод позволяет также судить о характере износа.

Метод координатных сеток применен нами при исследовании износоустойчивости поликристаллических сверхтвердых материалов на основе нитрида бора при обработке кромки древесностружечной плиты.

На рис. 2 в качестве примера показаны наложенные ППС резца из сверхтвердого материала Гексанит-Р, которые являются не фактическими, а осредненными, рассчитанными по координатам точек ППС резца в семи различных сечениях по длине лезвия.

Возможность получения осредненного с математической точки зрения ППС резца — одно из преимуществ МКС. Как известно, кривые затупления различны в разных сечениях резца. А имея численные значения профиля в разных сечениях резца в виде численных значений координат точек профиля, можно подсчитать средние координаты точек и наряду с фактическим профилем в любом сечении получить средний профиль для всего резца.

Поступила 30 октября 1979 г.

УДК 684.5.001.24

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕБЕЛЬНЫХ ЩИТОВ

В. Г. ПОКРОВСКИЙ, В. М. ГЛЕЙЗЕР, Ю. С. ДРИЧИК,
О. А. ЛЮТЫИ

Львовский лесотехнический институт
Ужгородский механический завод

Изучение технологии производства специализированных мебельных щитов с пенополиуретановым наполнителем показало, что одна из причин, препятствующих изготовлению высококачественных изделий, — несовершенство управления процессом дозирования компонентов смесеобразования вследствие того, что рецептуры реакционных смесей варьируют в зависимости от принятой схемы реакции, характерных показателей компонентов, технологических особенностей изготовления изделий.

Так, для распространенного заливочного пенополиуретана марки ППУ-ЗС (самозатухающий) массу составляющих полиэфирно-активаторной смеси (ПАС) выбирали в соответствии с рецептурой, приведенной в таблице.

Компонент	Обозначение	Масса компонента, мас. ч.
Полиэфир П-3	a_1	100,0
Катализатор (диметилбензиламин)	a_2	1,25
Эмульгатор (ОП-7, ОП-10)	a_3	1,5
Антипирен (трихлорэтилфосфит)	a_4	40,0
Вода дистиллированная	a_5	1,7

Массу изоцианата диуретандиэтиленгликоля (ДУДЭГ) рассчитывали по формуле

$$\alpha_6 = \frac{1,2}{\text{NCO}} [247\text{OH} + 466(\omega + a_5)] \text{ мас. ч.}, \quad (1)$$

где NCO — содержание изоцианатных групп в продукте ДУДЭГ, %; численно равно количеству массовых частей изоцианатных групп в 100 мас. ч. ДУДЭГ;

OH — содержание гидроксильных групп в полиэфире, %; численно равно количеству массовых частей гидроксильных групп в 100 мас. ч. полиэфира;

ω — влажность полиэфира, %; количественно равна числу массовых частей воды в 100 мас. ч. полиэфира;

a_5 — число массовых частей воды, добавляемых к 100 мас. ч. полиэфира согласно рецептуре.

Поскольку используемое в производстве сырье — ПАС и изоцианат ДУДЭГ — характеризуется значительным разбросом значений OH, ω , NCO от партии к партии, то при подготовке заливочных композиций оператору приходится часто перенастраивать дозирующие насосы подачи ПАС и ДУДЭГ, рассчитывая скорости их вращения с учетом формулы (1). На практике это часто приводит к ошибкам дозирования и, следовательно, к производственному браку.

В данной работе предложен метод графического расчета частот вращения дозирующих насосов ПАС и ДУДЭГ с помощью номограммы, отличающийся простотой построения и достаточной точностью.

Для построения номограммы используем формулу (1) и следующие соотношения:

$$n_1 = \frac{N_1}{q_1}; \quad (2)$$

$$n_2 = \frac{N_2}{q_2}, \quad (3)$$

где n_1 — частота вращения дозирующего насоса ПАС, 1/с;

n_2 — частота вращения дозирующего насоса ДУДЭГ, 1/с;

N_1 — производительность дозирующего насоса ПАС, кг/с;

N_2 — производительность дозирующего насоса ДУДЭГ, кг/с;

q_1 — массовая подача насоса ПАС за 1 оборот, кг;

q_2 — массовая подача насоса ДУДЭГ за 1 оборот, кг.

При заданной производительности N заливочной машины по пенополиуретану и с учетом соотношения $N = N_1 + N_2$ можно определить производительность дозирующих насосов

$$N_1 = \frac{N}{1 + \alpha}; \quad (4)$$

$$N_2 = \alpha \frac{N}{1 + \alpha}. \quad (5)$$

Здесь
$$\alpha = \frac{N_2}{N_1} = \frac{a_6}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5} = \frac{a_6}{\sum_{i=1}^5 a_i}.$$

Частоту вращения дозирующих насосов можно выразить в виде

$$n_1 = \frac{N}{1 + \frac{a_6}{\sum_{i=1}^5 a_i}} \cdot \frac{1}{q_1}; \quad (6)$$

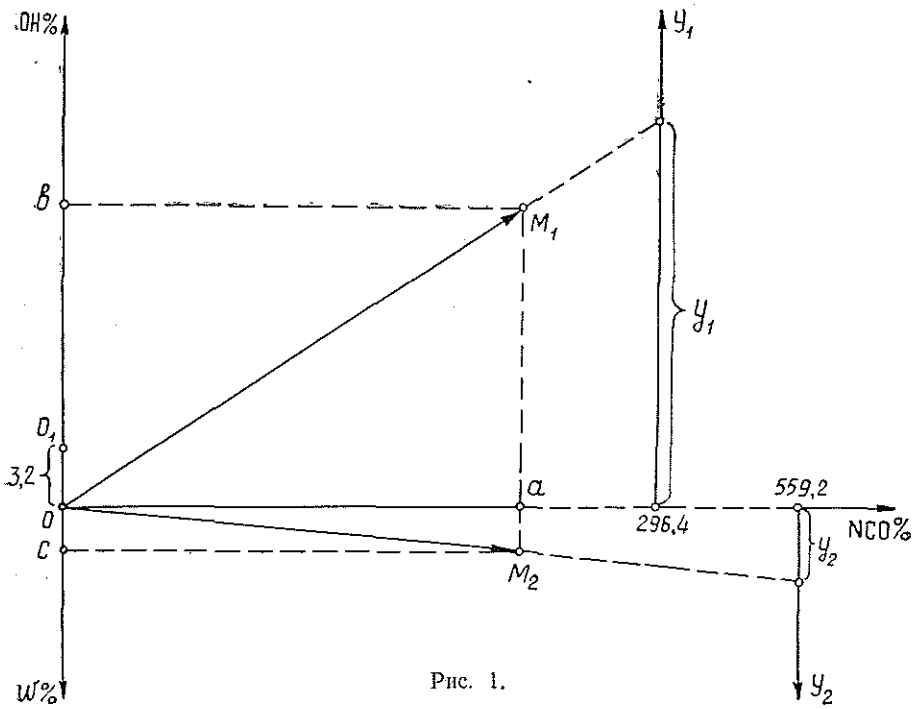


Рис. 1.

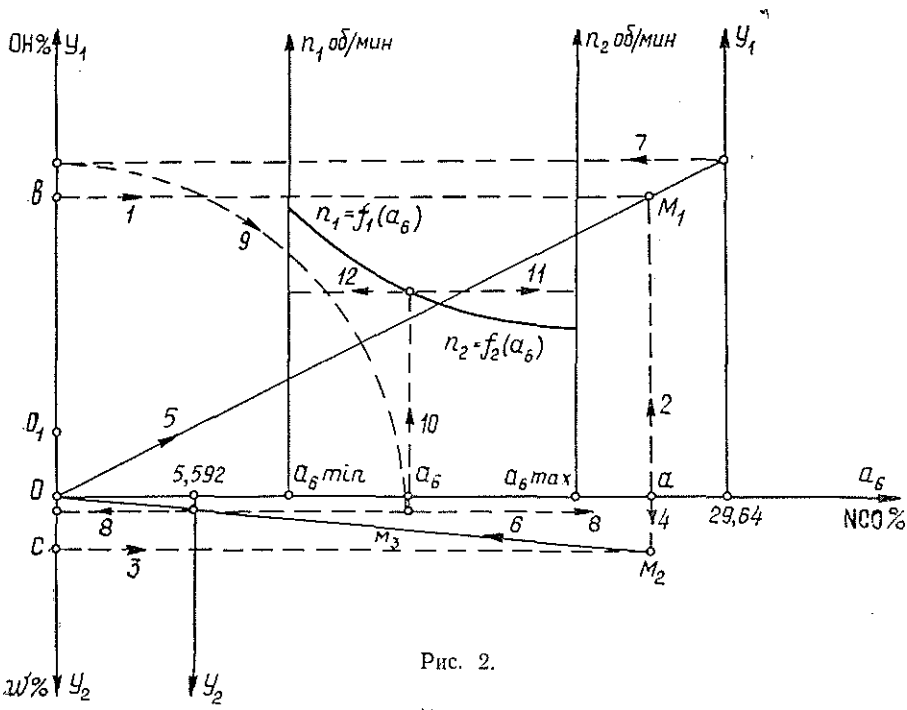


Рис. 2.

$$n_2 = \frac{N}{1 + \frac{a_6}{\sum_{i=1}^5 a_i}} \cdot \frac{a_6}{\sum_{i=1}^5 a_i} \cdot \frac{1}{q_3} \quad (7)$$

Подставив значение a_5 в формулу (1), приведем ее к виду

$$a_6 = y_1 + y_2 = \frac{296,4 (\text{ОН} + 3,2)}{\text{NCO}} + \frac{559,2\omega}{\text{NCO}}, \quad (8)$$

откуда можно получить соотношения

$$\frac{296,4}{\text{NCO}} = \frac{y_1}{\text{ОН} + 3,2}; \quad (9)$$

$$\frac{559,2}{\text{NCO}} = \frac{y_2}{\omega}. \quad (10)$$

Значения NCO, ОН и ω откладываем в системе координат, построенной следующим образом (рис. 1): оси ОН и ω направлены по вертикали в противоположные стороны, начало отсчета ОН (точка O_1) смещено от начала координат (NCO, ω) на 3,2 единицы. Следовательно, ордината любой точки в координатах (NCO, ОН) будет иметь значение ОН + 3,2. На расстоянии 296,4 и 559,2 ед. от начала координат по оси NCO построены дополнительные оси ординат Y_1 и Y_2 .

В качестве примера использования диаграммы рассчитаем значения a_6 для следующих характеристик сырья: NCO = a , ОН = b , $\omega = c$. Каждой паре значений (a, b) и (a, c) в плоскости координат соответствуют точки M_1 и M_2 . Векторы, выходящие из начала координат (точка O) и проходящие через эти точки, отсекают на осях ординат Y_1 и Y_2 отрезки с соответствующими значениями y_1 и y_2 , которым удовлетворяют уравнения (9) и (10). Таким образом, графически значение a_6 находим как сумму ординат y_1 и y_2 .

Если размеры номограммы получаются большими, то можно искусственно изменить масштабы осей и номограмму привести к виду, удобному для пользования.

Приведем соотношения (9) и (10) к следующему виду:

$$\frac{29,64}{\text{NCO}} = \frac{y_1 \cdot \frac{1}{10}}{\text{ОН} + 3,2}; \quad (11)$$

$$\frac{5,592}{\text{NCO}} = \frac{y_2 \cdot \frac{1}{100}}{\omega}. \quad (12)$$

Графически эти преобразования выразятся в том, что оси Y_1 и Y_2 переносим в точки, находящиеся соответственно на расстоянии 29,64 и 5,592 ед. от начала координат по оси NCO. Масштабы этих осей уменьшаются соответственно в 10 и 100 раз.

Следующий этап заключается в том, что по найденному значению a_6 определяют частоты вращения дозирующих насосов n_1 и n_2 . Для этого на ЭЦВМ по формулам (6) и (7) предварительно высчитывают значения n_1 и n_2 для диапазона $a_{\min} \rightarrow a_{\max}$ и строят графики зависимостей $n_1 = f_1(a_6)$ и $n_2 = f_2(a_6)$. Ось a_6 должна иметь тот же масштаб, что и оси Y_1 и Y_2 . Значения $y_1 + y_2$ откладываем на оси a_6 , по найденному значению a_6 определяем n_1 и n_2 .

Для удобства ось Y_1 может быть совмещена с осью ОН, ось Y_2 — с осью ω , ось a_6 — с осью NCO, причем масштаб оси a_6 в 10 раз меньше масштаба оси NCO. Оси Y_1 и Y_2 могут быть безразмерными. Оси значений частот вращения дозирующих насосов n_1 и n_2 размещены на границах диапазона $a_{\min} \rightarrow a_{\max}$ (рис. 2).

Искомые величины определяем в следующем порядке (рис. 2).

1. Для заданных значений NCO, ОН и ω находим точки M_1 и M_2 (построения 1—4).
2. Определяем y_1 и y_2 (построения 5—8).
3. Значение a_6 находим, откладывая величины $y_1 + y_2$ на оси a_6 при помощи линейки и циркуля (построения 9, 10).
4. По точке пересечения перпендикуляра из точки M_3 с графиком $n_1 = f_1(a_6)$ или $n_2 = f_2(a_6)$ определяем значения частот вращения дозирующих насосов n_1 и n_2 (построения 10—12).

Предлагаемый метод, испытанный на производственном участке заливки специализированных мебельных щитов, показал высокую

эффективность; при этом время расчетов и количество ошибок значительно сокращаются, что минимизирует выход бракованных изделий. Этот метод может найти применение во всех производствах, использующих заливочные пенополиуретаны:

Поступила 10 апреля 1980 г.

УДК 674.059 : 621.926.013.3

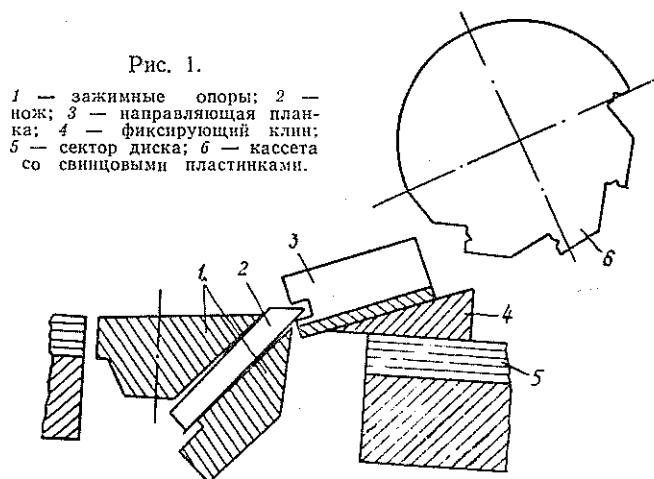
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАТУПЛЕНИЯ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ МАШИН МРГ-20

В. Н. ЩЕРБАНЬ

Ленинградская лесотехническая академия

Изучением износа и затупления ножей рубильных машин занимаются как в нашей стране, так и за рубежом [2, 3]. Всесторонние исследования в этой области проводятся также на кафедре станков и инструментов ЛТА.

Нами проведены исследования в заводских условиях на рубильных машинах МРГ-20, установленных в конце основного технологического потока. В ходе эксперимента измельчали кусковые отходы лесопиления: сосну влажностью 50—60 %. Для эксперимента брали ножи из стали марки 55Х7ВСМФ по ГОСТу 17342—71 и ножи из стали Р18 по ГОСТу 9373—60.



Постоянные факторы: величина выставки ножей на диске, твердость режущей кромки, время непрерывной работы ножа; переменные: углы заточки $29^{\circ}30'$ — $31^{\circ}30'$ и $33^{\circ}30'$ — $35^{\circ}30'$, материал стали режущего инструмента. Углы заточки выбраны с учетом рекомендаций, приведенных в работе [4]. За основной критерий затупления принят радиус режущей кромки r , мкм. Радиус затупления измеряли по известной методике [3, 4]. Схема снятия слепков приведена на рис. 1. Замер делали на каждом четвертом ноже после непрерывной работы машины. Длительность времени рубки определяли хронометрированием момента контакта древесины с ножами по звуковому ориентиру. Но фактическая продолжительность времени работы ножа $T_{р,ф}$ отличается от продолжительности времени рубки T_r , так как присутствует время пауз T_n , а также ошибка в измерении по хронометру.

$$T_{p,\phi} = T_p - T_n; \quad (1)$$

T_n определяем по известной формуле из работы [1]

$$T_n = T_p \left(\frac{1}{K_n} - 1 \right), \quad (2)$$

где K_n — коэффициент подачи; для машин данного класса его принимаем равным 0,1 при $n = 670$ об/мин;

$$T_p = 60 \text{ мин.}$$

Из формулы (2) получим: $T_{p,\phi} = 54$ мин.

Воспользуемся формулой

$$T_p = \frac{60L}{K_L n z l_{\text{щ}}}. \quad (3)$$

Здесь T_p — продолжительность времени рубки одного куска отходов длиной l ;

K_L — коэффициент, учитывающий неравномерность длины щепы;

z — число ножей;

$l_{\text{щ}}$ — длина щепы.

Если принять $T_p = T_{p,\phi}$, то можно предположить, что L — количество метров, перерабатываемых одним ножом.

Из формулы (3) имеем

$$L = \frac{K_L T_{p,\phi} n z l_{\text{щ}}}{60} \text{ м}; \quad (4)$$

принимая для машин МРГ-20 $K_L = 0,93$; $n = 670$ об/мин; $z = 12$; $l_{\text{щ}} = 18$ мм и решая уравнение (4), получим $L = 120$ м/ч для одного ножа. Считаем, что такая производительность сохранялась во время всех опытов.

Данные экспериментов обрабатывали методами математической статистики. Графики дают наглядную картину процесса затупления.

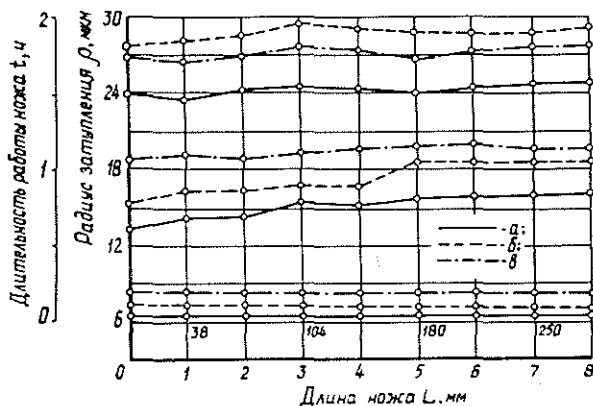


Рис. 2.

a — график функции $\rho = f(l)$ по длине лезвия ножа из стали марки 55Х7ВСМФ по ГОСТу 17342—71 при углах заточки $29^\circ 30' - 31^\circ 30'$; b — то же при углах заточки $33^\circ 30' - 35^\circ 30'$; v — график функции $\rho = f(l)$ по длине лезвия ножа из стали марки Р18 по ГОСТу 9373—60 при углах заточки $29^\circ 30' - 31^\circ 30'$. 38, 104, 180, 250 — номера точек замера ρ по длине ножа.

На рис. 2 приведены кривые, показывающие динамику затупления режущей кромки по длине лезвия в зависимости от длительности времени работы ножа. Кривые a дают динамику затупления режущей кромки ножа из стали 55Х7ВСМФ при углах заточки $\beta = 29^\circ 30' - 31^\circ 30'$. Здесь характерно следующее: затупление по длине ножа неравномерно; величина ρ в периферийной части ножа значительно больше, чем в зоне, лежащей ближе к центру диска. Затем к моменту начала моно-

тонного износа (второй час работы) величина затупления выравнивается по длине кромки, но при дальнейшей работе опять приобретает неравномерный характер. При затуплении режущей кромки нож из стали P18 (кривые *в*) для угла заточки $\beta = 29^\circ 30' - 31^\circ 30'$ наблюдается та же картина, но величина ρ несколько больше. Для угла заточки $\beta = 33^\circ 30' - 35^\circ 30'$ ножей из стали 55X7BСМФ (кривые *б*) динамика затупления сохраняется, но ρ также больше, чем при $\beta = 29^\circ 30' - 33^\circ 30'$.

На основании этих наблюдений можно сделать вывод, что режущая кромка ножей у данного типа машин работает в неравномерном режиме нагружения. Эффект выравнивания величины ρ по длине лезвия к моменту начала монотонного износа подтверждает гипотезу о затачивании древесиной резца после начального периода работы за счет перемещения режущей кромки от передней грани к задней. Далее резец начинает терять свою режущую способность. К этому моменту эффект затягивания древесины уменьшается: ножи начинают отбивать сортимент.

Ножи затупляются в значительной мере вследствие механического истирания их рабочих поверхностей в процессе взаимодействия с обрабатываемым материалом. Объем материала, удаляемого с ножа при износе, определяется режимами резания. При одних и тех же условиях резания этот объем материала приблизительно одинаков для ножей с различными углами заострения, но сравнимыми характеристиками материала. Значит, при одинаковых условиях работы затупление ножей с меньшими углами заострения происходит менее интенсивно, чем с большими углами заострения.

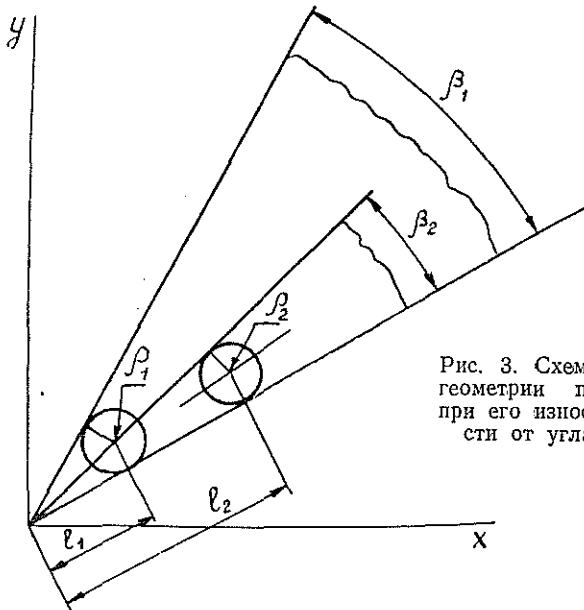


Рис. 3. Схема изменения геометрии профиля ножа при его износе в зависимости от угла заострения

Это подтверждается следующими рассуждениями. Обратимся к схеме (рис. 3). Пусть $\beta_1 = 2\beta_2$, тогда при $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ имеем $l_2 = 2l_1$. Площадь износа ножа с большим углом заострения

$$S_1 = \rho l_1 - \frac{\pi \rho_1^2}{4} = \rho l_1 - \frac{\pi \rho_1^2}{4}. \quad (5)$$

Площадь износа ножа с меньшим углом заострения

$$S_2 = \rho_2 l_2 - \frac{\pi \rho_2^2}{4} = 2\rho l_1 - \frac{\pi \rho^2}{4}. \quad (6)$$

Вычитая уравнение (5) из выражения (6), получим разницу, равную ρl_1 , т. е. площадь износа ножа с меньшим углом заострения (при одинаковом конечном радиусе затупления) больше площади износа ножа с большим углом заострения на величину ρl_1 . Отсюда следует, что одинаковое затупление наступает позднее при работе ножа с меньшим углом заострения, чем с большим. Эти выводы подтверждаются экспериментально, что видно из сравнения кривых *a* и *b*.

Из графиков следует, что для одних и тех же марок сталей, твердости режущей кромки и условий обработки после 2 ч непрерывной работы (240 м) одинаковое затупление по всей длине лезвия наступает позднее у ножей с углами заточки $33^\circ 30' - 35^\circ 30'$, чем с углами заточки $29^\circ 30' - 31^\circ 30'$.

Таким образом, угол заточки влияет на равномерность и величину затупления режущей кромки рубильных ножей. Затупление ножей из стали Р18 на 5—10 % больше, чем из стали 55Х7ВСМФ. Эффект самозатачивания свойствен для стружек не только малой толщины (0,10—0,15 мм), но и больших размеров (18—20 мм).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Авксентьев М. П. Методы исследования затупления режущего инструмента. — Науч. тр./ ЦНИИМОД, 1969, вып. 24. [2]. Калашников Ю. А. Угол заточки рубильных машин и качество щепы. — Лесн. промсть, 1969, № 12. [3]. Калашников Ю. А. Повышение износостойкости ножей рубильных машин. — Лесн. пром-сть, 1971, № 8. [4]. Хасдан С. Н. Износостойкость дереворежущих ножей из стали новых марок. — Науч.-техн. реф. сб. Механическая обработка древесины, 1962, вып. 6.

Поступила 2 июля 1980 г.

УДК 674.023

ТРЕНИЕ И ДАВЛЕНИЕ НА ЗУБЬЯХ В МОМЕНТ ОТБОЯ-СКОБЛЕНИЯ ПРИ РАМНОМ ПИЛЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

И. Т. ГЛЕБОВ

Уральский лесотехнический институт

Силы отбоя и скобления, возникающие в начальный момент холостого хода пильной рамки, достигают больших значений [3]. Существующие методы подсчета этих сил сложны или не дают точных результатов. Для повышения точности расчетов необходимо знать эпюру давления и значение коэффициента трения по граням резца.

По данным исследований А. Л. Бершадского [1], стружкообразование при резании происходит в зоне постоянного давления. Следовательно, эпюру давления по передней грани резца можно представить в виде прямоугольника.

Пользуясь указанным представлением, опишем взаимодействие сил по задней грани резца в период холостого хода рамной пилы следующим образом.

Пусть зуб рамной пилы в начальный момент холостого хода движется по направлению *V* (рис. 1). Задняя грань зуба подминает под себя слой древесины толщиной *h*. Распределенную нормальную нагрузку, действующую на заднюю грань, заменим сосредоточенной силой

Рис. 1. Схема действия сил на задней грани зуба в момент начала холостого хода рамной пилы.

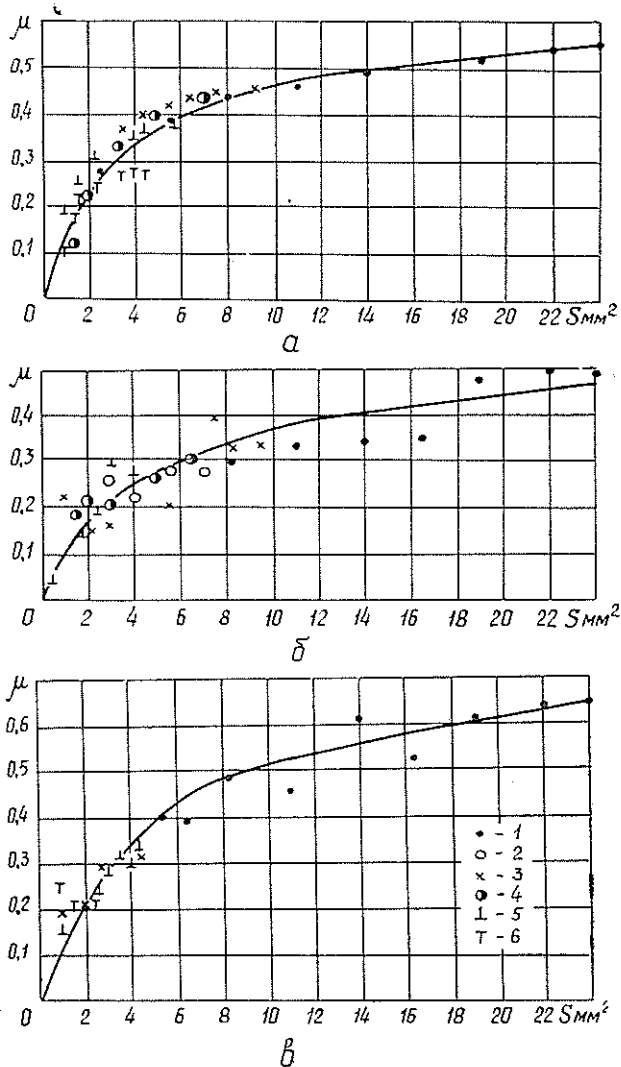
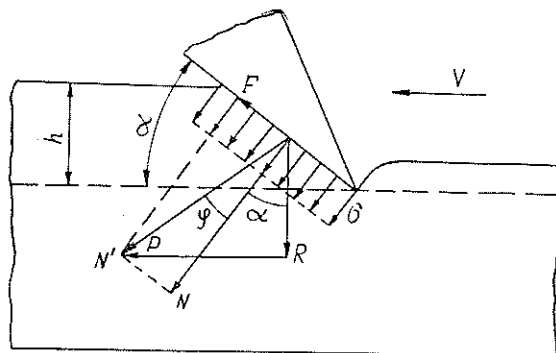


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения μ от площади контакта S задней грани зуба с древесиной.
 а — для сосны влажностью 22 %; б — для сосны влажностью 60 %; в — для березы влажностью 60 %.

$N = \sigma hb / \sin \alpha$. При движении зуба по задней грани действует еще сила трения F . Геометрическая сумма сил N и F дает полную силу $N' = \sigma hb / \sin \alpha \cos \varphi$. Эту силу разложим по горизонтальному и вертикальному направлениям. В результате получим силы скобления P и отбоя R . Как следует из рис. 1, силы P и R можно определить по следующим формулам:

$$P = \sigma hb (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha); \quad (1)$$

$$R = P \operatorname{ctg} (\alpha + \varphi). \quad (2)$$

Здесь σ — удельное давление по задней грани, даПа/мм²;
 b — ширина пропила, мм;

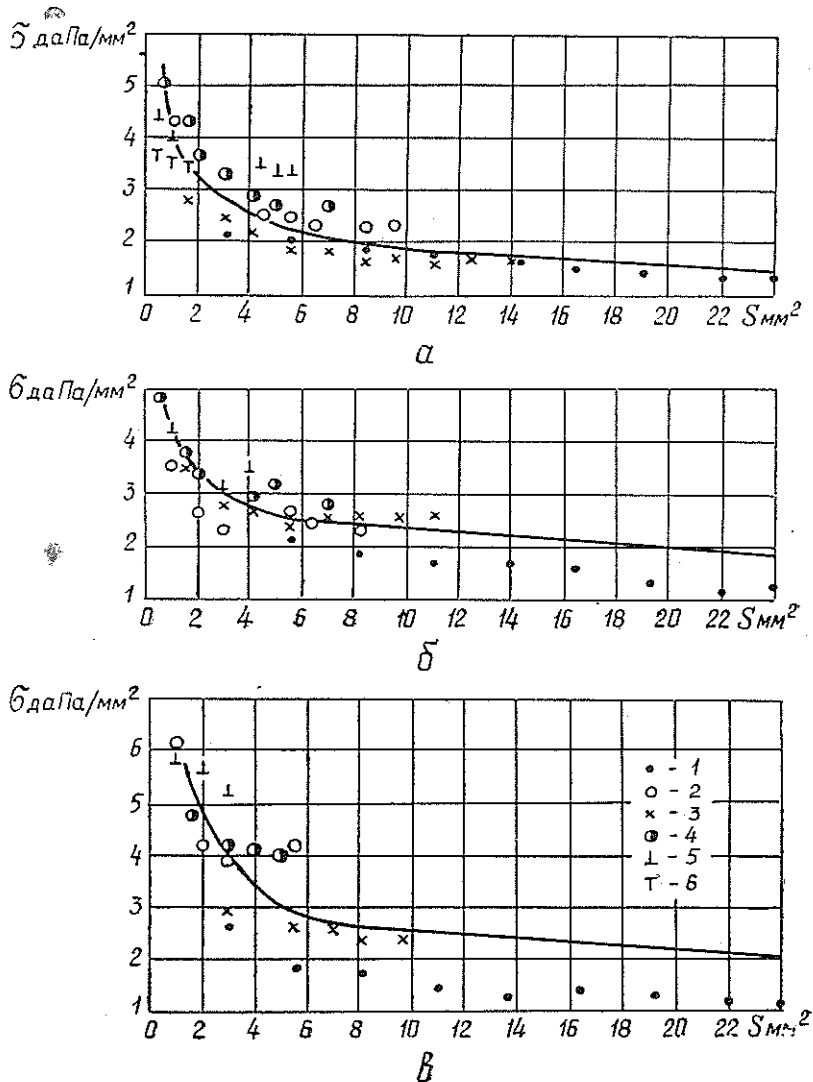


Рис. 3. Зависимость удельного давления σ от площади контакта S задней грани зуба с древесиной.

а — для сосны влажностью 22 %; б — для сосны влажностью 60 %; в — для березы влажностью 60 %.

α — задний угол зуба, рад;
 μ — коэффициент трения;
 φ — угол трения; $\operatorname{tg} \varphi = \mu$.

Для определения μ и σ поставлены опыты на специально экспериментальной установке, имитировавшей процесс отбоя-скобления по схеме на рис. 1. Все опыты по деформированию древесины в пропиле выполнены одним зубом рамной пилы, который с определенным задним углом закреплялся в суппорте, получавшем возвратно-поступательное движение от ходового винта со скоростью 0,7 м/мин. Задний угол реза принимали равным 0,0873; 0,1745; 0,262; 0,349; 0,435 и 0,557 рад. Глубина пропила не превышала 20 мм, поэтому опытный зуб был не плющенным, но имел боковое уширение по 0,0349 рад на каждую сторону, ширина пропила $b = 2,4$ мм.

На современных лесопильных рамах толщина сминаемого слоя изменяется от 0,5 до 8,0 мм. На экспериментальной установке толщина сминаемого слоя h составляла 0,1—1,0 мм. Значение h устанавливали с помощью микрометрического индикатора и изменяли в каждом опыте через 0,1 мм. При движении назад резец задней гранью подминал древесину под себя. Этот момент соответствовал процессу отбоя-скобления при рамном пилении. Двигаясь вперед, резец срезал ранее смятый слой стружки. После этого резец снова устанавливали на нужную толщину сминаемого слоя и опыт повторяли. Силы скобления P и отбоя R измеряли в момент деформирования древесины. Опыты проводили с образцами сосны плотностью 0,47 г/см³ при влажности 22 и 60 % и образцами березы плотностью 0,78 г/см³ при влажности 60 %. Образцы вырезали из сухих досок влажностью 22 %. Часть образцов увлажняли путем погружения их в воду до влажности 60 %.

Резание велось в торец. Опытный образец крепился в державке двухкомпонентного тензометрического динамометра, связанного через усилитель с двумя регистрирующими микроамперметрами. Наблюдение вели визуальное за каждым прибором в отдельности. Показатель точности опытов находился в пределах до 5 %.

По найденным силам P и R из формул (1) и (2) определяли значения удельного давления σ и коэффициента трения μ , которые при дальнейшей обработке были выражены в функции от номинальной площади контакта задней грани зуба с деформированной древесиной.

Результаты приведены на рис. 2, 3.

Опыты показали, что с ростом площади контакта S значение μ увеличивается. Зависимости $\mu(S)$ получены для сухой и сырой древесины сосны и березы и представлены в виде графиков на рис. 2. На графиках нанесены экспериментальные точки, относящиеся к опытам с различными задними углами реза, т. е. с разными значениями номинальной площади контакта зуба с древесиной, и все точки кучно легли вдоль проведенной кривой. Это позволяет думать о том, что при торцовом резании угол встречи волокон с гранями реза не влияет на величину коэффициента трения. Последний зависит главным образом от номинальной площади контакта. Из рис. 2 видно, что с увеличением площади контакта задней грани зуба с древесиной коэффициент трения μ приближается к некоторому предельному значению. Очевидно, при $S = 0$ коэффициент трения μ тоже должен быть равен нулю. При торцовом резании взаимосвязь между коэффициентом трения и площадью контакта задней грани зуба с древесиной можно выразить следующими формулами:

для сосны влажностью 22 %

$$\mu = \frac{0,626S}{S + 3,47}; \quad (3)$$

для сосны влажностью 60 %

$$\mu = \frac{0,555S}{S + 4,55}; \quad (4)$$

для березы влажностью 60 %

$$\mu = \frac{0,770S}{S + 4,92}. \quad (5)$$

Из рис. 3 следует, что с ростом площади контакта задней грани зуба с древесиной удельное давление убывает и стремится к некоторому предельному значению. Зависимость $\sigma(S)$ можно выразить следующими формулами:

для сосны влажностью 22 %

$$\sigma = 1,4 + \frac{3,9}{S}; \quad (6)$$

для сосны влажностью 60 %

$$\sigma = 1,9 + \frac{2,2}{S}; \quad (7)$$

для березы влажностью 60 %

$$\sigma = 1,9 + \frac{6,6}{S}. \quad (8)$$

Полученные формулы отражают физический смысл явлений и количественно хорошо согласуются с опытом.

Все наши исследования выполнены одним резцом в виде зуба рамной пилы, закрепляемого в суппорте. Это позволило исключить влияние конструкции фрикционного сочленения и шероховатости граней зуба на коэффициент трения. Проведение опытов с постоянной скоростью резания обеспечило неизменность температуры и давления в зоне резания для каждой серии опытов.

Выводы

1. С увеличением площади контакта задней грани зуба с древесиной нормальное давление на заднюю грань убывает. Эта зависимость аналогична взаимосвязи удельного сопротивления резанию с площадью среза и имеет одинаковый с ней физический смысл.

2. Увеличение влажности древесины приводит к уменьшению коэффициента трения.

3. С повышением нормального давления коэффициент трения по задней грани зуба убывает. Такая взаимосвязь соответствует современному представлению о трении [2] и объясняется тем, что площадь фактического контакта возрастает медленнее, чем приложенная нагрузка.

4. С увеличением номинальной площади контакта задней грани зуба с древесиной фактическая площадь контакта возрастает, что приводит к росту коэффициента трения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бершадский А. Л. Расчет режимов резания древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. [2]. Крагельский И. В., Щедров В. С. Развитие науки о трении. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. [3]. Филькевич В. Я. Динамика лесопильных рам. — М.: Лесн. пром-сть, 1968.

Поступила 2 января 1980 г.

УДК 534 : 624.131

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН В ГРУНТЕ
ОТ ФУНДАМЕНТОВ ЛЕСОРАМ**

А. А. САНИКОВ, Л. С. ПАВЛОВ

Уральский лесотехнический институт

При работе лесорам возникают колебания фундаментов, которые распространяются на значительные расстояния, достигающие 500—1000 м. Здания и сооружения, находящиеся в этой зоне, подвергаются вибрационным воздействиям, которые могут быть опасными для прочности их конструкций или вредными для людей и оборудования.

Авторы исследовали распространение волн в грунтах на 14 промышленных площадках лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, характеристики которых даны в табл. 1.

Таблица 1

Номер площадки	Амплитуды вертикальных колебаний фундаментов лесопильных рам, мкм	Групповые условия
1	85	Суглинки тугопластичные
2	485	Аллювиальные заиленные супеси пластичной консистенции
3	180	Плотная супесь, подстилаемая слонстыми глинами
4	280	Аллювиальные супеси, насыщенные водой с линзочками жидкого ила и мелкозернистыми водонасыщенными песками
5	180	Мелкозернистый водонасыщенный песок, подстилаемый мягкопластичными супесями
6	110	Влажная глина с включением гальки и среднезернистого влажного песка, подстилаемая пластичной глиной
7	140	Плотная глина со щебнем, подстилаемая бурой плотной глиной с 50—60 % щебня
8	120	Иловатая влажная плотная супесь текучей консистенции
9	75	Суглинок, щебень опока, разномзернистый песок
10	150	Суглинок мягкопластичной консистенции
11	350	Суглинок мягкопластичной консистенции
12	440	Глина иловатая пластичной консистенции
13	180	Суглинки, относящиеся к первому типу просадочных грунтов с прослойками супеси
14	150	Пылеватые слабовлажные пески с прослойками супеси

Колебания замеряли одновременно в 4—10 точках площадки, расположенных на различном расстоянии (до 100—150 м) по радиальной прямой от фундамента лесорамы — источника колебаний. Расстояние между датчиками принимали равным 5—20 м. Одновременно записывали колебания фундамента лесорамы. В качестве регистрирующей использовали несколько комплектов виброизмерительной аппаратуры типа К-001 и осциллограф Н700. Вибродатчики поочередно ориентировали в вертикальном и горизонтальных направлениях параллельно и перпендикулярно направлению распространения волн.

Скорость распространения C и длину волн определяли по углу сдвига фаз колебаний в различных точках площадки с помощью формулы (1), а характер затухания волн — по амплитудам колебаний.

$$C = \frac{2\pi}{a} Lf \text{ м/с}, \quad (1)$$

где L — расстояние между датчиками, м;
 f — частота колебаний, Гц;
 a — угол сдвига фаз, рад.

Образцы записи колебаний грунта на площадке № 14 на различном расстоянии L от фундамента (в метрах) приведены на рис. 1, а графики зависимостей амплитуд вертикальных колебаний грунта A от L — на рис. 2, а, б, в. (Номера кривых на этих рисунках соответствуют номерам промышленных площадок).

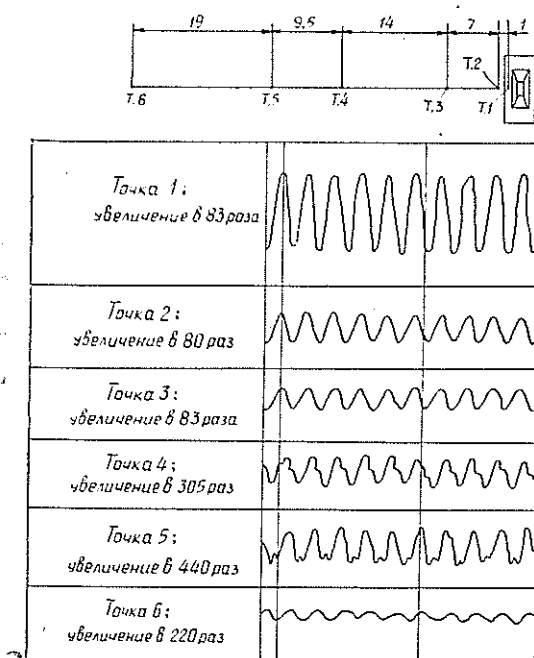


Рис. 1.

По амплитудам преобладают вертикальные колебания, монотонно убывающие по мере удаления от фундамента лесорам. Амплитуды горизонтальных колебаний грунта в радиальном и поперечном направлениях также убывают по мере удаления от колеблющихся фундаментов. Однако зависимость амплитуд от расстояния до источника колебаний не монотонна. На некоторых участках наблюдается возрастание амплитуды (флюктуация амплитуд).

Частоты колебаний грунта соответствуют частотам колебаний фундаментов лесорам. Амплитуды вертикальных колебаний грунта пропорциональны амплитудам вертикальных колебаний фундаментов.

Применяем несколько измененную нами формулу Б. Б. Голицына*

$$A_0 = a \sqrt{\frac{a}{2r}} A_{zH} e^{-\beta \left(r - \frac{a}{2} \right)}, \quad (2)$$

где A_0 и A_{zH} — амплитуды вертикальных колебаний грунта и фундамента, мкм;

* Баркан Д. Д. Динамика оснований и фундаментов. — М.: Стройвоенмориздат, 1948.

a — размер стороны подошвы фундамента — источника колебаний в направлении распространения волн, м;
 r — расстояние до фундамента — источника колебаний в направлении распространения волн, м;
 α и β — коэффициенты, зависящие от свойств грунта.

В формуле (2) не известны коэффициенты α и β . Определяем их по экспериментальным амплитудам колебаний грунта следующим образом. Прологарифмируем функцию (2) и обозначим

$$y = \ln \left(\frac{A_0}{A_{2H}} \sqrt{\frac{2r}{a}} \right); \quad x = r - \frac{a}{2},$$

тогда

$$y = \ln \alpha - \beta x. \quad (3)$$

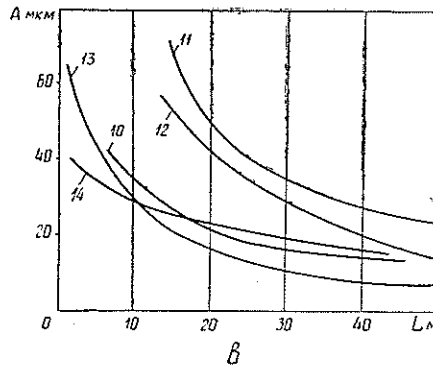
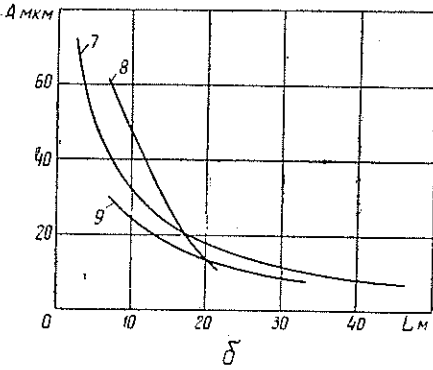
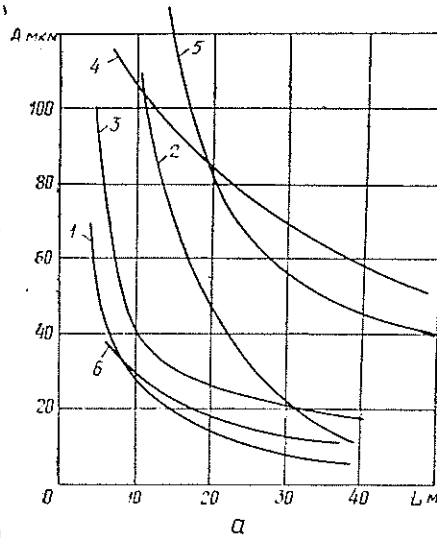


Рис. 2.

Функция (3) при неизменных α и β — уравнение прямой линии. Строя по экспериментальным данным график этой функции и анализируя ее, по углу наклона линии находим коэффициент β , а по отрезку, отсекаемому линией на оси oy , — коэффициент α (рис. 3).

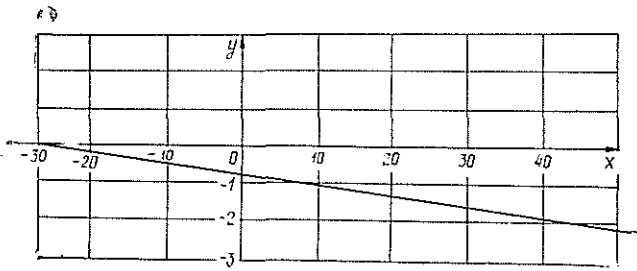


Рис. 3. График к определению коэффициентов α и β промышленной площадки № 12.

Коэффициенты α и β , определенные по описанному методу, приведены в табл. 2. В этой же таблице помещены данные о скорости рас-

Таблица 2

Номер поз- тажки	Скорость распрост- ранения волны, м/с	Длина волны, м	Коэффициенты	
			α	β м ⁻¹
1	185	35	0,60	0,042
2	75	14	0,60	0,045
3	190	35	0,68	0,039
4	230	42	—	0,018
5	220	40	—	0,028
6	164	31	0,71	0,015
7	175	33	0,66	0,230
8	275	49	0,74	0,060
9	215	41	0,54	0,024
10	250	48	0,56	0,010
11	145	28	0,58	0,012
12	260	46	0,47	0,028
13	110	21	0,35	0,021
14	250	48	0,43	0,013

пространения поверхностных волн по грунту и их длина. Какой-либо функциональной зависимости амплитуд горизонтальных колебаний грунта от параметров колебаний фундаментов лесорам и от расстояния до них не выявлено.

Коэффициент α колеблется в пределах 0,35—0,74, коэффициент $\beta = 0,01—0,06$ м⁻¹.

Таким образом, при определении параметров колебаний грунта, возбуждаемых фундаментом лесорам, можно использовать формулу (2), в которой коэффициент α составляет 0,6, а коэффициент $\beta = 0,01—0,03$ м⁻¹ (для слабых водонасыщенных мелкозернистых и пылеватых песков супесей и суглинков) и $\beta = 0,04—0,06$ м⁻¹ (для прочих грунтов).

Поступила 22 октября 1980 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630*864 : 621.792.3

ГИДРОЛИЗНЫЙ ЛИГНИН —
 НАПОЛНИТЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СМАЗКИ
 ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

И. Я. КИСЕЛЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Известно, что на основе гидролизного лигнина можно получить смазку для горячей обработки металлов давлением [1].

На одном из ленинградских заводов проведены испытания по использованию лигнина в качестве наполнителя технологической смазки для сухого волочения стальной проволоки. Цель испытаний — исследовать влияние гидролизного лигнина на технологические и противокоррозионные свойства смазки.

На заводе в качестве технологической смазки используют натриево-мыло, в которое часто вводят органические или неорганические наполнители. Подбором наполнителей можно получить смазку с высокими антифрикционными и защитными свойствами [2].

Для проведения испытаний использовали сталь марки 10 КП — катушку \varnothing 6,5 мм и отожженную проволоку \varnothing 5,19 и 5,0 мм с боратым подсмазочным покрытием. Смазку готовили в шаровой мельнице, где смесь мыльного порошка и гидролизного лигнина мололи до диаметра частиц менее 0,5 мм. Волочение стальной проволоки производили на станках 1/550 и 2/550 АЗТМ со скоростью 300, 400 и 500 м/мин.

При испытаниях установлена оптимальная концентрация гидролизного лигнина — 10—15 %. Адгезия между металлом и смазкой была хорошей на всех скоростях. Механические свойства опытных образцов стальной проволоки во всех случаях были одинаковыми со свойствами контрольных образцов той же марки стали, полученных по обычной технологии.

Высадка крепежных изделий (винты М 6×20 с потайной головкой, винты М 6×20 с полукруглой головкой, шурупы 4×30 с потайной головкой и крестообразным шлицом и шурупы 4×20 с полукруглой головкой) из проволоки, протянутой на смазке (содержащей 10 % гидролизного лигнина), прошла без брака.

Кинетику процесса коррозии опытных образцов стальной проволоки со смазочным покрытием исследовали методом электрохимических испытаний (измерение величины

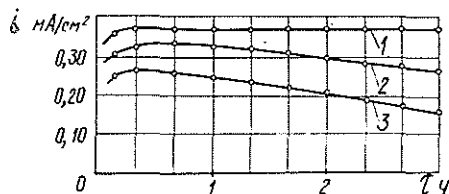


Рис. 1.

1 — для образцов без покрытия; 2 — для образцов со смазочным покрытием из натриевого мыла; 3 — для образцов со смазочным покрытием из натриевого мыла с 10 % гидролизного лигнина.

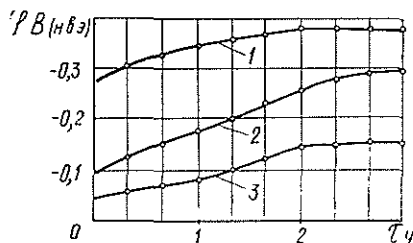


Рис. 2. Изменение во времени стационарных электродных потенциалов образцов стали 10 КП в аэрированном 3 %-ном растворе хлористого натрия при 25 °С.

1 — без покрытия; 2 — со смазочным покрытием из натриевого мыла; 3 — со смазочным покрытием из натриевого мыла с 10 % гидролизного лигнина.

коррозионного тока и стационарных электродных потенциалов, снятие поляризационных кривых) в аэрированном (барботированном воздухе) и термостатированном при 25 °С 3 %-ном растворе хлористого натрия при постоянном перемешивании мешалкой со скоростью движения электролита у поверхности образца 0,5 м/с.

Величину коррозионного тока, которая характеризует защитные свойства покрытия, измеряли методом гальванического элемента, состоящего из цинкового анода и катода из стали с испытываемым покрытием.

Снятые кинетические кривые зависимости плотностей катодных (коррозионных) токов от времени для образцов стали 10 КП в аэрированном 3 %-ном растворе хлористого натрия при 25 °С представлены на рис. 1, из которого видно, что плотность коррозионного тока для образцов без покрытия (кривая 1) составляет 0,38 мА/см²; для образцов стали с покрытием из натриевого мыла плотность тока изменяется от 0,34 до 0,26 мА/см²; для образцов с покрытием, содержащим 10 % гидролизного лигнина, плотность тока изменяется от 0,26 до 0,15 мА/см².

Увеличение плотности коррозионного тока в начале опыта и дальнейшее уменьшение его для образцов с покрытием можно объяснить изменением структуры покрытия, связанным с образованием продуктов коррозии, что влияет на диффузионное проникновение кислорода сквозь покрытие к поверхности металла. Покрытие из натриевого мыла, содержащее 10 % гидролизного лигнина, в 1,5—2 раза эффективнее покрытия без лигнина, что можно объяснить достаточно высокой когезией между частицами мыла и лигнина.

Кинетику пассивации образцов стали 10 КП с покрытием и без покрытия изучали методом измерения стационарных электродных потенциалов относительно хлорсеребряного электрода сравнения. Результаты пересчитаны на нормальную водородную шкалу и представлены на рис. 2.

Стационарный потенциал стали 10 КП через 3 ч от начала эксперимента оказался равным — 0,38 В (кривая 1). Потенциал образцов стали с покрытием из натриевого мыла равен — 0,30 В (кривая 2), а с покрытием, содержащим 10 % гидролизного лигнина, — 0,15 В (кривая 3). Следовательно, покрытие с гидролизным лигнином в большей степени пассивирует поверхность стали по сравнению с покрытием без лигнина.

Кинетика электродных реакций на чистой поверхности стали 10 КП и под покрытием представлена в виде поляризационных кривых на рис. 3. Кривые указывают на значительную катодную (кривая 1) и слабую анодную (кривая 1') поляризуемость стали при малых токах поляризации. Поляризуемость образцов стали с покрытием, содержащим гидролизный лигнин (кривые 3, 3'), больше, чем с покрытием без лигнина (кривые 2, 2').

Поляризационные измерения подтверждают, что сдвиг стационарного потенциала в положительную сторону вызван торможением анодного процесса. Это свидетельствует о более высокой противокоррозионной стойкости образцов ста-

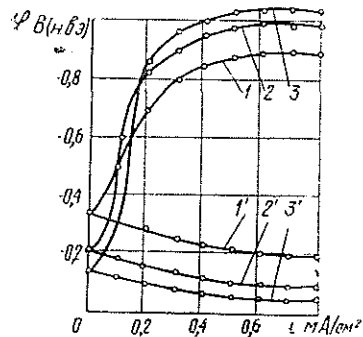


Рис. 3. Поляризационные кривые образцов стали 10 КП в 3 %-ном растворе хлористого натрия при 25 °С.

1, 2, 3 — катодные кривые; 1', 2', 3' — анодные кривые; 1, 1' — без покрытия; 2, 2' — со смазочным покрытием из натриевого мыла; 3, 3' — со смазочным покрытием из натриевого мыла с 10 % гидролизного лигнина.

ли 10 КП с покрытием, содержащим гидролизный лигнин. Представленные данные электрохимических измерений (рис. 1—3) по испытанию противокоррозионных свойств покрытий полностью согласуются между собой.

Таким образом, нами установлено, что гидролизный лигнин может быть использован в качестве наполнителя (10—15 %) технологической смазки для холодной обработки металлов давлением. Полученное покрытие в 1,5—2 раза повышает противокоррозионную стойкость металла.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 598928 (СССР)/ Ю. Н. Форостян, Е. И. Форостян, В. Н. Марченко и др. — Оpubл. в Б. И., 1978, № 11. [2]. Исаченков Е. И. Контактное трение и смазки при обработке металлов давлением. — М.: Машиностроение, 1978, с. 165.

Поступила 4 апреля 1980 г.

УДК 630*824.86

СКЛЕИВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ НЕДОТВЕРЖДЕННЫЙ МОДИФИКАТОР

О. Н. АРИСЛАНОВ, В. М. ХРУЛЕВ

Ташкентский политехнический институт
Новосибирский инженерно-строительный институт

Древесина, модифицированная синтетическими полимерами, по физико-механическим свойствам превосходит натуральную, однако при склеивании ее встречается затруднения, отрицательно влияющие на прочность клеевых соединений [1]. Например, в процессе термообработки пропитанной древесины часть модификатора мигрирует из микропор, распределяется на поверхности заготовки и отверждается в виде тонкой пленки, обладающей низкими адгезионными свойствами [8]. Этот недостаток устраняется путем механической обработки поверхности модифицированной древесины [2], однако и очищенная поверхность по своим адгезионным свойствам уступает натуральной древесине, так как клей, нанесенный на поверхность, не проникает в микропоры, заполненные модификатором [4]. В результате относительная прочность клеевых соединений модифицированной древесины оказывается ниже, чем натуральной [6]. Наконец, повышенная жесткость модифицированной древесины приводит к тому, что при деформациях (например, температурных, влажностных и др.) в клеевых соединениях развиваются напряжения большие, чем в соединениях натуральной древесины, что отрицательно сказывается на долговечности клеевых соединений [7].

С целью устранения отрицательного влияния модифицирования древесины на адгезионное взаимодействие ее с клеями в Новосибирском инженерно-строительном институте проведены опыты по склеиванию модифицированной древесины, в которой модификатор не доведен до полного отверждения. Тем самым предусматривалась возможность использовать диффузионный эффект, наблюдаемый при склеивании полимерных материалов [3].

Технология склеивания состояла в следующем. Из древесины березы, имеющей плотность 0,63 кг/см³, вырезали заготовки размером 10×60×160 мм. Одну часть заготовок пропитывали 33 %-ным водным раствором фенолоспирта ТУ 6-05-1164—75),

другую часть — водным раствором карбамидно-фуранового полимера БС-40 (ТУ 6-05-1750—76). Затем заготовки нагревали в сушильном шкафу до 60 °С в течение 8—10 ч. За это время из модификаторов удалялся растворитель и происходила относительная стабилизация формы и размеров пропитанных заготовок.

Далее на поверхность заготовок наносили клей с расходом 250—300 г/м² и склеивали холодным способом при температуре 20 °С и удельном давлении запрессовки 0,2—0,3 МПа. В опытах использовали клей фенолоформальдегидный КБ-3, резорциноформальдегидный ФР-12 и алкилрезорциновый ФР-100. После отверждения клеевые образцы подвергали термообработке при температуре 120 °С до полного отверждения модификатора.

Затем склеенные заготовки выдерживали в помещении при нормальной температуре в течение 14 сут, из них вырезали образцы на скалывание по клеевому шву и испытывали согласно Руководству [5]. Однако в отличие от требований Руководства длина скалываемой части образца была принята равной 20 мм при поперечных размерах 10×10 мм. Это вызвано необходимостью ускорить проникание воды в клеевой шов в период термовлагообработки. Термовлагообработка заключалась в 4-часовом кипячении образцов в воде. Эти образцы, так же как и контрольные, испытывали в сухом состоянии и после увлажнения в воде.

Для сравнения были изготовлены и испытаны образцы из древесины березы, модифицированной и склеенной обычным способом, т. е. процесс модификации был доведен до конца. Завершенность процесса достигалась тем, что после периода сушки при 60 °С древесину нагревали до 120 °С в течение 3—4 ч, а затем охлаждали до 25—30 °С. Склеивание производили холодным способом в течение 24 ч при более высоком (0,6—0,8 МПа) давлении прессования. Затем образцы выдерживали в помещении в течение 14 сут и после этого производили испытания.

Образцы древесины березы	Клей	Предел прочности при скалывании, МПа		Разру- шение по дре- весине влажных образцов, %	Предел прочности при скалывании, МПа		Разруше- ние по древесине влажных образцов, %
		в сухом состоянии	после увлажне- ния		в сухом состоянии	после увлажне- ния	
		Контрольные			После кипячения		
Модифицирован- ной феноло- спиртами	КБ-3	15,1	10,8	47	14,9	10,2	58
		19,0	13,5	92	18,6	12,6	94
	ФР-12	11,2	9,4	38	10,8	9,4	42
		25,0	17,0	100	24,8	16,1	100
	ФР-100	9,1	8,6	25	8,9	8,3	22
		24,0	16,5	98	23,5	15,8	100
Модифицирован- ной смолой БС-40	КБ-3	15,2	10,6	54	13,1	10,4	61
		19,0	12,1	90	17,1	12,0	90
	ФР-12	13,8	9,8	38	12,2	9,9	40
		24,0	15,2	98	22,2	15,2	100
	ФР-100	10,2	8,4	27	9,7	8,2	29
		23,0	14,0	96	22,0	13,9	96
Натуральной	КБ-3	16,8	7,9	80	16,5	7,7	82
		—	—	—	—	—	—
	ФР-12	17,5	8,2	92	17,4	8,2	93
		—	—	—	—	—	—
	ФР-100	17,1	8,0	80	17,1	7,9	83
		—	—	—	—	—	—
Цельной, моди- фицированной фенолоспиртами	—	24,5	18,1	—	24,5	18,0	—
	—	—	—	—	—	—	—
Цельной, моди- фицированной смолой БС-40	—	25,0	16,2	—	22,5	15,6	—
	—	—	—	—	—	—	—

Результаты испытаний образцов древесины березы, модифицированной и склеенной обычным способом, представлены в таблице (числитель дроби). Из данных таблицы видно, что предел прочности клеевых соединений натуральной древесины в сухом состоянии выше, чем модифицированной. Однако после увлажнения в течение 48 ч в нормальных условиях прочность клеевых соединений образцов из модифицированной древесины выше, чем из натуральной. Это объясняется тем, что натуральная древесина ослабляется при увлажнении больше, чем модифицированная. Примерно такая же картина наблюдается при испытании образцов после кипячения в воде.

Следует отметить, что процент разрушения по древесине для образцов из модифицированной древесины заметно ниже, чем для образцов из натуральной древесины. Следовательно, прочность клеевых соединений модифицированной древесины в большей мере зависит от свойств клеев. Наилучшие результаты показал клей КБ-3, так как он лучше смачивает поверхность модифицированной древесины и образует менее плотную клеевую прослойку, чем клеи ФР-12 и ФР-100. Еще одним доказательством преимущественного влияния свойств клеев на прочность клеевых соединений модифицированной древесины служит то, что собственная прочность ее, определенная на цельнодеревянных образцах, была существенно (почти в два раза) выше, чем прочность клеевых соединений. Из этого следует, что повышение прочности клеевых соединений с целью более полной реализации прочности самой модифицированной древесины и когезионных свойств клеев может быть достигнуто подбором таких условий склеивания, при которых адгезионное взаимодействие клея с поверхностью модифицированной древесины было бы наибольшим.

Одно из таких условий — склеивание пропитанной древесины, содержащей недоотвержденный модификатор. Попытка склеивать древесину сразу после пропитки (т. е. без подсушки модификатора) не дала положительных результатов, так как клей быстро диффузирует в древесину, образуя «голодный шов», а затем при термообработке образцов, рассчитанной на отверждение модификатора, происходит значительная усушка древесины, резко снижающая прочность клеевых соединений из-за развития внутренних напряжений.

При склеивании древесины с подсушенным модификатором клей диффузирует на небольшую глубину и более равномерно, чем при склеивании натуральной древесины. Кроме того, древесина с подсушенным модификатором более стабильна в своих размерах и в процессе отверждения модификатора ее деформации не влияют разрушительно на клеевой шов.

Результаты испытаний образцов модифицированной древесины, склеенной в состоянии неполного отверждения модификатора, приведены в таблице (знаменатель дроби).

Из данных таблицы видно, что прочность склеивания древесины с недоотвержденным модификатором значительно выше, чем с полностью отвержденным. При испытании в сухом состоянии образцы оказываются прочнее в 2 раза, а после увлажнения — на 70—80 %. Разрушение клеевых соединений по древесине приближается к 100 %. Следовательно, почти полностью реализуются прочность древесины и прочность клея за счет благоприятных условий формирования клеевого шва. О том, что клеевой шов сформирован с максимальным использованием адгезионных свойств клеев, говорят высокие показатели прочности образцов, испытанных после кипячения в воде, а также одинаковый уровень прочности, достигнутый на всех примененных клеях.

Достижению высокой прочности способствовало и то, что в момент склеивания и при прессовании древесина с недоотвержденным модификатором обладает большей пластичностью, чем полностью модифицированная и даже чем натуральная. Поэтому контакт ее с клеем был наилучшим и она сохраняла заданную форму в запрессованном состоянии до полного отверждения клея и модификатора.

Таким образом, склеивание модифицированной древесины с недоотвержденным модификатором — эффективный способ повышения прочности и водостойкости клеевых соединений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вуба К. Г., Фрейдин А. С. Испытания клеевых соединений модифицированной древесины. — В кн.: Материалы всесоюзной науч.-техн. конф. «Проблемы модификации древесины, перспективы развития ее производства и применение в народном хозяйстве». Минск, 1979, с. 148—151. [2]. Буйвидович Ф. В., Шуттов Г. М. Склеивание древесины березы, модифицированной карбамидно-фурановой смолой КФ-90. — Механическая технология древесины, 1978, вып. 8, с. 116—120. [3]. Воюцкий С. С. Диффузионная теория адгезии. — В кн.: Клеи и технология склеивания. М.: Оборонгиз, 1960, с. 24—34. [4]. Радиационно-химическая модификация древесины/ В. Л. Карпов, Ю. М. Иванов, Г. В. Ширяева и др. — Химия древесины, 1971, № 10, с. 39—46. [5]. Руководство по определению физико-механических свойств модифицированной древесины. — М.: ЦНИИСК, 1969. [6]. Хрулев В. М., Зайвий В. А. Стойкость клеевых соединений древесины, пропитанной фенолоспиртами. — Изв. высш. учеб. заведений. Строительство и архитектура, 1968, № 11, с. 58—61. [7]. Хрулев В. М. Долговечность клеенной древесины — М.: Лесн. пром-сть, 1971, с. 29—40. [8]. Цой Ю. И., Мовнин М. С. Смачиваемость модифицированной древесины и ее влияние на адгезию. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4, с. 72—75.

Поступила 16 октября 1980 г.

УДК 676.01

РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ СДВИГА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. П. ЕРЫХОВ, А. Н. НАУМОВ, Р. М. РАППОПОРТ

Ленинградская лесотехническая академия

Известны многочисленные модификации крутильных маятников [1, 2], позволяющих измерять вязкоупругие характеристики полимерных пленочных материалов в условиях чистого сдвига.

В настоящей статье описан крутильный маятник, в котором по сравнению с другими маятниками упругим элементом является горизонтально расположенный пленочный образец кольцевого типа, заземленный по внешнему и внутреннему контурам известных радиусов [1].

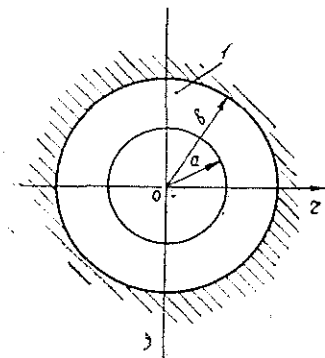


Рис. 1.

На рис. 1 (вид сверху) показан образец 1, представляющий собой плоское кольцо, закрепленное по внешнему контуру радиуса b . Если к внутреннему контуру радиуса a приложить закручивающий момент относительно вертикальной оси O , то величина его связана с крутильной жесткостью такого кольца и углом поворота внутреннего контура. Если ввести цилиндрические координаты r , φ , z и считать, что по контуру $r = b$ образец заземлен, а по контуру $r = a$ — сдвинут на

некоторый угол Θ , то можно записать следующее уравнение равновесия через смещения u :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

удовлетворяющее граничным условиям

при $r = a \quad \tau_{r\theta} = -\tau_0;$ (2)

при $r = b \quad u_{\theta} = 0,$ (3)

где τ_0 — напряжение сдвига в образце по контуру $r = a$;

$u_{\theta} = 0$ — перемещение по контуру $r = b$;

$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$, так как все сечения кольца в направлении оси z для любого $a \leq r \leq b$ не сдвигаются относительно друг друга.

При решении дифференциального уравнения (1) для смещений и напряжений получим выражения

$$u_{\theta} = C_1 r + \frac{C_2}{r}; \quad (4)$$

$$\tau_{r\theta} = -\frac{2GC_2}{r^2}. \quad (5)$$

Найдем постоянные интегрирования C_1 и C_2 из граничных условий:

при $r = a \quad \tau_0 = \frac{2GC_2}{a^2}; \quad C_2 = \frac{\tau_0 a^2}{2G};$ (6)

при $r = b \quad 0 = C_1 b + \frac{C_2}{b}; \quad C_1 = -\frac{\tau_0 a^2}{2b^2 G}.$ (7)

Здесь G — модуль сдвига материала кольца.

Подставив выражения для C_1 и C_2 в формулу (4), получим:

$$u_{\theta} = \frac{\tau_0 a}{2G} \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right). \quad (8)$$

Подсчитаем угол поворота Θ контура a из уравнения (8)

$$\Theta = \frac{u_{\theta}}{a} = \frac{\tau_0}{2G} \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right) \quad (9)$$

или

$$\tau_0 = \frac{2G\Theta}{1 - \frac{a^2}{b^2}}. \quad (10)$$

Выражение для внешнего закручивающего момента M по контуру a имеет вид:

$$M = \tau_0 2\pi a^2 d, \quad (11)$$

где d — толщина образца.

Если внешний закручивающий момент M снять, то система совершает свободные колебания с периодом T , который связан с закручивающим моментом следующим образом:

$$M = \frac{4\pi^2 I}{T^2} \Theta. \quad (12)$$

Здесь I — момент инерции колеблющейся системы, связанной с внутренним контуром образца.

Приравнивая правые части уравнений (11) и (12), с учетом выражения (10) получим окончательное уравнение для модуля сдвига материала кольца:

$$G = \frac{\pi \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)}{a^2 d} I \nu^2, \quad (13)$$

где $\nu = \frac{1}{T}$ — частота свободных колебаний кольцевого образца, определяемая резонансным методом.

Благодаря такой ориентации и конфигурации образца его крутильная жесткость резко возрастает даже для податливых и хрупких материалов и появляется возможность реализовать резонансный метод возбуждения в звуковом диапазоне частот, что резко сокращает трудоемкость и время измерений.

Схема установки представлена на рис. 2.

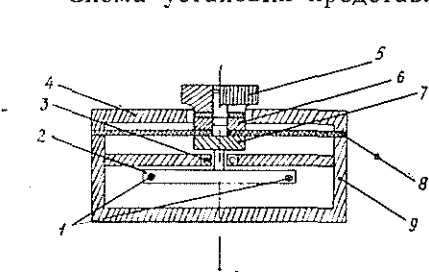


Рис. 2.

Исследуемый плоский образец 8 диаметром 20 см располагали горизонтально на нижней центральной опоре 7 и наружном нижнем кольце 9, связанном с основанием установки. С помощью шайбы 6 и барашка 5 образец прижимается к нижнему кольцу. Верхнее кольцо 4 служит для фиксации образца по внешнему контуру. Центральная опора 7 может свободно вращаться в подшипниках 3 и снабжена коромыслом 2, на концах которого укреплены постоянные магниты 1. Вблизи магнитов расположены два электромагнита (на рисунке они не изображены), один из которых подключен к звуковому генератору. Взаимодействуя с одним из постоянных

магнитов коромысла, один электромагнит возбуждает крутильные колебания образца. Катушка другого электромагнита является индукционным датчиком смещений, с помощью которого по милливольтметру и частотомеру (подключенным к катушке) фиксируется момент резонанса и резонансная частота крутильных колебаний колеблющейся системы.

Методические опыты для проверки расчетной формулы поставлены на модельных образцах из стабилизированного полиэтилена, ацетобутиратцеллюлозы и резины. В этих опытах варьировали геометрия образца и момент инерции колеблющейся системы.

Результаты представлены в таблице (во всех опытах $b = 9,2$ см), из данных которой видно, что даже для тонких образцов при широкой вариации радиусов контуров a , b и момента инерции I относительная погрешность в определении модуля сдвига не превышает 10%. Как показали эксперименты, сравнительно большая погрешность обусловлена, в основном, неконтролируемыми отклонениями образцов по толщине, случайными морщинами и другими дефектами поверхности образцов. Кроме того, вариация момента инерции может приводить к трудноконтролируемым эксцентриситетам центра масс относительно оси колебаний. Если образец материала более толстый и однородный, а радиусы внутреннего и внешнего контуров поддерживаются постоянными, то погрешность измерения существенно уменьшается. Типичный пример таких измерений — опыты с вакуумной резиной толщиной 2 мм, погрешность которых составляет не более 3,5% (см. табл.)

Результаты показали, что горизонтально ориентированный пленочный образец можно рассматривать как пластину и даже при сравнительно малых толщинах образца не происходит потери его устойчивости. Этот факт неочевиден и должен быть особо отмечен, что, по-видимому, связано с тем, что при такой ориентации и закреплении образ-

Материал	$d \cdot 10^{-3}$ см	a см	I г · см ²	ν Гц	G ГПа	ΔG ГПа	
Полиэтилен	1,5	1,5	770	114	0,91	0,13	
	1,5	1,5	1052	96	1,27	0,23	
	1,5	1,5	1335	88	0,93	0,11	
	1,5	2,5	1558	152	1,11	0,07	
	1,5	2,5	1830	139	0,08	0,04	
	1,5	2,5	2113	128	1,05	0,01	
	1,5	3,5	4312	132	1,10	0,06	
	1,5	3,5	4594	128	1,10	0,06	
	1,5	3,5	4877	122	1,07	0,03	
	2,0	1,5	770	147	1,13	0,09	
	2,0	1,5	1052	125	1,11	0,07	
	2,0	1,5	1335	110	1,10	0,06	
	3,0	1,5	770	169	1,00	0,04	
	3,0	1,5	1052	139	0,92	0,12	
	3,0	1,5	1335	124	0,93	0,11	
	4,0	1,5	770	193	0,97	0,07	
	4,0	1,5	1052	166	0,98	0,06	
	4,0	1,5	1335	145	0,95	0,09	
	Ацетобутератцеллюлоза	3,5	1,5	770	162	78	7
		3,5	"	1052	145	86	1
3,5		"	1335	120	75	10	
5,0		"	770	224	105	20	
5,0		"	1052	189	102	17	
5,0		"	1335	163	97	12	
7,5		"	770	257	92	7	
7,5		"	1052	226	97	12	
7,5		"	1335	179	77	8	
10,0		"	770	286	80	5	
10,0		"	1052	236	74	11	
10,0		"	1335	203	70	15	
11,0		"	770	293	84	1	
11,0		"	1052	244	79	6	
11,0	"	1335	211	75	10		
Резина вакуумная листовая	200	1,5	770	41	0,0878	0,0022	
	"	"	1052	35	0,0875	0,0019	
	"	"	1335	30	0,0816	0,0040	

ца сильно повышается его крутильная жесткость, обеспечивающая необходимую устойчивость при малом закручивающем моменте.

Графическая зависимость динамического модуля сдвига бумаги от концентрации $NaAlO_2$ в бумажной массе представлена на рис. 3, а от концентрации полиэтиленimina — на рис. 4. Кроме этих зависимостей исследовали влияние увлажнения, содержания латекса и процессов теплового старения на структуру бумаги.

С учетом того, что прибор позволяет исследовать структурные изменения до пяти и более порядков, можно ожидать, что предлага-

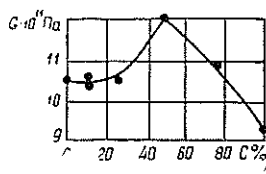


Рис. 3

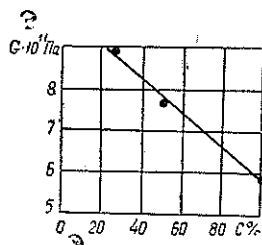


Рис. 4.

емый метод найдет широкое применение в целлюлозно-бумажной промышленности и в других смежных областях большой химии.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 246 с. [2]. Малкин А. Я., Аскадский А. А., Коврига В. В. Методы измерения механических свойств полимеров. — М.: Химия, 1978. — 336 с.

Поступила 3 июля 1980 г.

УДК 66.065 : 630*824.81/.85

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Г. И. ШУСТЕРЗОН

Иркутский институт народного хозяйства

Общеизвестный метод контроля процесса отверждения клеевых соединений запрессованных конструкций, включающий оценку полноты отверждения клея в соединениях (путем периодических механических испытаний малых образцов, запрессовываемых параллельно изделию), весьма трудоемок, малоэффективен и малодостоверен, поскольку состояние клея в соединениях изделий и образцов неравноценно.

Проведенные нами ранее работы [3, 4] позволили изучить взаимосвязь между прочностью при скалывании и электрическим сопротивлением клеевых соединений древесины. Было обнаружено, что электросопротивление резко возрастает (в 10—15 раз) в течение незначительного конечного промежутка времени отверждения, соответствующего приобретению клеевыми соединениями максимальных значений прочности и разрушения по древесине. Это явление позволило по-новому подойти к методике контроля процесса отверждения и избежать применения дефицитных высокопределельных мегомметров и тераомметров.

Ниже изложен метод контроля, основанный на токовой или звуковой индикации затухания электрического генерированного сигнала, пропускаемого через отверждаемый клеевой шов с помощью закладных электродов или игольчатого датчика. Опытное внедрение этого метода на Чебоксарском ЭДОЗе и в объединении Юртинсклес показало его пригодность для контроля процесса отверждения соединений древесины и древесных материалов на клеях КБ-3, ФР-12, ФРФ-50, ФР-100, М19-62, М-60.

Испытания проводили с помощью дефектоскопа ЛКД-1 (рис. 1). Этот простой и дешевый переносный прибор предназначен для конт-

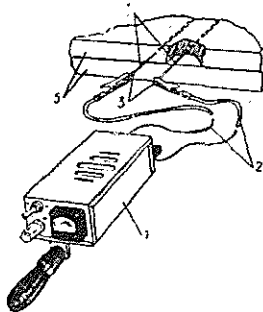


Рис. 1. Схема подключения дефектоскопа ЛКД-1 к контролируемому клеевому шву.

1 — дефектоскоп; 2 — соединительные проводники; 3 — проволочные электроды, заложённые в клеевой шов; 4 — зоны электродов, изолированные лаком; 5 — склеиваемые заготовки. Клеевой шов и элементы подключения к нему условно увеличены.

роля пористости и сплошности неэлектропроводных покрытий на металлических основах и представляет собой генератор электрических сигналов звуковой частоты, снабженный звуковой и токовой индикацией ослабления этих сигналов при прохождении через испытуемый объект.

Для повышения чувствительности дефектоскопа следует предусмотреть добавочное шунтирование громкоговорителя с помощью дополнительно встроенного выключателя или зашунтировать дефектоскоп постоянно отрезком монтажного провода (в последнем случае при испытании звуковой тон прослушиваться не будет). Вместо электродов, прилагаемых к прибору, к клеммам дефектоскопа необходимо присоединить два гибких проводника, свободные концы которых снабжены зажимами типа «крокодил» или игольчатым датчиком.

Контроль за процессом отверждения клеевых соединений ведут следующим образом. В процессе формирования пакета конструкции или перед тем, как соединить склеиваемые материалы, в клеевые швы закладывают парные электроды из неизолированной медной или стальной проволоки (диаметром 0,3—0,4 мм) или из алюминевой, латунной и другой фольги (толщиной 0,1—0,2 мм). Расстояние между электродами можно взять любое, но не больше 40 мм. Длину и количество пар закладываемых электродов выбирают в зависимости от размеров поверхностей склеивания и от того, какие участки конструкции или зоны клеевых швов должны быть подвергнуты контролю. Электроды укладывают таким образом, чтобы после соединения склеиваемых элементов между собой снаружи клеевого шва выступали концы электродов длиной 20—25 мм (для подсоединения прибора). Для предотвращения влияния потёков клея на показания дефектоскопа и соответственно на результаты контроля (скорость отверждения в потёке и в шве неодинакова) электроды в зоне потёков и на 5—6 мм в глубь клеевой прослойки изолируют любым неэлектропроводным лаком (рис. 1), например нитроцеллюлозным, спиртовым раствором шеллака или др. Окраску этих участков электродов необходимо осуществить заранее, обеспечив хорошее отверждение лакового покрытия. Для облегчения работы и обеспечения качества изоляции в бесцветный лак следует добавить несколько капель красителя — родамина, фуксина и т. п.

Сразу же после запрессовки конструкции дефектоскоп последовательно подключают к выводам уложенных в швы электродов и ручкой регулирования чувствительности устанавливают стрелку микроамперметра в конце шкалы на отметках 90—100 мкА. Если в склеиваемой конструкции контролируют несколько клеевых соединений, имеющих значительные расхождения в электропроводности (например, вследствие разной толщины или неодинакового поперечного сечения швов), и для всех них одновременно стрелку микроамперметра в указанной области значений тока установить невозможно, то клеевые соединения группируют по электропроводности, фиксируя в каждом случае положение ручки регулирования чувствительности.

В дальнейшем, периодически подключая дефектоскоп к электродам, оценивают состояние электропроводности контролируемых соединений по изменению частоты звука, регистрируемого электродинамическим громкоговорителем, или по изменению силы тока, фиксируемого микроамперметром прибора.

В процессе отверждения клея диэлектрические свойства клеевой прослойки возрастают и электропроводность снижается. Это приводит к уменьшению регистрируемой прибором силы тока и соответственно к снижению тона звука. При полноте отверждения клея, близкой к 100 %, сила тока падает до нуля и звуковой сигнал не прослушивается. В этом случае клеевые соединения приобретают достаточную полноту отверждения и конструкцию можно распрессовывать.

На рис. 2 приведены результаты параллельных механических и электрических испытаний образцов. Образцы (2,0×5,0×5,0 см) запрессовывали в многорычажном лабораторном прессе, позволяющем раздельно брать для испытаний на скалывание 8 групп образцов по 10 шт. в каждой. Во все образцы закладывали медные проволочные электроды диаметром 0,3 мм. Расстояние между электродами — 1 см. В процессе отверждения соединений измеряли силу тока, периодически разрушая одну из групп образцов.

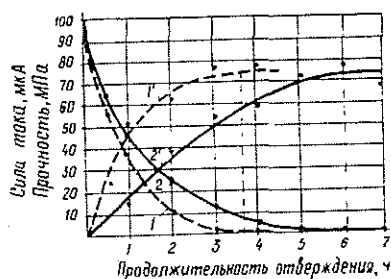


Рис. 2. Изменение силы тока (1, 2), регистрируемого дефектоскопом, и прочности (1', 2') в процессе отверждения соединений сосны на клеи М19-62 (1, 1') и КБ-3 (2, 2'). Пунктирными линиями отмечен момент приобретения соединениями полноты отверждения, близкой к 100 %.

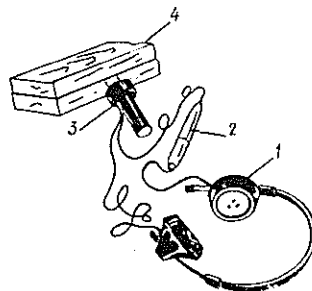


Рис. 3. Индикаторная цепь для проведения контроля процесса отверждения клеев с помощью генератора электрических сигналов.

1 — головные телефоны ТГ-1; 2 — генератор МГР-1; 3 — игольчатый датчик; 4 — склеиваемые заготовки.

Из рис. 2 видно, что снижение регистрируемой дефектоскопом силы тока связано с нарастанием прочности соединений и при падении силы тока до нуля показатели прочности становятся максимальными. По-видимому, при дальнейшем кондиционировании образцов можно ожидать еще некоторого увеличения прочности. Однако достигнутая прочность соединений превышает разборную, нормируемую Руководством [2].

Механические испытания показали также, что наличие электродов в образцах не снижает прочности соединений, а в ряде случаев даже несущественно повышает. Поэтому следует ожидать, что электроды не снижат качества склеивания и конструкций.

Если при контроле информация о процессе отверждения наружных зон клеевых соединений достаточна, то электроды можно не закладывать в швы, а вместо них применить игольчатый датчик, имеющий два стальных игольчатых электрода (длиной 0,5—1,0 мм), укрепленных на общей рукоятке из электроизоляционного материала (рис. 3).

При отсутствии дефектоскопа ЛКД-1 контроль процесса отверждения клея в соединениях можно вести с помощью других приборов [1], а также с помощью несложной индикаторной цепи, собираемой из распространенных деталей промышленного изготовления. Такая цепь состоит из генератора электрических импульсов (частотой 1000—3000 Гц с амплитудой 0,5—2 В), головных или малогабаритного телефонов и элементов подключения к контролируемому клеевому шву (рис. 3).

В качестве генератора электрических импульсов могут быть использованы звуковые генераторы ЗГ-1, ЗГ-10, а также миниатюрные радиолюбительские генераторы для обнаружения неисправностей в радиоаппаратуре, например МГР-1 (рис. 3).

Контрольные определения ведут, периодически подсоединяясь к заложенным в прослойки электродам или вводя иглы шупа в клеевой шов. При этом в телефонах будет прослушиваться звуковой сигнал, ослабляющийся с нарастанием степени отверждения клея. Исчезновение низкочастотного сигнала в телефонах указывает на затухание процесса полимеризации клея и соответственно на приобретение им полно-

ты отверждения, близкой к 100 %. Конструкцию можно распрессовывать.

Изложенный метод пригоден также для контроля процесса отверждения соединений на поливинилацетатном клее, БФ-2, БФ-6 и растворимом стекле.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Метод ускоренного процесса отверждения соединений древесины по изменению влагосодержания клеевого шва/ Г. И. Шустерзон, К. З. Габидулли и др. — Иркутск, 1980. — 4 с. (МТ ЦНТИ. Информ. листок. № 80—3). [2]. Руководство по промышленному изготовлению деревянных клеевых конструкций для строительства. — М.: Стройиздат, 1975. — 61 с. [3]. Шустерзон Г. И., Бакштановский Ю. А. Исследование кинетики отверждения клеев методом измерения электросопротивления. — В кн.: Вопросы совершенствования строительства. Иркутск, 1973, с. 139—147. [4]. Шустерзон Г. И. О методе измерения электрического сопротивления клеевых соединений древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 1, с. 82—85.

Поступила 3 ноября 1980 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 631.31.001.57

МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. Н. ВИНУКUROV

Московский лесотехнический институт

В процессе эксплуатации почвообрабатывающих машин и орудий изменяется техническое состояние режущих элементов. За полный срок службы происходит последовательная смена их технического состояния от начального значения до предельного износа.

Почворежущие элементы могут иметь как один, так и несколько признаков нарушения их работоспособности, каждый из которых оказывает влияние на показатель точности выполнения технологической операции*. Суммарная потеря точности выполнения операции для элементов, имеющих несколько признаков нарушения работоспособности, представляет собой сумму потерь точности выполнения операции от каждого признака

$$\Delta E(s) = \sum_1^n \Delta e_i(s), \quad (1)$$

где $\Delta e_i(s)$ — потеря точности выполнения операции от i -того признака.

В процессе изнашивания режущих элементов точность $E(s)$ выполнения операции изменяется в пределах допуска на ее выполнение, заданного агротехническими требованиями. При установке на почвообрабатывающее орудие новых режущих элементов точность $E(s)$ выполнения операции находится на уровне E_0 .

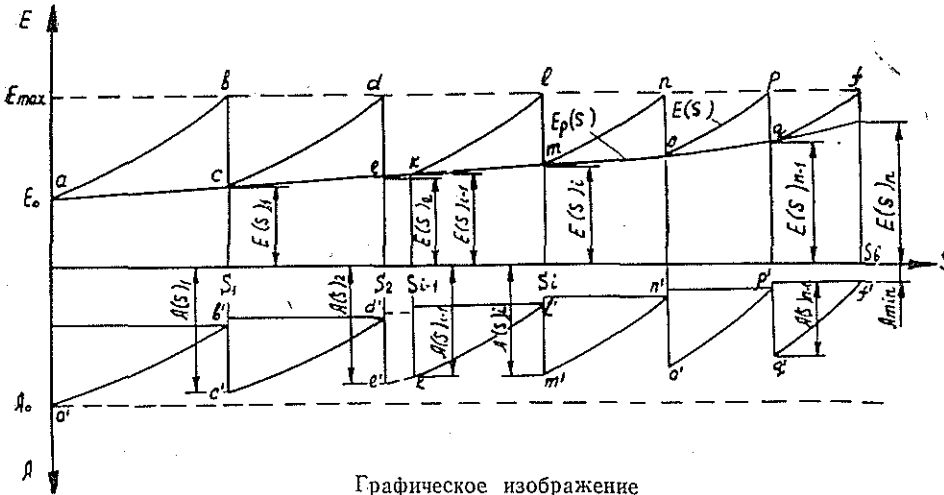
По мере увеличения наработки орудий s точность $E(s)$ снижается и при E_{max} режущие элементы достигают состояния предельного износа. Уровни работоспособности режущих элементов E_0 и E_{max} экстремальны.

Основная причина, обуславливающая переход почворежущих элементов из одного состояния в другое, — абразивный износ.

Работоспособность почворежущих элементов, достигших предельного состояния, возобновляется при их ремонте или восстановлении. В зависимости от условий работы почвообрабатывающих орудий их режущие элементы могут работать до полного износа без нарушения установленных агротехническими требованиями показателей или могут требовать одного — двух и более ремонтов за полный срок эксплуатации их.

Опыт эксплуатации почвообрабатывающих орудий показывает, что к многократному ремонту почворежущих элементов прибегают при подготовке почв под закладку полезащитных лесных полос на твердых каштановых и черноземных почвах степной и лесостепной зон страны.

* Под точностью выполнения технологической операции понимается величина отклонения от значения параметра, заданного агротехническими или лесоводственными требованиями.



Графическое изображение математической модели технологической долговечности.

Проанализируем изменение технологической точности выполнения операции, стоимости изготовления и ремонта почворезущих элементов при условии многократного их ремонта.

Изменение точности выполнения технологической операции почворезущими элементами, так же как и сложными механизмами, по мере их старения [1] графически представляет ломаную линию *abcdeklmn* (см. рис. 1). Участки *ab*, *cd*, *kl*, *mn* и т. д. характеризуют снижение работоспособности режущего элемента в межремонтные периоды. На участке *ab* после наработки $s = s_1$ точность выполнения технологической операции $E(s)$ достигает значения E_{max} .

После ремонта заточкой лезвия (лапы, диски) или оттяжкой (плужные лемехи) резко возрастает показатель точности выполнения технологической операции. Однако ремонт почворезущих элементов не обеспечивает восстановления их работоспособности до первоначального уровня E_0 , а только до уровня $E(s)_1$. Разница $E(s)_1 - E_0$ обусловлена изменением геометрических параметров почворезущих элементов после их ремонта и влиянием некоторых особенностей принятой технологии ремонта этих деталей.

На участке *cd* после наработки $\Delta s_2 = s_2 - s_1$ точность выполнения технологической операции снова достигает значения E_{max} . Это вызывает необходимость нового ремонтного воздействия, благодаря которому точность $E(s)$ повышается до значения $E(s)_2$. При последующих значениях наработки s_3, s_4, \dots, s_i почворезущие элементы по работоспособности достигают своего предельного состояния $E(s) = E_{max}$, и их вновь ремонтируют, повышая работоспособность до значений $E(s)_3, E(s)_4, \dots, E(s)_i$.

После некоторого значения наработки проведение ремонта и последующее использование режущих элементов становится нецелесообразным из-за малой величины наработки в периодах Δs_i между ремонтными воздействиями, обусловленной высокой скоростью изменения величины $E(s)$ и малым значением $E_{max} - E_p(s)$.

Изменение стоимости затрат на почворезущие элементы при многократных их ремонтах показано ломаной линией *a'b'c'd'e'* и т. д. (см.

рис.). На участке $a'b'$ стоимость режущих элементов по мере увеличения наработки снижается от своего начального значения A_0 , равного стоимости новой детали, до значения $A_{1 \min}$ (в точке b'), равного остаточной стоимости выбракованной детали. При ремонте стоимость детали возрастает до $A(s)_1$. На участке $c'd'$ вновь происходит снижение стоимости детали, которая при наработке S_2 достигает величины $A_{2 \min}$. Разница в стоимости выбракованной детали после первого и второго межремонтных периодов $A_{1 \min} - A_{2 \min}$ обусловлена снижением пассивной части стоимости детали A_{0n} , часть которой при ремонте переходит в активную стоимость [2].

После второго ремонта стоимость режущего элемента возрастает до $A(s)_2$. При дальнейшем использовании режущих элементов вновь происходит снижение их стоимости, которая при наработке s_3 становится равной остаточной стоимости выбракованных деталей $A_{3 \min}$.

Полный ресурс почворежущих элементов до предельного состояния складывается из наработок между ремонтными воздействиями и из наработок новой детали до первого ремонта и от последнего ремонта до выбраковки ее.

Для анализа общей долговечности почворежущих элементов определим расчетную схему функции $E_p(s)$, характеризующей суммарный износ их. Можно принять, что изменение величины $E(s) - E_p(s)$ в каждом межремонтном периоде линейно зависит от межремонтной наработки с одним и тем же для всех периодов угловым коэффициентом

$$E(s) - E_p(s_i) = k(s - s_{i-1}), \quad (2)$$

где s_{i-1} — наработка режущего элемента до последнего предшествовавшего наработке s ремонта;

k — коэффициент, характеризующий интенсивность потери работоспособности почворежущих элементов из-за затупления их лезвия.

При $s = s_n$ и $s_i = s_{n-1}$ имеем

$$E_{max} - E_p(s_n) = k\Delta s_n. \quad (3)$$

Выражение (3) отражает зависимость достигнутой в результате ремонта величины повышения точности выполнения технологической операции от межремонтной наработки.

Примем, что при любом значении наработки s скорость изменения величины $E_p(s) - E_0$, характеризующей потерю работоспособности из-за общего износа режущих элементов, пропорциональна скорости потери точности выполнения технологической операции $E(s) - E_p(s)$

$$[E_p(s_x) - E_0]' = \xi [E(s_x) - E_p(s_x)]'. \quad (4)$$

Исследования показали, что эта зависимость подтверждается для большинства режущих элементов почвообрабатывающих орудий.

Приведем уравнение (4) к виду

$$E_p'(s_x) = \xi E'(s_x) - \xi E_p'(s_x); \quad (5)$$

так как

$$E(s_x) = k(s_x - s_{i-1}) + E_p(s_i),$$

то

$$E'(s_x) = k(s_x - s_{i-1})' + E_p'(s_i).$$

Подставив это выражение в уравнение (5), получим

$$E'_p(s_x) = \xi [k(s_x - s_{i-1})' + E'_p(s_i)] - \xi E'_p(s_x);$$

$$(1 + \xi) E'_p(s_x) = \xi k(s_x - s_{i-1})' + \xi E'_p(s_i).$$

Решение данного уравнения (производную берем по s_x ; $\xi E'_p(s_i) = 0$, так как s_i — определенное значение величины s_x ; $E'_p(s_i)$ — величина постоянная)

$$(1 + \xi) E_p(s_x) = \xi k s_x + c.$$

Постоянную величину c определим из условия: при $s_x = 0$ $E_p(s_x) = E_0$; $c = (1 + \xi) E_0$, тогда

$$E_p(s_x) = \frac{\xi k s_x}{1 + \xi} + E_0. \quad (6)$$

Функция $E_p(s_x)$ в конце срока использования почворезущих элементов определится как

$$E_p(s_n) = \frac{\xi k s_n}{1 + \xi} + E_0. \quad (7)$$

Межремонтную наработку почворезущих элементов в последний межремонтный период $s_n - s_{n-1}$ находим при совместном решении уравнений (3) и (7)

$$\Delta s_n = \frac{E_{max} - E_0}{k} - \frac{\xi s_n}{1 + \xi}. \quad (8)$$

Формулы (6) — (8) позволяют рассчитать основные показатели, характеризующие технологическую долговечность режущих элементов почвообрабатывающих орудий.

Проверку адекватности математической модели и определение входящих в нее величин k и ξ производили по результатам полевых исследований различных конструкций почворезущих элементов. Показателем точности выполнения технологической операции режущих элементов служило среднее квадратичное отклонение глубины обработки a от глубины a_0 , на которую были установлены рабочие органы до начала опытов.

Точность определения показателей долговечности плужных лемехов, подсчитанных по теоретическим зависимостям, отличается от результатов, полученных опытным путем в условиях эксплуатации, не более чем на 19 %.

Разработанная модель технологической долговечности применима к любым конструкциям почворезущих элементов. При наличии достаточного статистического материала, расчетных методов износа и показателей выбраковки модель позволяет прогнозировать долговечность режущих элементов еще на стадии проектирования почвообрабатывающих орудий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Амалницкий В. В. Модель технологической долговечности оборудования. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 4, с 120—123. [2]. Селиванов А. И. Основы теории старения машин. — М.: Машиностроение, с. 114—195.

Поступила 5 июня 1980 г.

УДК 674-412.001.572

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХЛЫСТОВ ДЛЯ ТИПОВЫХ АСУТП
ПРОИЗВОДСТВА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

*В. С. ПЕТРОВСКИЙ, М. С. ЕФРЕМОВ, О. И. ГОРБАНЬ,
В. П. ХРЕНОВА*

Воронежский лесотехнический институт

В связи с повышением надежности управляющих вычислительных машин (УВМ) появилась реальная возможность внедрения автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) на мелких предприятиях, в том числе в леспромхозах (ЛПХ). С целью сокращения стоимости АСУ их разрабатывают типовыми.

Известно, что математическое обеспечение АСУТП включает в себя математические модели производства, в том числе модели объекта труда. Один из основных объектов труда ЛПХ — хлыст, математическую модель которого рассмотрим в настоящей статье.

Существуют разнообразные математические модели хлыста [1, 6, 7]. Все они достаточно просты, поскольку разрабатывались в основном для ручного счета, но имеют малую точность и применяются для работы с древесиной только конкретного региона; следовательно, эти модели негодны для использования их в типовых АСУ, которые предпола-

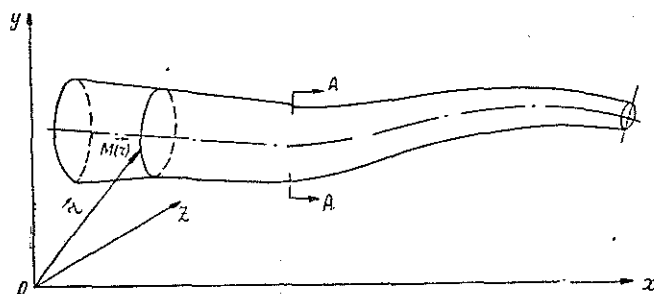
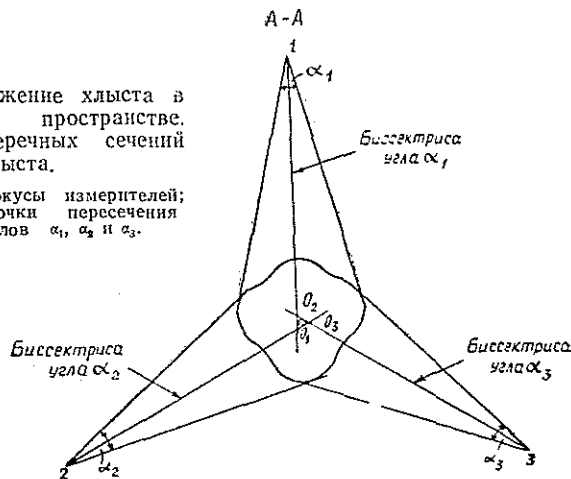


Рис. 1. Положение хлыста в трехмерном пространстве. Центры поперечных сечений хлыста.

1, 2, 3 — фокусы измерителей;
 O_1, O_2, O_3 — точки пересечения
биссектрис углов α_1, α_2 и α_3 .



гается размещать в различных районах СССР. Полагаем, что в АСУТП, создаваемых для разделки древесины в ЛПХ, установлены датчики для измерения параметров хлыста с требуемой скоростью и требуемого качества. В этом случае математическая модель хлыста может строиться на достаточно большом количестве информации, получаемой в ходе технологического процесса раскряжевки конкретного хлыста, и параметры модели могут определяться «сходу». Этим самым обеспечивается универсальность модели, т. е. пригодность ее для АСУТП, размещенных в любом регионе.

Наиболее важные характеристики хлыста (определяющие размеры и качество выпиливаемых из него сортиментов, согласно ГОСТам 9462—71 и 9463—72 на лесоматериалы круглые лиственных и хвойных пород): длина, диаметры поперечных сечений хлыста, размеры гнилей и их местоположение на хлысте, распределение сучков, наличие пазынок, двойных вершинок, червоточин, трещин, наклонных волокон, двойных сердцевин и их положений на хлысте и других пороков. Математическая модель хлыста должна описывать перечисленные выше характеристики, поэтому ее удобно представить в виде m -мерного вектора $\vec{F}(r)$ (здесь \vec{F} — m -мерный вектор, координаты которого есть F_i

($i = \overline{1, m}$); \vec{r} — вектор, проведенный из начала координат в некоторую точку M (рис. 1), принадлежащую хлысту). При этом будем полагать, что каждая координата F_i описывает какую-либо одну из характеристик хлыста.

Математическая модель образующей хлыста. Если предположить, что хлыст расположен вдоль оси x и начало координат системы отсчета совпадает с комлем, то зависимость диаметра хлыста от его текущей длины может быть выражена в виде:

$$d = F_1(x); \quad 0 \leq x \leq H, \quad (1)$$

где d — диаметр хлыста;
 H — длина хлыста.

Поскольку диаметры измеряют не непрерывно, а через некоторые интервалы, то

$$d_i = F_1(x_i); \quad 0 \leq x_i \leq H. \quad (2)$$

Здесь $i = \overline{1, n}$;

n — число измерений диаметров хлыста.

В выражении (2) не ясно, что подразумевается под диаметром d и как выбрать число измерений n . Поперечники хлыстов, как правило, не круглые, поэтому под диаметром обычно подразумевают некоторую среднюю величину. При измерении в двух направлениях

$$d_i = \frac{1}{2}(d_{i_1} + d_{i_2});$$

при измерении в трех направлениях

$$d_i = \frac{1}{3}(d_{i_1} + d_{i_2} + d_{i_3}),$$

где $d_{i_1}, d_{i_2}, d_{i_3}$ — диаметры поперечных сечений хлыстов, измеряемые соответственно в одном, двух и трех направлениях.

Число измерений n можно определить исходя из обеспечения заданной точности воспроизведения непрерывной функции (1) дискретной функцией (2).

Минимальное количество отсчетов n определяют по формуле [8]:

$$n = \frac{\omega_B}{\pi} H.$$

Здесь ω_B — величина, связанная с относительным средним квадратичным отклонением ε следующим соотношением:

$$\varepsilon = \frac{\int_{-\infty}^{-\omega_B} |F_1(\omega)|^2 d\omega + \int_{\omega_B}^{\infty} |F_1(\omega)|^2 d\omega}{\int_{-\infty}^{\infty} |F_1(\omega)|^2 d\omega}, \quad (3)$$

где

$$F_1(\omega) = \int_0^H F_1(x) e^{ix\omega} dx. \quad (4)$$

Поскольку значения интегралов, стоящих в формуле (3), мало зависят от тонкой структуры функции (1) [4], то в выражении (4) в качестве подынтегральной функции может быть принята любая из аппроксимирующих функций хлыста из числа представленных в работах [1, 6, 7]. Например, при аппроксимации полиномом

$$F_1(x) = d_{0,5} \sum_{k=0}^4 a_k x^k$$

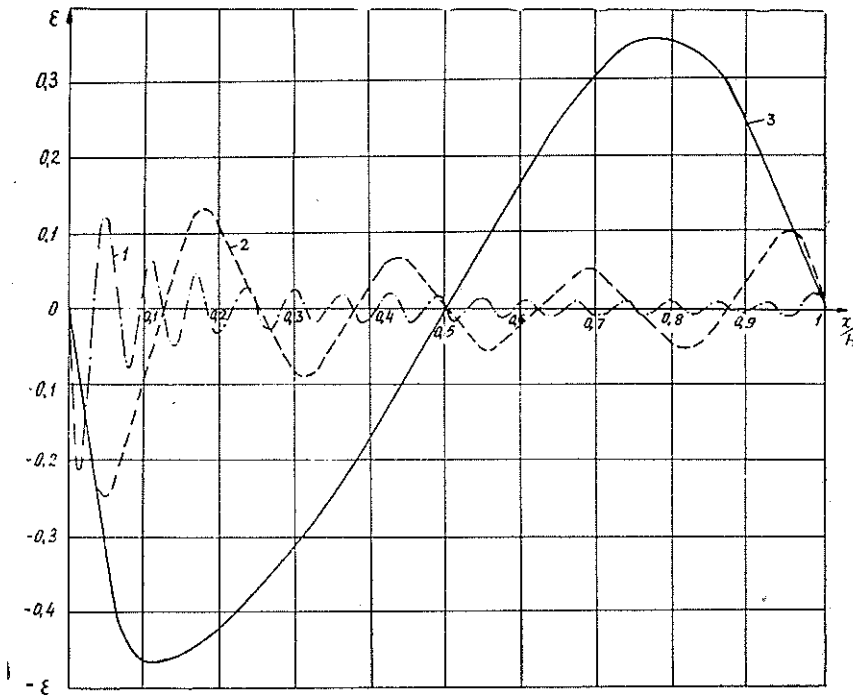


Рис. 2. Зависимость ошибки аппроксимации ε образующей хлыста от числа измерений n и относительной координаты x/H .

x — координата текущего сечения хлыста; H — длина хлыста; x/H — относительная координата текущего сечения хлыста; 1 — $n_1=33$; 2 — $n_2=9$; 3 — $n_3=3$.

(где $d_{0,5}$ — диаметр хлыста на половине его длины; α_k — коэффициенты, характеризующие породу хлыста), описывающим образующую ели, произрастающей в южных районах Красноярского края [6], взаимосвязь между числом измерений n и ошибкой аппроксимации ϵ образующей хлыста имеет вид, приведенный на рис. 2.

Математическая модель, описывающая размеры гнилей. Качество сортиментов, выпиливаемых из хлыстов, существенно зависит от длины и относительного диаметра древесины, пораженной гнилью. Например, в лесоматериалах толщиной от 26 до 38 см не допускается ядровая гниль более одной четверти диаметра соответствующего торца с выходом на один торец [3].

Следовательно, модель, описывающая размеры гнили, подобно модели образующей должна определять диаметр гнили в любом поперечном сечении хлыста, т. е.

$$\delta_i = F_2(x_i); \quad 0 \leq x_i \leq H,$$

где δ_i — диаметр гнили;
 x_i — координата поперечного сечения, в котором производится его определение;

$$i = \overline{1, l}.$$

Здесь l — число измерений диаметров гнилей.

Математическая модель, описывающая кривизну хлыста. Кривизной называется искривление продольной оси сортимента по длине. Различают кривизну простую и сложную. Простая характеризуется изгибом в одной плоскости, сложная — изгибами в нескольких плоскостях [5]. Следовательно, перед раскромом хлыст должен быть идентифицирован по кривизне его оси. В литературе по древесине мы не нашли данных по определению оси сортимента или хлыста. Поэтому здесь за ось хлыста принимаем геометрическое место точек, являющихся центрами поперечных сечений хлыстов или сортиментов. Под центрами поперечных сечений хлыстов будем понимать точки пересечения биссектрис углов, вершинами которых являются фокусы измерителей, стороны которых касательны к поперечному сечению (рис. 1). Если измерение поперечного сечения производится в двух направлениях, то имеем один центр поперечного сечения. При измерении в трех направлениях в общем случае имеем три таких центра, однако для круглого поперечника все они сольются в одной точке, являющейся центром окружности. Расстояния между центрами, полученными таким образом, могут служить мерой отклонения формы попереч-

ника хлыста от круга. Далее положение центра $M_i(\vec{r}_i)$ будем характеризовать по среднему значению, полученному по измерениям в трех направлениях. Кривизну оси хлыста в точке $M_i(\vec{r}_i)$ будем характеризовать радиусом R_i окружности, проходящей через эту точку и две соседние точки $M_{i-1}(\vec{r}_{i-1})$ и $M_{i+1}(\vec{r}_{i+1})$.

$$R_i = \left| \vec{r}_{i-1} - \frac{\vec{r}_i + \vec{q}_{i,i-1}}{2} \right|,$$

где $\vec{q}_{i,i-1}$ — перпендикуляр, проведенный из середины вектора $\vec{r}_i = \vec{r}_i - \vec{r}_{i-1}$ в центр окружности, проведенной через точки M_{i-1}, M_i, M_{i+1} .

Вектор $\vec{q}_{i,i-1}$ находится из совместного решения уравнений

$$\vec{q}_{i+1,i} - \vec{q}_{i,i-1} + \frac{\vec{r}_{i+1} + \vec{r}_{i-1}}{2} = 0;$$

$$\vec{q}_{i+1,i-1} - \vec{q}_{i,i-1} + \frac{\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i}{2} = 0;$$

$$\vec{q}_{i,i-1} (\vec{r}_i - \vec{r}_{i-1}) = 0;$$

$$\vec{q}_{i+1,i} (\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i) = 0;$$

$$\vec{q}_{i+1,i-1} (\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_{i-1}) = 0.$$

Здесь $\vec{q}_{i+1,i}$ и $\vec{q}_{i+1,i-1}$ — перпендикуляры, проведенные из середины векторов $\vec{r}_2 = \vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i$ и $\vec{r}_3 = \vec{r}_{i+1} - \vec{r}_{i-1}$.

Ось хлыста можно считать прямолинейной на отрезке $\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_{i-1}$, если радиусы R_i равны или больше некоторой величины R . Величина R определяется требованиями [2, 3] на круглые лесоматериалы.

Математическая модель сучков хлыста. Качество круглых лесоматериалов, выпиливаемых из хлыстов, существенно зависит от числа и размеров сучков. Например, в средних лесоматериалах сучки диаметром более 10 мм не допускаются в древесине первого сорта, а диаметром более 30 мм — в древесине второго сорта [3]. В соот-

ветствии с этим на каждом отрезке хлыста $\vec{r}_i - \vec{r}_{i-1}$ должны фиксироваться сучки диаметром более 10, 30 и 80 мм, если диаметр отрезка хлыста находится в диапазоне 14—24 см, и сучки диаметром более 15, 50 или 100 мм, если диаметр отрезка более 26 см.

Таким образом, математическая модель хлыста, описывающая геометрические размеры хлыста, размеры и местоположение основных пороков, обеспечивает возможность оптимального раскря хлыста на сортименты с учетом их качественных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вильке Г. А. Автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. [2]. ГОСТ 9462—71. Лесоматериалы круглые лиственных пород. [3]. ГОСТ 9463—72. Лесоматериалы круглые хвойных пород. [4]. Ефремов М. С., Работкин В. А., Сальников И. М. Спектры излучений радиопульсов с характерными амплитудными искажениями. — Радиотехника, 1975, т. 30, № 3. [5]. Круглые лесоматериалы: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. [6]. Петровский В. С. Автоматическая оптимизация раскря древесных стволов — М.: Лесн. пром-сть, 1970. [7]. Степачев Г. А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. [8]. Хургин Я. И., Яковлев В. П. Методы теории целых функций в радиопроизводстве, теории связи и оптике. — М.: ГИФМЛ, 1962.

Поступила 7 июля 1980 г.

УДК 630*848.7

БУФЕРНЫЕ ЕМКОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В ПОТОКАХ ЛЕСОЗАГОТОВОК

Н. Ф. КОВАЛЕВ, А. С. ФЕДОРЕНЧИК

Белорусский технологический институт

Необходимость создания гибких связей в потоках лесозаготовок при последовательном передвижении предметов труда по местам их обработки обусловлена стремлением обеспечить условия для более производительной работы машин в потоке и, в принципе, сомнений или возражений не вызывает. Запасы и емкости буферов полезны в связи с неполной надежностью оборудования и колебаниями его производительности за малый фиксированный отрезок времени, обусловленными различием схем раскроя и размерно-качественных характеристик сырья.

Если машины в поточной линии установлены с буферными емкостями и достаточными запасами сырья между ними, что является признаком гибкой связи, то отрицательное влияние на работу каждой машины могут оказывать только соседние механизмы. Все следующие гасят свое воздействие (требование на остановку) за счет буферной емкости или запаса. Это обстоятельство при анализе функционирования линии дает право рассматривать поочередно взаимодействие только двух соседних машин (групп машин).

В настоящей работе дан ответ на вопрос о том, какими должны быть размеры запасов и емкостей буферов, какой производительностью должны обладать машины в потоке для выполнения производственной программы, как следует компоновать потоки с точки зрения производительности машин.

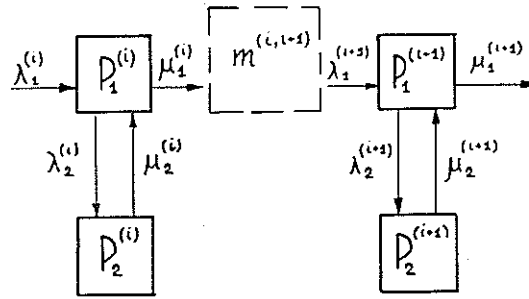
Пусть i -тая и $(i+1)$ -я машины в потоке, имеющем n машин, стыкуются с буферной емкостью $m^{(i, i+1)}$, состоящей из свободной части $m_1^{(i, i+1)}$ для складирования предметов труда от i -той машины при отказе $(i+1)$ машины и части $m_2^{(i, i+1)}$ (запас сырья), необходимой для питания $(i+1)$ машины при отказе i -той.

Как показали исследования [1, 4], по интенсивности отказов и восстановления лесозаготовительной техники действующие потоки могут быть отнесены к марковским (простейшим): они стационарны, ординарны, с определенной условностью можно считать, что в них нет последствия.

Тогда функционирование машин в потоке можно оценить с помощью методов теории массового обслуживания. Возможны только два состояния каждой машины в потоке: состояние работы (работоспособность) и состояние отказа. Граф состояний двух смежных машин в потоке представлен на рисунке, где введены следующие обозначения:

$P_1^{(i)}$ и $P_1^{(i+1)}$ — вероятность состояния работы соответственно i -той и $(i+1)$ -й машин в потоке;

$P_2^{(i)}$ и $P_2^{(i+1)}$ — вероятность состояния отказа соответственно i -той и $(i+1)$ -й машин в потоке;



$\lambda_1^{(i)}$ и $\lambda_1^{(i+1)}$ — интенсивность поступления сырья на обработку соответственно на i -тую и $(i+1)$ -ю машины, шт./мин;

$\mu_1^{(i)}$ и $\mu_1^{(i+1)}$ — интенсивность обработки сырья соответственно на i -той и $(i+1)$ -й машинах, шт./мин;

$\lambda_2^{(i)}$ и $\lambda_2^{(i+1)}$ — интенсивность отказов соответственно i -той и $(i+1)$ -й машин, 1/мин;

$\mu_2^{(i)}$ и $\mu_2^{(i+1)}$ — интенсивность восстановления i -той и $(i+1)$ -й машин, 1/мин;

$m^{(i, i+1)}$ — общий размер буферной емкости между i -той и $(i+1)$ -й машинами.

Дифференциальные уравнения состояний:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_1^{(i)}}{dt} &= \mu_2^{(i)} P_2^{(i)} - \lambda_2^{(i)} P_2^{(i)}; \\ \frac{dP_2^{(i)}}{dt} &= \lambda_2^{(i)} P_1^{(i)} - \mu_2^{(i)} P_2^{(i)}; \\ \frac{dP_1^{(i+1)}}{dt} &= \mu_2^{(i+1)} P_2^{(i+1)} - \lambda_2^{(i+1)} P_1^{(i+1)}; \\ \frac{dP_2^{(i+1)}}{dt} &= \lambda_2^{(i+1)} P_1^{(i+1)} - \mu_2^{(i+1)} P_2^{(i+1)}. \end{aligned} \right\} (1)$$

За значительное время значения вероятностей состояний приближаются к вполне определенным величинам, а их дифференциалы — к нулю.

Кроме того, соблюдаются условия:

$$P_1^{(i)} + P_2^{(i)} = 1; \quad P_1^{(i+1)} + P_2^{(i+1)} = 1. \quad (2)$$

При решении систем уравнений (1) с учетом условий (2) получаем

$$\left. \begin{aligned} P_1^{(i)} &= \frac{1}{1 + \frac{\lambda_2^{(i)}}{\mu_2^{(i)}}} = K_T^{(i)}; \\ P_2^{(i)} &= \frac{1}{1 + \frac{\mu_2^{(i)}}{\lambda_2^{(i)}}} = 1 - K_T^{(i)}; \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} P_1^{(i+1)} &= \frac{1}{1 + \frac{\lambda_2^{(i+1)}}{\mu_2^{(i+1)}}} = K_T^{(i+1)}; \\ P_2^{(i+1)} &= \frac{1}{1 + \frac{\mu_2^{(i+1)}}{\lambda_2^{(i+1)}}} = 1 - K_T^{(i+1)}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь $K_T^{(i)}$ и $K_T^{(i+1)}$ — внутрисменный коэффициент технической готовности (технического использования) соответственно i -той и $(i + 1)$ -й машин (это статистические величины с законом распределения, являющимся в принципе общим и для отношений $\frac{\lambda}{\mu}$ или $\frac{t_{np}}{t_p}$).

В технологическом потоке с гибкими связями за значительный промежуток времени устанавливается интенсивность обработки μ . Однако каждый механизм за короткий промежуток времени безотказной работы кроме установившейся интенсивности обработки μ , свойственной потоку, должен иметь дополнительную интенсивность, которая призвана обеспечить готовность резервного запаса $m_2^{(i, i+1)}$ или емкости $m_1^{(i, i+1)}$ для их срабатывания при наступлении очередного отказа. В общем случае величины $m_1^{(i, i+1)}$ и $m_2^{(i, i+1)}$ определяются из выражений

$$m_1^{(i, i+1)} = K\mu t_{np}^{(i+1)}; \quad m_2^{(i, i+1)} = K\mu t_{np}^{(i)}, \quad (4)$$

где $t_{np}^{(i+1)}$ и $t_{np}^{(i)}$ — время отказа соответственно $(i + 1)$ -й и i -той машин, установленное с высокой вероятностью (0,8 и выше), мин;

K — коэффициент разброса μ в соответствии с нормальным законом распределения параметров деревьев в насаждениях.

Значения коэффициента K в зависимости от вероятности P приведены в таблице [2].

P	K	P	K
0,99999994	5,0	0,9282	1,8
0,99960 00	2,6	0,8064	1,3
0,95440000	2,0	0,7286	1,1

Необходимые интенсивности обработки предметов труда для имеющегося оборудования не могут превышать максимально возможных $\mu_T^{(i)}$, м³/мин (шт./мин), определенных по техническим характеристикам для конкретных условий производства.

Тогда

$$\mu_T^{(i)} = \mu + \frac{m_2^{(i, i+1)}}{t_p^{(i)}}; \quad \mu_T^{(i+1)} = \mu + \frac{m_1^{(i, i+1)}}{t_p^{(i+1)}}. \quad (5)$$

Здесь $t_p^{(i)}$ и $t_p^{(i+1)}$ — продолжительность безотказной работы (наработка на отказ) i -той и $(i + 1)$ -й машин, мин (устанавливается как статистическая величина

с вероятностью, например 0,2, а иногда с вероятностью 0,1, в соответствии с законом распределения).

Используя выражения (4) и (5), можно определить интенсивность обработки μ , свойственную потоку,

$$\mu = \frac{\mu_T^{(i)}}{1 + \frac{Kt_{\text{пр}}^{(i)}}{t_p^{(i)}}} = \frac{\mu_T^{(i)}}{K \left(\frac{1}{K_T^{(i)}} - 1 \right) + 1}; \quad (6)$$

$$\mu = \frac{\mu_T^{(i+1)}}{1 + \frac{Kt_{\text{пр}}^{(i+1)}}{t_p^{(i+1)}}} = \frac{\mu_T^{(i+1)}}{K \left(\frac{1}{K_T^{(i+1)}} - 1 \right) + 1}. \quad (7)$$

Наименьшее из полученных значений μ определяет производительность потока.

Общий размер емкости

$$m^{(i, i+1)} = m_1^{(i, i+1)} + m_2^{(i, i+1)}. \quad (8)$$

Сменная производительность потока ($\text{м}^3/\text{шт.}$) при гибких связях выражается в виде

$$P_r = \mu T \varphi K_T^6, \quad (9)$$

где T — продолжительность смены за вычетом подготовительно-заключительного времени и времени нормированного отдыха, мин;

K_T^6 — внутрисменный коэффициент технической готовности буфера; статистическая величина. (По данным работы [3], значение этого коэффициента находится в пределах 0,96—0,99);

φ — коэффициент, учитывающий простои по организационным и другим причинам.

При жестких связях машин в потоке, когда между ними нет буферных емкостей и запасов, производительность потока

$$P_{\text{ж}} = \frac{\mu_{\text{то}}^{(i)} \varphi T}{\prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{\lambda_2^{(i)}}{\mu_2^{(i)}} \right)} = \mu_{\text{то}}^{(i)} \varphi T \prod_{i=1}^n K_T^{(i)}. \quad (10)$$

Здесь $\mu_{\text{то}}^{(i)}$ — определяющее (минимальное) значение интенсивности обработки сырья из полученных по техническим характеристикам машин потока.

Рост производительности потока за счет введения гибкой связи имеет вид

$$\Delta P = P_r - P_{\text{ж}}. \quad (11)$$

Если коэффициент технической готовности буферных магазинов высок и число машин в потоке $n \leq 3$, то введение буферных магазинов в поточную линию не всегда ведет к существенному увеличению производительности потока.

При комбинированных связях машин в потоке часть машин стыкуется между собой при помощи буферных емкостей, а часть — без емкостей. Каждую группу (систему) из двух и более машин, имеющих жесткую связь, можно рассматривать как одну машину с их общей

технически возможной производительностью (интенсивностью обработки) μ_T^M .

Безотказность системы, имеющей жесткие связи элементов, при экспоненциальном законе распределения определяют по закону произведения надежностей

$$P_c(t) = e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2 t} \dots e^{-\lambda_{n-1} t} = e^{-\sum_{j=1}^{n-1} \lambda_j t} = e^{-\lambda_c t}. \quad (12)$$

Здесь $P_c(t)$ — вероятность безотказной работы системы;
 λ_c — интенсивность отказов системы, 1/мин.

Среднее время безотказной работы системы находят по формуле

$$\bar{t}_p = \frac{1}{\lambda_c}. \quad (13)$$

Продолжительность безотказной работы системы

$$t_p(P) = -\bar{t}_p \ln P, \quad (14)$$

где P — вероятность того, что время работы не будет меньше $t_p(P)$.

После замены группы машин, имеющих жесткую связь, одной размер буферной емкости между машинами и производительность потока с комбинированными связями машин определяют как для потока с гибкими связями соответственно из выражений (8) и (9).

Разница в технических производительностях смежных машин в потоке с буферными емкостями

$$\mu_T^{(i+1)} - \mu_T^{(i)} = \frac{m_1^{(i, i+1)}}{t_p^{(i+1)}} - \frac{m_2^{(i, i+1)}}{t_p^{(i)}}$$

положительна в том случае, если

$$\frac{m_1^{(i, i+1)}}{t_p^{(i+1)}} > \frac{m_2^{(i, i+1)}}{t_p^{(i)}} \quad \text{или} \quad \frac{t_{\text{пр}}^{(i+1)}}{t_p^{(i+1)}} > \frac{t_{\text{пр}}^{(i)}}{t_p^{(i)}}. \quad (15)$$

Следовательно, если отношение времени простоя ко времени безотказной работы $(i+1)$ -й машины больше, чем i -той машины, то в потоке производительность $(i+1)$ -й машины должна быть выше, чем i -той. Условие равенства производительностей смежных машин (систем машин) при $\mu_T^{(i+1)} = \mu_T^{(i)}$

$$t_{\text{пр}}^{(i+1)} = \frac{t_p^{(i+1)}}{t_p^{(i)}} t_{\text{пр}}^{(i)}. \quad (16)$$

Рассмотрим пример. В состав потока входят три установки. Для конкретных условий (объем хлыста, схема раскряжевки и т. д.) известны технически возможные производительности: 35 м³/ч или 0,58 м³/мин у ПСЛ-2 и ТС-7; 30 м³/ч или 0,5 м³/мин у ПЛХ-ЗАС; $t_{\text{пр}}^{(1)} = 4,75$ мин; $t_{\text{пр}}^{(2)} = 5$ мин; $t_{\text{пр}}^{(3)} = 3$ мин; $t_p^{(1)} = 19$ мин; $t_p^{(2)} = 20$ мин; $t_p^{(3)} = 27$ мин; $K_T^{(1)} = 0,8$; $K_T^{(2)} = 0,8$; $K_T^{(3)} = 0,9^*$; $T = 380$ мин; $\varphi = 0,95$; $K = 1,3$; $K_T^6 = 0,975$. Требуется определить производительность потока при жесткой, гибкой и комбинированной связях, а также размеры буферных емкостей.

По формуле (10) определяем сменную производительность потока при жесткой связи

$$P_{ж} = 0,5 \cdot 0,95 \cdot 380 \cdot 0,8^2 \cdot 0,9 = 104 \text{ м}^3/\text{см}.$$

* Время отказа и продолжительности безотказной работы взяты для малоинтенсивного оборудования по данным Мостовского ЛПХ с вероятностью $P = 0,9$ для отказов и $P = 0,1$ для работы.

Используя выражения (6) и (7) для различных i , получаем производительность потока с гибкими связями для первой машины

$$\mu = \frac{\mu_T^{(1)}}{1 + \frac{Kt_{np}^{(1)}}{t_p^{(1)}}} = \frac{0,58}{1 + \frac{1,3 \cdot 4,75}{19}} = 0,437 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Аналогично $\mu = 0,377 \text{ м}^3/\text{мин}$ для второй и $\mu = 0,507 \text{ м}^3/\text{мин}$ для третьей машины.

Интенсивность обработки потока μ определяет раскряжевочная установка ПЛХ-ЗАС, имеющая наименьшее значение μ . Тогда по формуле (9) производительность потока с гибкими связями

$$P_T = 0,377 \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,975 = 132,7 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Следовательно, за счет введения гибкой связи получен прирост производительности потока $\Delta P = 28,7 \text{ м}^3$, что составляет 28 %.

Используя выражения (4) и (8), определяем размеры буферных емкостей между ПСЛ-2 и ПЛХ-ЗАС, а также между ПЛХ-ЗАС и ТС-7.

$$m^{(1,2)} = 1,3 \cdot 0,377 \cdot 5 + 1,3 \cdot 0,377 \cdot 4,75 = 4,78 \text{ м}^3, \text{ или } 10 \text{ хлыстов};$$

$$m^{(2,3)} = 1,3 \cdot 0,377 \cdot 3 + 1,3 \cdot 0,377 \cdot 5 = 3,92 \text{ м}^3, \text{ или } 50 \text{ сортиментов.}$$

В практике буферная емкость часто устанавливается только между ПСЛ-2 и ПЛХ-ЗАС, т. е. имеет место комбинированная связь машин в потоке. Условно представим ПЛХ-ЗАС и ТС-7 как одну машину (систему). Ее техническая производительность определяется как для ПЛХ-ЗАС и равна $\mu_T^c = 0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$. Используя выражения (12)—(14), с вероятностью $P = 0,1$ определяем время безотказной работы системы $t_p^c = 11,5 \text{ мин}$. Время отказа системы равно времени отказа ПЛХ-ЗАС, т. е. $t_{np}^c = 5 \text{ мин}$. Тогда, согласно выражениям (6) и (7), определяем μ потока: для одной машины (ПСЛ-2)

$$\mu = \frac{0,58}{1 + \frac{1,3 \cdot 4,75}{19}} = 0,437 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

для группы машин (ПЛХ-ЗАС и ТС-7)

$$\mu = \frac{0,5}{1 + \frac{1,3 \cdot 5}{11,5}} = 0,319 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Интенсивность обработки рассматриваемого потока определяет система из ПЛХ-ЗАС и ТС-7, имеющая меньшее значение μ . Тогда по формуле (9) производительность потока с комбинированными связями

$$P_T^k = 0,319 \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,975 = 112,3 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Наличие буферной емкости только между ПСЛ-2 и ПЛХ-ЗАС увеличивает производительность потока, по сравнению с жестким расположением установок в потоке, для рассматриваемого примера на $8,3 \text{ м}^3/\text{см.}$, или на 7,7 %. При этом из выражений (4), (8) размер буферной емкости

$$m^{(1,2)} = 1,3 \cdot 0,319 \cdot 5 + 1,3 \cdot 0,319 \cdot 4,75 = 4,04 \text{ м}^3, \text{ или } 8 \text{ хлыстов.}$$

Из примера видно, что поток с гибкими связями обладает наибольшей производительностью; установка буферной емкости между ПЛХ-ЗАС и ТС-7 позволит увеличить производительность потока с комбинированными связями (есть буфер только между ПСЛ-2 и ПЛХ-ЗАС) на $20,4 \text{ м}^3/\text{см.}$, или 18,2 %. Без резервных лесонакопителей и при несвоевременной очистке заполненных, приводящих к дополнительным остановкам машины ТС-7, эффективность установки буферной емкости между ПЛХ-ЗАС и ТС-7 становится еще выше.

Используя выражение (15), в рассматриваемом примере определим необходимые технические производительности машин в потоке с гибкими связями. Для машин ПСЛ-2 и ПЛХ-ЗАС соблюдается условие (16), указывающее на то, что $\mu_T^{(1)}$ (ПСЛ-2)

и $\mu_T^{(2)}$ (ПЛХ-ЗАС) могут быть равны. Для ПЛХ-ЗАС и ТС-7 получим $\frac{t_{пр}^{(3)}}{t_p^{(3)}} < \frac{t_{пр}^{(2)}}{t_p^{(2)}}$.

Отсюда техническая производительность ПЛХ-ЗАС может быть выше, чем ТС-7.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Батин И. В., Дудюк Д. Л. Основы теории и расчета автоматических линий лесопромышленных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [2]. Вильке Г. А. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. [3]. Ковалев Н. Ф., Турлай И. В. Гибкие связи в технологических потоках. — Лесн. пром-сть, 1977, № 11. [4]. Эксплуатационная надежность полуавтоматических линий лесной промышленности / Д. К. Воевода, Н. Ф. Ковалев, В. В. Назаров, А. К. Теслюк. — М.: Лесн. пром-сть, 1971.

Поступила 1 октября 1980 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 674 : 658

**ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА БЕЛОРУССИИ
И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

А. Д. ЯНУШКО, Б. Н. ЖЕЛИБА

Белорусский технологический институт

БССР — один из немногих регионов страны, где в настоящее время принято направление на интеграцию лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств при самостоятельном функционировании лесного хозяйства, возглавляемого соответствующим министерством.

По состоянию на 31 декабря 1979 г. лесное хозяйство республики было представлено 93 лесхозами, осуществляющими лесовыращивание и переработку древесины промежуточного пользования; лесная и деревообрабатывающая промышленность — 25 объединениями (предприятиями).

Деревообрабатывающие предприятия республики испытывают хронический недостаток в сырье, что объясняется объективными причинами. В республике мало спелых лесов, они занимают примерно 5 % всех лесопокрытых площадей. Плохо обеспечивается и своевременная доставка древесины нужного сортиментного состава. Требуется лучшее решение задачи максимального использования маломерной и лиственной древесины. У лесозаготовителей свои трудности: разбросанность и изреженность отводимого им лесосечного фонда, увеличение расстояний вывозки, острый дефицит трудовых ресурсов.

Для преодоления указанных трудностей, более слаженного взаимодействия лесозаготовителей и деревообработчиков, увеличения выхода конечной продукции на единицу производственных ресурсов, повышения эффективности производства Минлеспром БССР проводит постепенную перестройку организационных форм производственных единиц. В 1979 г. система министерства была представлена одиннадцатью лесозаготовительными предприятиями и объединениями, восемью деревообрабатывающими и шестью лесозаготовительно-деревообрабатывающими (интегрированными) объединениями:

I группа — лесозаготовительные	II группа — дерево- обрабатывающие	III группа — лесозаготови- тельно-дерево- обрабатывающие
1. Витебский ЛПХ	1. Барановичдрев	1. Бобруйскдрев
2. Гомельлес	2. Витебскдрев	2. Борисовдрев
3. Житковичлес	3. Гомельдрев	3. Ивацевичдрев
4. Лунинецлес	4. Минскдрев	4. Мозырьдрев
5. Могилевский ЛПХ	5. Минскпроектмебель	5. Мостовдрев
6. Молодечнолес	6. Могилевдрев	6. Пинскдрев
7. Мозырьлес	7. Минскмебель	
8. Оршанский ЛПХ	8. Речицадрев	
9. Плещинцлес		
10. Полоцклес		
11. Червенский ЛПХ		

Например, деревообрабатывающему объединению Бобруйскдрев были переданы (с лишением юридической самостоятельности) Бобруйский и Осиповичский леспромхозы, Борисовдреву — Борисовский леспромхоз. Проанализируем производственную деятельность объединений по группам. В таблице приведены показатели, которые служат общепризнанными критериями эффективности производственной деятельности. Все показатели рассчитаны как средние величины.

Показатели эффективности производства объединений

Показатели	Группы (типы) объединений		
	I	II	III
Общая рентабельность, %	24,0	35,9	33,5
Прибыль на 1 р. основных производственных фондов, р.	0,20	0,42	0,39
То же на 1 р. нормируемых оборотных средств, р.	1,10	2,73	2,78
Рентабельность продукции, %	13,2	25,2	25,5
Фондоотдача, р.	0,83	0,85	0,85
Производительность труда, р.	2883	5175	4085
Затраты на 1 р. товарной продукции, р.	0,94	0,80	0,79
Коэффициент оборачиваемости оборотных средств	8,5	13,0	14,0
Коэффициент использования календарного времени по автотранспорту (вывозка древесины)	0,55	—	0,59

По известным причинам лесозаготовительное производство отличается более низкими показателями эффективности в сравнении с деревообрабатывающим, что можно видеть, сопоставляя данные I и II групп объединений (предприятий). При механическом слиянии двух видов производств следует ожидать, что показатели III группы объединений займут промежуточное положение. Обратимся к материалам таблицы. В целом показатели интегрированных объединений близки к соответствующим показателям деревообрабатывающих объединений.

Фондоотдачу и производительность труда определяли на основе чистой продукции. Как известно, сравнивать производительность труда на лесозаготовках и в деревообработке по показателю товарной продукции не имеет смысла. Чистая продукция имеет более объективные предпосылки для подобных сравнений. Тем не менее и здесь деревообработчики получают внешние преимущества: их продукция более рентабельна, что и отразилось на показателе производительности труда.

Из приведенного перечня показателей, на наш взгляд, особо выразительны величины, в большей мере характеризующие эффективность использования оборотных средств, основу которых составляет древесина (готовая продукция в лесозаготовительном производстве, сырье в деревообрабатывающем). Несмотря на то, что по общей рентабельности лесозаготовительно-деревообрабатывающие объединения несколько уступают деревообрабатывающим, прибыль на 1 р. нормируемых оборотных средств, как и рентабельность продукции, у них выше. Скорейшая доставка древесины покупателю, рационализация акта купли — продажи — залог ускорения оборачиваемости оборотных средств (о чем свидетельствует соответствующий коэффициент). В объединении Бобруйскдрев коэффициент оборачиваемости один из самых высоких — более 15.

Очевидно, слиянием лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств достигается качественное улучшение их функционирования, основа которого — органичное взаимодействие поставщика и

потребителя. Прежде всего, улучшается снабжение деревообработки древесиной с требуемыми качественными и количественными характеристиками. В определенном смысле за деревообрабатывающими производствами закрепляется постоянная сырьевая база. Кроме того, представляется возможным: 1) доставлять круглый лес в основном автомобильным транспортом и тем самым избавиться от существующих перебоев в снабжении по вине железной дороги; 2) в ряде случаев операции нижнего склада проводить на бирже, доставляя деревообработчику лес в хлыстах; 3) маневрировать производственными ресурсами, о чем, в частности, может говорить более высокий коэффициент использования транспорта по времени у смешанных объединений.

Необходимо, однако, отметить, что сами деревообрабатывающие объединения (и в том числе предприятия в интегрированных объединениях) не однородны по составу и структуре. В приведенном перечне имеются объединения, основу которых составляют либо лесопиление и производство строительных конструкций (Минскдрев, Могилевдрев), либо мебельное производство (Минскмебель, Бобруйскдрев). Это, безусловно, накладывает отпечаток на показатели их деятельности. Скажем, коэффициент оборачиваемости оборотных средств выше у производств с коротким производственным циклом (лесопиление), мебельные производства — наиболее высококорентабельны и т. п. Тем не менее усреднение показателей по группам, с одной стороны, сглаживает названные особенности; с другой, приведенные относительные величины, являясь обобщающими критериями эффективности производства, ориентируют на лучшие комбинации деревообрабатывающих производств.

Объединения, созданные на основе интеграции лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств, имеют сравнительно небольшой опыт работы и несомненно будут совершенствовать производственный механизм в дальнейшем. Нам представляется, что формы организации лесного комплекса, сложившиеся на сегодняшний день в БССР, перспективны. Они позволяют целенаправленно ориентировать лесосырьевую базу в интересах ее главного потребителя — деревообрабатывающей промышленности. В то же время процесс лесовыращивания как основа лесного хозяйства имеет под собой достаточно надежную экономическую и правовую базу. При этом хозрасчетные производства Минлесхоза БССР следует в большей мере ориентировать на переработку древесины промежуточного пользования, на использование маломерного сырья и отходов. В целом результаты работы лесного комплекса БССР заслуживают внимания.

Поступила 21 ноября 1980 г.

УДК 630*79

К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

В. А. БЕРЕСЛАВСКАЯ

Марийский политехнический институт

Проблема перспектив развития лесозаготовительных предприятий, функционирующих в условиях сокращающихся ресурсов спелых и перестойных насаждений, несомненно, актуальна.

В условиях Волго-Вятского экономического района наблюдается тенденция к сокращению лесозаготовок. Согласно концепции стадийного развития лесных предприятий, разработанной проф. Т. С. Лобовиковым [2, 3], процесс развития лесозаготовок в них должен быть управляемым.

Пути развития лесозаготовительных предприятий рассматриваются рядом авторов [1—5]. Наше исследование направлено на определение экономически обоснованных объемно-временных параметров лесозаготовок в периоде конверсии и после выхода из нее (в дальнейшем именуемом периодом стабилизации 2). Длительность расчетного периода освоения сырьевой базы принята равной обороту рубки. Оборот рубки определяется исходя из установленного возраста спелости и периода возобновления площадей вырубок [4].

Уровень лесозаготовок на стадии стабилизации 2 (Γ_2) зависит от длительности периода конверсии (B_k). Оптимизация параметра Γ_2 и составляющего значения B_k связана с критерием оценки их вариантов, в качестве которого мы склонны, как и Л. А. Петрова [5], использовать приведенные затраты на 1 м³ лесопродукции за расчетный период освоения сырьевой базы. Оптимальному варианту соответствует минимум приведенных затрат ПЗ:

$$ПЗ = (\mathcal{E}_{cp} + E_n K_{cp}) + T_p + C_3,$$

где \mathcal{E}_{cp} — эксплуатационные затраты на 1 м³ за расчетный период освоения сырьевой базы с учетом недоамортизации, р./м³;

E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

K_{cp} — капитальные вложения на 1 м³ за расчетный период освоения сырьевой базы, р./м³;

T_p — дополнительные транспортные расходы на поставку лесопродукции в возмещение снижения лесозаготовок, р./м³;

C_3 — экологические издержки, обусловленные экстенсивной лесоэксплуатацией, р./м³.

Определение капитальных, текущих и приведенных затрат базируется на использовании расчетно-аналитического метода с построением проектных макетов трансформирующихся предприятий, которое заключается в расчетах основных элементов и показателей предприятий с параметрами, варьирующими в изучаемом диапазоне.

Капитальные вложения рассматриваем как средние в периодах роста, стабилизации 1, конверсии, стабилизации 2.

Продолжительность периода достижения проектной мощности предприятий для всех вариантов принимаем одинаковой. В результате рассчитываемые показатели по вариантам сравнимы между собой без приведения их по фактору времени.

Вторую группу экономических показателей, рассчитываемых по макетам, составляют эксплуатационные затраты (себестоимость). Подобно капитальным вложениям, эксплуатационные затраты рассчитываем для различных этапов развития предприятий и в среднем за период функционирования (на расчетный средний год). Метод проектных макетов позволяет учесть в себестоимости удорожание работ, связанное с увеличением расстояний вывозки леса. Вместе с тем в расчете эксплуатационных затрат учитывается удорожание продукции за счет убытков, которые могут возникнуть при очень коротких периодах действия предприятий в силу возможной недоамортизации основных фондов.

В ранее проведенных исследованиях были определены убытки от недоамортизации основных фондов в расчете на 1 м³ древесины, заготовленной за период деятельности предприятий в зависимости от срока их действия. Эти величины приобретают существенное значение только при очень коротких сроках действия предприятий. При 47-летнем же сроке, например, недоамортизация, а следовательно, и возможное удорожание произведенной продукции приближается к нулю [1]. Т. С. Лобовиковым предложена формула удельной недоамортизации при ликвидации предприятия в виде функции общего срока действия предприятия [1]:

$$A_y = \left(\frac{1400}{B} - 30 \right) (1 - \varphi),$$

где A_y — удельная недоамортизация основных фондов на 1 м³ продукции за весь период действия предприятия, к./м³;

B — срок действия предприятия, лет;

φ — коэффициент возможного использования недоамортизованных фондов, доли единицы.

Для конкретных условий деятельности рассматриваемых предприятий может быть использована формула

$$A = \left(\frac{1400}{B_1 + B_k} - 30 \right) (1 - \varphi) (\Gamma_1 - \Gamma_2),$$

где A — суммарная недоамортизация основных фондов, р.;

B_1 — длительность периода стабилизации 1, лет;

B_k — длительность периода конверсии, лет;

Γ_1, Γ_2 — годовые объемы лесозаготовок в периодах стабилизации 1 и 2 соответственно, м³.

Дополнительные транспортные расходы возникают в результате снижения объемов лесозаготовок в действующих предприятиях и обусловленного этим роста поставок древесины в пункты потребления из леспромхозов других районов. Дополнительные поставки Π_d определяются по формуле

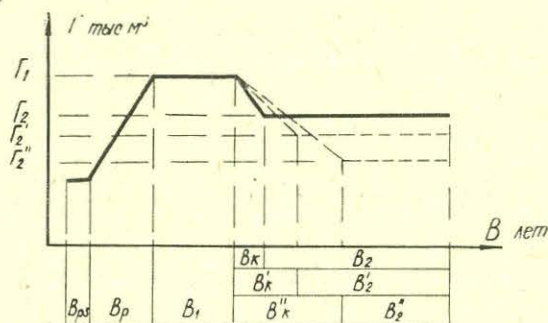
$$\Pi_d = (\Gamma_1 - \Gamma_2) \left(\frac{1}{2} B_k + B_2 \right).$$

Дополнительные транспортные расходы на поставку лесопродукции в возмещение снижения лесозаготовок определяются в виде суммы дополнительных текущих затрат на перевозку и дополнительных капитальных вложений в транспорт общего пользования.

Составляющей приведенных затрат выступают экологические издержки, т. е. затраты, необходимые для предотвращения или ликвидации неблагоприятных последствий использования лесных ресурсов. Эти издержки предлагается выражать в виде произведения потерь (р./га) на площадь вырубок (га) в периоде экстенсивной эксплуатации.

Определение оптимальных объемно-временных параметров в отношении к действующим лесозаготовительным предприятиям в наших конкретных условиях рассматривается в периодах конверсии и стабилизации 2, поскольку они прошли период первой стабилизации. Возможные варианты развития лесозаготовок представлены на схеме.

Как следует из рисунка, в качестве варьирующих признаков принимают значения B_k , а также зависящие от них Γ_2 и B_2 при заданных B_1, Γ_1 .



Возможные варианты снижения объема лесозаготовок по схеме стадийного развития.

Затяжная конверсия вызывает ухудшение экономических показателей предприятий, увеличение транспортных расходов и др. Относительное снижение сроков конверсии и удлинение периода стабилизации 2 несомненно благоприятны для функционирования предприятий. Однако при очень коротких сроках конверсии возможны потери в виде тех средств производства, которые становятся ненужными при уменьшенных объемах работ и не могут быть реализованы. Могут иметь место и потери социального характера, вызванные резким уменьшением числа работающих и трудностями, связанными с переходом высвобождающихся работников на другие работы.

Представляется оптимальной такая продолжительность конверсии, при которой оборудование и сооружения полностью амортизируются и обеспечено трудоустройство хотя бы основной массы высвобождаемых из предприятия работников.

Следовательно, оптимальный уровень объема лесозаготовок Γ_2 должен быть обусловлен оптимальным сочетанием эффекта, который достигается при определенных значениях уровня лесозаготовок на стадии стабилизации 2 (Γ_2), длительности периода конверсии (B_k) и возникающих при трансформации ограничений.

В качестве целевой функции от аргумента $\Gamma_2(B_k)$, дающей возможность определить экономически целесообразную длительность периода B_k , используем минимум приведенных затрат на 1 м³ лесопроизводства за расчетный период освоения сырьевой базы.

При варьировании B_k и соответственно Γ_2 приведенные затраты на 1 м³ с увеличением Γ_2 гиперболически уменьшаются, но при определенных условиях они возрастают.

Следовательно, зависимость приведенных затрат от аргумента Γ_2 аппроксимируется функцией вида

$$ПЗ = a_0 + \frac{a_1}{\Gamma_2} + a_2 \Gamma_2.$$

Минимум приведенных затрат находится в точке $\Gamma_2 = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}$. Полученное оптимальное значение Γ_2 позволяет определить соответствующие ему значения параметров $\Gamma_{k(оп)}$, B_k , B_2 .

Изложенная методика определения объемно-временных параметров трансформации применена нами для предприятий исследуемого региона и рассматривается здесь на примере Волжского леспромхоза Министерства лесного хозяйства Марийской АССР.

Зависимость между приведенными затратами и годовым объемом лесозаготовок в периоде стабилизации 2 аппроксимируется уравнением (длительность расчетного периода освоения базы принята равной 80 годам):

$$ПЗ = 9,86 + \frac{787}{T_2} + 0,013Г_2.$$

Корреляционное отношение равно 0,940, ошибка корреляционного отношения — 16.

Оптимальный объем лесозаготовок — 246 тыс. м³. Зона эффективных значений — 235—255 тыс. м³. В 1979 г. действительный объем лесозаготовок составил 200 тыс. м³. Оптимальному значению годового объема лесозаготовок в периоде стабилизации 2 соответствует средняя продолжительность периода конверсии 5—6 лет (до 1983—1984 гг.). Следовательно, решение проблемы трансформации Волжского ЛПХ, учитывая отсутствие возможностей расширения лесосырьевой базы, стоит в настоящий момент неотложно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лобовиков Т. С. Концентрация производства в лесозаготовительной промышленности: Дис. ... докт. экон. наук. — Л., 1969, т. 2. — 810 с. [2]. Лобовиков Т. С. Лесные предприятия будущего. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 3, с. 134—140. [3]. Лобовиков Т. С. Лесные предприятия будущего и воспроизводство лесных ресурсов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 4, с. 18—25. [4]. Монсеев Н. А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 158 с. [5]. Петрова Л. А. К изучению путей развития лесозаготовительных предприятий. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 106—110.

Поступила 17 ноября 1980 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 631.33 : 65.011.46

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНОЙ МАШИНЫ
ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

А. В. ДАНИЛИН, В. Г. КОЧЕГАРОВ

Ленинградская лесотехническая академия, ЛенНИИЛХ

Для увеличения прироста к сроку рубки в приспевающих и спелых древостоях рекомендуется вносить минеральные удобрения. Опыты и расчеты показали, что в изреженных древостоях, имеющих сеть транспортных путей, внесение удобрений тракторными разбрасывателями эффективнее, чем с помощью летательных аппаратов, за счет снижения трудозатрат и себестоимости, а также улучшения качества работ. В связи с тем, что используемые в сельском хозяйстве машины для внесения удобрений не удовлетворяют лесотехническим требованиям, в ЛенНИИЛХе разрабатывается лесная машина для поверхностного внесения минеральных удобрений. Базой служит трактор ТДТ-55.

В отличие от сельскохозяйственных лесная машина разбрасывает удобрения под углом 30—45° к горизонту на расстояние до 20 м в обе стороны по направлению движения, имеет устройство синхронизации расхода удобрений и скорости движения при постоянстве установленной дозы внесения удобрений, обеспечивает надежную проходимость по волокам, оборудована загрузочным устройством. Технологический процесс включает загрузку удобрений в бункер на площадке, доступной для доставки их автотранспортом, перемещение к месту внесения удобрений, движение с разбрасыванием и порожняком к месту загрузки.

Важнейший показатель — производительность машины в гектарах за час сменного времени ($P_{ч.с}$) — определяется по формуле

$$P_{ч.с} = \frac{kS_n}{T_n}, \tag{1}$$

где k — коэффициент использования рабочего времени смены;
 S_n — площадь, обрабатываемая за период работы, га;
 T_n — период работы машины, включающий время загрузки бункера t_1 , время движения машины к месту внесения удобрений t_2 , внесения удобрений t_3 и движения к месту загрузки t_4 ; продолжительность операций и периода работы машины в расчете принята в часах:

$$T_n = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \tag{2}$$

и

$$S_n = \frac{M}{D}, \tag{3}$$

где M — масса полной заправки бункера машины, кг;
 D — доза внесения удобрений, кг/га;

$$t_1 = \frac{M}{P_3}; \tag{4}$$

$$t_2 = \frac{l_r}{v_r}; \tag{5}$$

$$t_3 = \frac{10S_n}{Bv_p} = \frac{10M}{DBv_p}; \tag{6}$$

$$t_4 = \frac{l_n}{v_n}, \tag{7}$$

где Π_3 — производительность загрузочного устройства машины, кг/ч;
 l_r — путь движения груженой машины к месту внесения удобрений, км;
 l_n — путь движения порожней машины к месту загрузки, км;
 v_r, v_p и v_n — скорости движения машины соответственно с полной нагрузкой, при внесении удобрений, порожняком, км/ч;
 B — ширина захвата машины, м;
 10 — переводный коэффициент.

Подставив формулы (2)–(7) в (1), получим

$$\Pi_{ч.с} = \frac{kM}{D \left(\frac{M}{\Pi_3} + \frac{l_r}{v_r} + \frac{10M}{D B v_p} + \frac{l_n}{v_n} \right)}. \quad (8)$$

Производительность машины возрастает с увеличением вместимости бункера, производительности загрузочного устройства и скоростей движения, а также с уменьшением дозы внесения удобрения и пути движения.

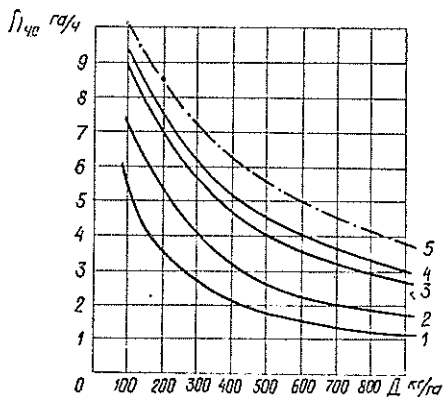


Рис. 1. Зависимость производительности машины $\Pi_{ч.с}$ от дозы удобрений D .

1 — масса удобрений в бункере 500 кг; 2 — 1000; 3 — 3000; 4 — 5000 кг; 5 — ∞.

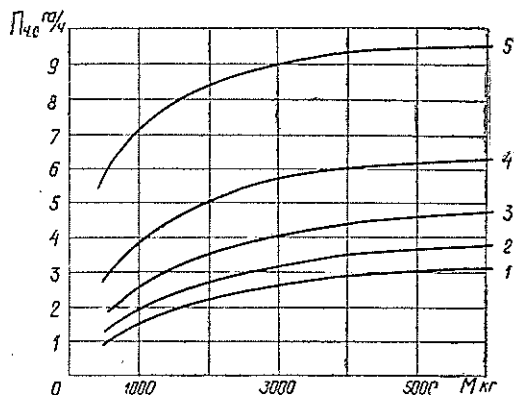


Рис. 2. Зависимость производительности машины $\Pi_{ч.с}$ от массы удобрений в бункере M .

1 — доза внесения удобрений 900 кг/га; 2 — 700; 3 — 500; 4 — 300; 5 — 100 кг/га.

На рис. 1 представлены графики зависимости производительности машины от дозы удобрений, на рис. 2 — от массы полной заправки бункера в предположении, что $k=0,8$; $\Pi_3=6000$ кг/ч; $v_r=3,2$ км/ч; $v_p=4,0$ км/ч; $v_n=4,8$ км/ч; $B=40$ м; $l_r=0,5$ км; $l_n=0,75$ км (значения взяты из технического задания на разработку машины).

Предельные значения производительности машины при увеличении вместимости бункера рассчитаны по формуле

$$\lim_{M \rightarrow \infty} \Pi_{ч.с} = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{kM}{M \left(\frac{D}{\Pi_3} + \frac{10}{B v_p} \right) + \left(\frac{l_r}{v_r} + \frac{l_n}{v_n} \right) D} = \frac{k}{\frac{D}{\Pi_3} + \frac{10}{B v_p}}. \quad (9)$$

Из графиков, представленных на рис. 1, видно, что с увеличением дозы внесения удобрений от 100 до 500 кг/га производительность машины снижается более интенсивно, чем при увеличении дозы от 500 до 900 кг/га. Это позволяет сделать вывод о целесообразности установки на машине дозирующего устройства с пределами изменения дозы внесения удобрений от 100 до 900 кг/га, так как внесение большой дозы удобрений (больше 500 кг/га) за один прием потребует меньше трудовых и энергетических затрат, чем при выполнении этой работы в два и более приема.

Из графиков на рис. 2 явствует, что наиболее ощутимо производительность машины растет при увеличении массы полной заправки бункера до 3000 кг. При повышении вместимости бункера повысится масса машины, будет сильнее повреждаться почва трактором. Учитывая это, можно сделать вывод о нежелательности увеличения вместимости бункера больше 3 м³.

Производительность такой лесной машины при снижении дозы внесения удобрений от 900 до 100 кг/га будет возрастать от 2,62 до 8,94 га в час.

УДК 528.77 : 630*443.3

ОПЫТ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ОЧАГОВ КОРНЕВОЙ ГУБКИ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА АЭРОФОТОСНИМКАХ

Ю. А. НЕЧАЕВ, Я. Я. ПЕТРОВ

Воронежский лесотехнический институт

Корневая губка — один из наиболее распространенных и опасных возбудителей заболевания сосны, которое в большинстве случаев заканчивается отмиранием деревьев. Особенно сильно она повреждает 20—50-летние культуры.

В общей системе мероприятий по борьбе с этим опасным заболеванием особое значение имеет своевременное выявление очагов поражения в насаждениях. Наземный способ обнаружения весьма трудоемок и неточен. Целям распознавания очагов заболевания хорошо служат аэрофотоснимки, особенно спектрзональные. На них объекты передаются в цветах, чувствительность глаза к которым значительно выше, чем к черно-белым тонам. Изучением биологии корневой губки, этиологии, болезни и разработкой мер борьбы с ней занимался ряд исследователей как в нашей стране, так и за рубежом. Однако вопрос о дешифрировании очагов корневой губки в сосновых насаждениях на аэрофотоснимках мало исследован.

Объектом работ были сосновые культуры II—III класса возраста, I класса бонитета, тип условий местопроизрастания В₂, расположенные в Конь-Колодецком лесничестве учебно-опытного лесхоза ВЛТИ.

Признаки дешифрирования очагов корневой губки

Признаки дешифрирования	Характеристика признаков дешифрирования
Форма очага	Форма очагов корневой губки от округлой в начальной стадии заболевания до неправильной в развитой. По сравнению с прогалинами форма очагов более округлая. Форма участков гарей обычно языковидная. Посреди них на пониженных и влажных местах можно видеть уцелевшие куртины леса. Участки ветровала вытянутые, деревья повалены в этом же направлении
Характер границы	Граница очагов корневой губки изорванная. По ее краям ходят единичные деревья темно-синего цвета на спектрзональных аэрофотоснимках и светло-серого тона на панхроматических. Это изменение цвета и тона обуславливается изменением отражательной способности крон деревьев в связи с заболеванием. Такое же изменение цвета и тона крон деревьев по границе отмечается также на гарях и участках, поврежденных энтомо- и фитовредителями. Диаметр крон поврежденных деревьев по сравнению со здоровыми обычно больше варьирует
Цвет или тон	Цвет видимой поверхности земли в очагах корневой губки светло-зеленый на спектрзональных аэрофотоснимках и светло-серый на панхроматических с наличием темной тени от стены леса
Дополнительные особенности	Очаги корневой губки хорошо выделяются на изображениях насаждений своим шербиноподобным видом. Среди очагов диаметром более 30 м обычно заметны группы подроста из лиственных пород и подлеска. Размер очагов в зависимости от стадии заболевания различен. Близко расположенные очаги представляют картину слияния в более крупные, которые приобретают неправильную или узорчатую форму с наличием изреженных групп деревьев темно-синего цвета на спектрзональных аэрофотоснимках и светло-серого на панхроматических

Признаки дешифрирования очагов корневой губки изучали на спектрональных и панхроматических аэрофотоснимках масштаба 1:10 000.

Вначале на аэрофотоснимках были выделены очаги корневой губки, а затем они осмотрены в натуре и изучены признаки их дешифрирования. При этом использовали стереоскоп и лупу с 5-кратным увеличением.

Установленные признаки дешифрирования очагов корневой губки в сосновых насаждениях приведены в таблице.

Выводы

1. Наилучшие результаты дешифрирования очагов корневой губки получаются на спектрональных аэрофотоснимках, вследствие большей чувствительности глаза к цвету, чем к тону.

2. Применение установленных признаков дешифрирования очагов корневой губки облегчит их опознавание на аэрофотоснимках и поиск в натуре при лесоустройстве, что будет способствовать также и уменьшению затрат на эти работы.

УДК 621.316.1

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗКАХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

П. И. ПОТЕРЯЕВ, В. В. ЧУРКИН

Архангельский лесотехнический институт

В практике проектирования и эксплуатации как цеховых, так и главных трансформаторных подстанций сложилось достаточно обоснованное мнение, что вопросы, связанные с выбором мощности трансформаторов и режимом их работы, являются сложными и ответственными. С одной стороны, завышение мощности трансформаторов приводит к неоправданному увеличению капиталовложений в электротехнические установки и, в некоторых случаях, к увеличению потерь электроэнергии, а с другой стороны, занижение мощности чревато весьма серьезными последствиями, связанными с полным обесточиванием потребителей или с их ограничениями. По нашему мнению, варианты электроснабжения при вероятности ограничения потребителей, оцениваемой даже несколькими процентами, должны быть исключены, ибо удельный вес затрат в трансформаторное хозяйство, конечно, не идет ни в какое сравнение как с возможными убытками от ограничений, так и с суммарными капиталовложениями на формирование основных производственных фондов предприятий, обслуживаемых трансформаторными подстанциями.

Согласно сложившейся практике, для выбора мощности трансформаторов необходимо знать либо предстоящий график их работы, либо, в крайнем случае, среднюю и максимальную нагрузки этого графика [1]. При этом за расчетную нагрузку принимают именно максимальную, а средняя и длительность максимальной дают возможность определить допустимую перегрузку трансформатора в нормальном режиме его эксплуатации [1, 3]. Режимы работы трансформаторов и величина их нагрузки рассматриваются и определяются не только Правилами технической эксплуатации электроустановок, но и ГОСТом 14209—69.

Поэтому вполне обосновано недоумение, вызванное попыткой декретировать упрощенный подход решения довольно непростой обсуждаемой здесь проблемы.

Методические указания по расчету электрических нагрузок лесопромышленных предприятий [2] рекомендуют выбор мощности трансформаторов осуществлять по средней нагрузке за наиболее загруженную смену, не связывая этот вопрос с графиком электрических нагрузок трансформатора.

Однако такой подход может быть оправдан только в одном частном случае — относительно равномерном графике нагрузок. Как раз этой равномерности трудно ожидать при коэффициенте использования $K_{\text{л}}$, равном для лесопромышленных предприятий 0,2—0,4, при коэффициенте спроса $K_{\text{ст}}$ — около 0,3—0,6 и, следовательно, при коэффициенте максимума — на уровне 1,2—1,5 [2].

Для того чтобы понять возможные последствия рекомендаций [2], проанализируем рассмотренный там же пример № 13; однако примем, что компенсации реактивных нагрузок отсутствует. Такая поправка при универсальной приемлемости методики (на что, конечно, авторы и рассчитывали) не должна оказаться существенной при решении вопроса о выборе мощности трансформатора.

В приведенном в Указаниях [2] примере электрические нагрузки характеризуются следующими величинами:

установленная мощность электроприемников $P_y = \sum P_n = 1371$ кВт (считая режим работы продолжительным, т. е. ПВ = 1);

средняя активная нагрузка $P_{см} = 374$ кВт;

расчетная нагрузка электроосвещения $P_0 = 120$ кВт;

средняя реактивная нагрузка $Q_{см} = 378$ квар.

Групповой коэффициент использования $K_n = 374/1371 = 0,27$; групповой коэффициент спроса, полученный по материалам обсуждаемых Указаний [2, разд. 9],

$$K_c = \frac{\sum P_n k_c}{\sum P_n} = 0,41; \quad K_{ст} = 0,37 \quad [2, \text{формула (24)}].$$

Следовательно, групповой коэффициент максимума нагрузок $K_M = K_c/K_n = 1,52$. Согласно обсуждаемым Указаниям, условие выбора мощности трансформатора

$$S_T \geq \sqrt{(P_{см} + P_0)^2 + (Q_{см} - Q_k)^2}.$$

Здесь Q_k — мощность компенсирующих устройств, квар.

Подстановка числовых значений дает $S_T \geq 620$ кВ·А.

Этому условию удовлетворяет мощность трансформатора $S_n = 630$ кВ·А.

Если принять нормальный закон распределения нагрузок и пренебречь нагрузкой, вероятность появления которой менее 2 %, то максимальная нагрузка трансформатора (длительность которой оценивается в 1,25 ч)

$$\begin{aligned} S_M &= \sqrt{(K_M P_{см} + P_0)^2 + (K_M Q_{см})^2} = \\ &= \sqrt{(1,52 \cdot 374 + 120)^2 + (1,52 \cdot 378)^2} = 895 \text{ кВ} \cdot \text{А}, \end{aligned}$$

тогда коэффициент перегрузки трансформатора

$$K_n = 895/630 = 1,42.$$

ГОСТ 14209—69 в нормальных условиях эксплуатации разрешает перегрузку не выше 30 %; следовательно, перегрузка на 42 % недопустима*.

Для рассматриваемого примера при коэффициенте заполнения $K_3 = S_c/S_M = 620/895 = 0,7$ по данным работы [1] допустима перегрузка в течение 1,25 ч только в пределах не более 19 %, а по данным работы [3] наибольшая допустимая перегрузка составляет 20 %.

Таким образом, предлагаемая [2] методика вычисления расчетной нагрузки для определения мощности трансформаторов на уровне среднесменной нагрузки не обоснована и неприемлема, так как не учитывает режима их работы.

* Согласно некоторым графикам указанного ГОСТа допустимая перегрузка составляет 50 %; однако эти графики имеют своим «входом» коэффициент нагрузки K_n , подсчитанный как $I_{снв}/I_n$ по предшествующему режиму. Применительно к рассматриваемому примеру $K_n = 0,8$. Тогда допустимый в течение 3 ч коэффициент перегрузки не должен превышать 26 % (1,26), но ожидаемый в примере составляет 1,35.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ермилов А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. — М.: Энергия, 1976, с. 152—162. [2]. Методические указания по расчету электрических нагрузок лесопромышленных предприятий. — М.: Минлеспром СССР, 1977. [3]. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. — М.: Энергия, 1972, с. 213—215.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 630*61(091)

ОБ УДЕЛЬНЫХ ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОГО СЕВЕРА

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Архангельский лесотехнический институт

В дореволюционной России одним из интересных видов поземельной собственности были так называемые удельные земли и леса. Они принадлежали императорской семье и управлялись специальным органом, который в конце XIX в. носил название Министерства императорского двора и уделов.

Эти леса были расположены в различных местах Европейской России, в том числе значительные площади их находились на территории губерний: Архангельской (Шенкурский уезд) и Вологодской (Вельский, Сольвычегодский, Устюжский и Тотемский уезды). Все они были объединены в Вельский удельный округ и состояли из 18 удельных имений; общая площадь лесов округа составляла 2819 тыс. га, а средняя площадь имения — 157 тыс. га.

Управляли имениями управляющие и старшие лесничие через штат лесных смотрителей и сторожей. Ни один государственный орган не имел права контроля за деятельностью удельного ведомства, а все доходы от уделов шли исключительно на нужды царской фамилии.

Удельные имения вели хозяйство в различных направлениях, главными из которых были использование древесины и оброчное хозяйство (сдача в аренду сельскохозяйственных угодий, рыболовных водоемов, мельниц и другие так называемые оброчные статьи). Сначала оброчное хозяйство давало уделам большую часть доходов, но впоследствии, с развитием промышленной лесозаготовки, важнейшим источником удельных доходов стал отпуск древесины, а арендные поступления резко снизились.

Доходы эти были довольно значительными. Так, в 1904—1905 гг. валовой доход по округу равнялся (с округлением) 979 тыс. р., а чистый доход — 418 тыс. р. От лесов поступило 93 % доходов, от земельных оброчных статей 6,2 % и лишь 0,8 % — от промышленных статей.

Удельные леса, как правило, находились в районах, довольно густо населенных, и с нуждами крестьян приходилось считаться. Отсюда — выделение специальных смолокурных отделов и целых дач, которые нередко передавались крестьянским обществам на пользование и ответственное хранение на 40 лет, а также разрешение заготавливать в лесах уделов такие материалы, как строительные бревна, жерди, колья и дрова, в большей части из мертвой древесины.

В удельных лесах больше, чем в казенных, проводилось лесоустройство, причем отмечается довольно высокий уровень съемочных работ, описания древостоев и почв, а также выделения типов насаждений по древесной породе и почве с учетом их хозяйственной ценности.

Эксплуатация спелого леса была развита слабо и направлена, главным образом, на выборку лучших сосновых насаждений; в результате накапливался перестой в сырых и мокрых сосняках и во всех типах ельников.

Удельное ведомство существовало в России до 1917 г., когда удельные леса вошли в общий лесной фонд Советской республики.

Исторически удельные леса интересны тем, что в них, по сравнению с казенными, был несколько выше уровень хозяйственной деятельности; однако социально-экономическая обстановка дореволюционной России не позволила этим лесам стать примером для лесов казенных, так как хищническая эксплуатация привела к расстройству даже наиболее передовых удельных дач.

УДК 06.091

ЮБИЛЕЙ СТАРЕЙШЕГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА СТРАНЫ

М. Д. МЕРЗЛЕНКО

Комиссия МОИП по истории лесов СССР

В 1980 г. исполнилось 175 лет со дня основания при МГУ Московского общества испытателей природы (МОИП). В самом первом уставе так сказано о задачах общества: «...сделать известною историю обширной Российской империи и..., по возможности, делать открытия в таких произведениях, которые могут составить отрасль торговли для нашего общества». С тех пор оно служило и служит, главным образом, целям изучения растительного и животного мира.

На заседаниях общества делались сообщения об открытиях и исследованиях в области естественных наук. В начале XIX в. МОИП посетил Гумбольдт. Символом общества стала сова на фоне открытой книги.

Из разных уголков Российской империи и из-за границы члены общества везли в Московский университет многочисленные коллекции растений, минералов, насекомых, тушки птиц и зверей. При обществе образовалась прекрасная библиотека. Ее фонды быстро пополнялись благодаря стараниям меценатов и приобретению периодических естественнонаучных изданий из зарубежных стран в обмен на регулярный печатный орган общества — «Бюллетень МОИП».

Членство в данном обществе почиталось за большую честь. Поэтому не удивительно видеть в почетных членах XIX в. таких великих естествоиспытателей, как Чарльз Дарвин и Жорж Кювье. Членами общества были многие видные отечественные ученые: Рулье, Таушер, Тимирязев, Мензбир, Огнев, Формозов и др. Много лет президентом МОИП являлся акад. В. Н. Сукачев, столетие со дня рождения которого было торжественно отмечено в прошлом году членами общества.

Ныне общество объединяет биологов и геологов, биофизиков и физиков, географов и палеонтологов, генетиков и садоводов, работает секция биоценологии, основной костяк которой составили ученые Лаборатории лесоведения АН СССР.

В 1977 г. в МОИПе была создана комиссия по истории лесов СССР, возглавляемая акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелеховым. С тех пор комиссией проведено более 15 заседаний, на которых заслушивались сообщения по истории лесного хозяйства и лесной науки. На всех заседаниях происходит оживленное обсуждение докладов. Тематика докладов признана не только интересной с точки зрения исторических аспектов, но и актуальной для настоящего времени. Принято решение регулярно проводить «Сукачевские чтения», посвященные памяти выдающегося советского лесоведа акад. В. Н. Сукачева.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*453 (049.3)

ВРЕДИТЕЛИ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ
ЛИСТВЕННЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ

Книга под таким названием выпущена в конце 1980 г. киевским издательством «Наукова думка». Автор книги — сотрудник центрального республиканского ботанического сада УССР Р. И. Земкова — обобщила обширный фактический материал, до того времени разбросанный по многим журнальным публикациям, а также результаты собственных многолетних исследований.

Сразу можно сказать: книга удалась автору. Вредители плодов и семян лиственных пород, в отличие от хвойных, изучены недостаточно. Имевшиеся литературные данные, несмотря на их многочисленность, касались преимущественно наиболее известных и широко распространенных видов, развивающихся на трех-четырёх древесных породах.

В монографии представлены обстоятельные сведения о 250 карпобионтах лиственных пород, половине из которых составляют фитофаги, относящиеся к отрядам жесткокрылых, полужесткокрылых, двукрылых, а также к классу паукообразных. В нашей и зарубежной литературе до настоящего времени не было столь обстоятельной сводки.

Фаунистический материал рассматривается по кормовым породам, с акцентом на ущерб, который насекомые наносят представителям семейств буковых, березовых, клеиновых, бобовых и маслиновых. Такой подход, при полной сохранности «академичности» монографии, придает ей прикладной характер, что делает работу интересной и полезной не только для энтомологов, но и для биогеоэнтомологов, лесоводов, специалистов в области селекции и семеноводства древесных пород, не говоря уже о тех, кто занимается вопросами интродукции и акклиматизации. Каждый подраздел первой главы книги завершается удачными ключами для определения повреждений.

Вторая глава посвящена сложным и пока спорным вопросам связи насекомых-карпофагов с кормовыми растениями. На оригинальном экспериментальном материале рассмотрен иммунитет растений к насекомым данной группы. Автор исходит из того, что растение — это не просто корм для фитофага, но живой организм, от физиологического состояния и морфологических особенностей которого зависит его реакция на вторжение чуждого организма. Показано, что интродуценты и аборигены обладают различной устойчивостью к вредителям. Экспериментально доказано, что вещества фенольной природы, присутствующие в растениях, играют активную защитную роль. По-видимому, в главе следовало бы больше внимания уделить взаимоотношениям деревьев и карпофагов на уровне популяций, в той, разумеется, степени, в какой группы интродуцентов лиственных пород в парках могут рассматриваться в качестве популяций.

Третья глава книги рассматривает меры борьбы с энтомовредителями семян лиственных интродуцентов. На наш взгляд, название этой главы не совсем удачно. Предлагаемые автором меры применимы для защиты семян не только интродуцентов, но также и аборигенных пород, в том числе и в семенных хозяйствах. Кроме того, в главе речь идет, конечно, не о борьбе с вредителями, а о защите урожая. Не совсем удачен термин «энтомовредители», который мы вслед за автором вынуждены повторить. Следовало бы воздержаться от его употребления.

Что касается содержания этой главы, то автор удачно формулирует систему мероприятий, уделяя особое внимание карантинной службе в ботанических садах и дендропарках, повышению устойчивости деревьев и кустарников (это хорошо перекликается со второй главой), надзору и учету, а также комплексу лесохозяйственных ме-

роприятый. Последние рекомендуют направлять на подбор продуктивных и устойчивых к повреждениям насаждений. Основой такого подбора автор считает селекцию.

Обширные эксперименты поставлены по применению удобрений как способа повышения иммунитета, но результаты этих экспериментов не всегда достаточно наглядны. Вполне обоснованно автор приходит к выводу, что биологический метод защиты семян неэффективен и указывает на возможность применения химического метода. На основе широких испытаний 22 ядохимикатов наиболее эффективным признан фозалон. Мы полагаем, что следовало бы испытать и фосфамид.

Книга очень хорошо иллюстрирована цветными таблицами. Несмотря на отмеченные частные недочеты, она представляет большую ценность. По сути дела появилась база для дальнейших исследований. Теоретические построения автора фундаментальны, а богатый фактический материал, мы надеемся, сделает ее настольной книгой специалиста. Правда, вызывает сожаление малый тираж (1000 экз.). Думается, что новое издание этой книги сделало бы ее достоянием широкого круга работников лесного хозяйства, лесозащиты, лесных генетиков и селекционеров.

В. П. Гребенщикова, Г. В. Стадницкий

ЛенНИИЛХ, Ленинградский технологический институт ЦБП

УДК 630*5(049.3)

НОВЫЙ СПРАВОЧНИК ТАКСАТОРА

Семь лет назад был издан справочник лесоустроителя Белоруссии, подготовленный В. С. Мирошниковым, О. А. Труллем, В. Е. Ермаковым, Л. В. Дольским, А. Г. Костенко. Справочник выполнил свою роль. За истекший период лесная наука успешно развивалась, накопила принципиально новые материалы и сделала обобщения.

В 1980 г. той же группой авторов, состоящей из работников науки и лесохозяйственного производства, выпущен новый справочник*. Он имеет хорошее полиграфическое оформление, удобный формат, отличается последовательностью расположения материала.

Построение новой книги значительно улучшено. Она дополнена новыми разделами: прирост деревьев и древостоев, применение статистических методов обработки таксационных материалов, лесные таксы и оптовые цены, лесные термины и определения.

Важное место в справочнике занимает раздел «Организационные вопросы лесоустройства», в котором последовательно изложены методические вопросы практического лесоустройства, обработки лесоустроительной информации на ЭВМ, особенности устройства зеленых зон, лесохозяйственных хозяйств и др.

В справочнике дана характеристика лесов и лесорастительных условий Белоруссии, широко представлены вспомогательные лесотаксационные таблицы, приведены методические материалы по нормированию лесопользования.

Каждый раздел дополнен наглядными рисунками, схемами, расчетными цифровыми примерами, что способствует правильному практическому использованию справочных материалов.

Все это, несомненно, подтверждает, что авторским коллективом издано ценное пособие для инженерно-технических работников лесного хозяйства, лесной промышленности, лесоустройства, студентов и научных работников лесохозяйственных и лесонинженерных факультетов высших учебных заведений и лесных техникумов.

Л. П. Смоляк, Ю. Н. Азиев

Белорусский технологический институт

* Справочник таксатора / Под общ. ред. В. С. Мирошникова. — Минск: Ураджай, 1980.

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ
ПРОФЕССОРА Н. А. БАТИНА

8 марта 1981 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 50 лет научно-педагогической, производственной и общественной деятельности заслуженного работника высшей школы БССР, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой технологии пиломатериалов Белорусского технологического института Николая Арсеньевича Батина.



Н. А. Батин родился в Вологодской области в крестьянской семье. В 1930 г. Н. А. Батин был направлен по путевке комсомола на учебу в Архангельский лесотехнический институт. После окончания института и аспирантуры в 1939 г. он успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Свою педагогическую деятельность Н. А. Батин начал в Архангельском лесотехническом институте. С 1946 г. жизнь и деятельность его неразрывно связаны с Белорусским технологическим (бывшим лесотехническим) институтом. Свыше 30 лет Н. А. Батин бесменно возглавляет кафедру технологии пиломатериалов, одновременно в течение 15 лет он работал проректором института. Им проделана большая работа по восстановлению и развитию института, расширению его производственной, учебно-лабораторной базы и совершенствованию учебной, научно-исследовательской и воспитательной работы. Большая заслуга принадлежит Н. А. Батину в создании проблемной

научно-исследовательской лаборатории комплексного использования древесного сырья, научным руководителем которой он являлся в течение ряда лет. В 1965 г. Н. А. Батин успешно защитил докторскую диссертацию.

Николай Арсеньевич — талантливый педагог и ученый. За годы своей преподавательской деятельности он подготовил сотни инженеров для деревообрабатывающей промышленности. Его ученики успешно работают на предприятиях, в НИИ и проектных институтах, в высших учебных заведениях страны. Многие его воспитанники успешно трудятся на научном поприще, развивая его идеи. У Н. А. Батина много последователей. Он щедро делится с ними своими богатыми знаниями.

Н. А. Батин — крупный ученый в области теории и практики рационального раскрытия пиловочного сырья, является общепризнанным авторитетом, пользуется уважением. Его глубокие оригинальные теоретические исследования известны широкому кругу специалистов и включены в специальную учебную литературу. Перу профессора Н. А. Батина принадлежит свыше 60 печатных работ, развивающих вопросы рациональной и комплексной переработки древесного сырья. Под его руководством разработан ряд важных научно-исследовательских тем, результаты которых используются в промышленности.

Член КПСС с 1943 г., Николай Арсеньевич успешно совмещает большую научно-педагогическую работу с общественной. Он член научно-методического совета Министерства высшего и среднего специального образования СССР, редактор республиканского межведомственного сборника «Механическая технология древесины», член НТС Минлеспрома БССР.

Н. А. Батин — участник Великой Отечественной войны. В составе Ленинградского, Волховского и 1-го Украинского фронтов он с первых и до последних ее дней защищал Родину.

За большие заслуги перед Родиной Н. А. Батин награжден орденом Трудового Красного Знамени, многими медалями, знаком «За отличные успехи в работе в области высшего образования СССР», Почетными грамотами Верховного Совета БССР и Минвуза СССР. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы БССР».

Большое трудолюбие и добросовестное отношение к выполняемой работе, принципиальность и требовательность к себе и другим, простота и скромность, чуткое отношение к людям — замечательные качества Николая Арсеньевича.

Поздравляя Николая Арсеньевича Батина со славным юбилеем, мы искренне желаем ему доброго здоровья, новых творческих успехов, личного счастья.

А. Г. Лахтанов, А. А. Янушкевич, П. М. Трофимов,
В. И. Микунинский, А. Н. Минин

Белорусский технологический институт

НЕКРОЛОГ

**ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ
ТИМОФЕЕВ****(1892—1981)**

Научно-техническая общественность лесного хозяйства и лесной промышленности нашей страны, Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева, Министерство сельского хозяйства СССР, Научно-технический совет Министерства лесного хозяйства РСФСР понесли тяжелую утрату.



12 марта 1981 г. на 89-м году жизни скоропостижно скончался доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Государственной премии 1949 года, профессор Владимир Петрович Тимофеев.

Среди отечественных ученых в области лесоводства и агролесомелиорации широко известно имя В. П. Тимофеева — пытливого экспериментатора, опытного педагога и воспитателя студенческой молодежи, научного руководителя по подготовке кадров ученых, большого общественника, успешно внедрявшего научные достижения в производство.

В. П. Тимофеев родился 15 сентября 1892 г. в селе Бабаи Харьковской губернии, окончил среднюю школу в г. Харькове в 1913 г., а затем Тимирязевскую (б. Петровскую) сельскохозяйственную академию в мае 1918 г. В июне 1918 г. был назначен помощником лесничего, а в мае 1919 г. лесничим Брянского опытного лесничества, где в течение 11 лет успешно вел научно-исследовательскую и производственную работу.

В 1929 г. В. П. Тимофеев по Всесоюзному конкурсу был избран ст. ассистентом, в 1938 г. — доцентом, а с 1949 г. профессором кафедры лесоводства Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, в стенах которой работал без перерыва в течение 45 лет. С ноября 1940 г. он — заведующий опытной станцией лесовод-

ства Академии. В 1935 г. был утвержден в ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук без защиты диссертации, а в 1947 г. стал доктором сельскохозяйственных наук, успешно защитив диссертацию на актуальную тему «Лиственница в культуре». В 1949 г. за эту работу В. П. Тимофеев удостоен Государственной премии по науке.

Главнейшие научные работы В. П. Тимофеева (всего 221 общим объемом более 400 печ. л.) посвящены основным вопросам лесоводства: изучению биологии основных лесообразующих древесных пород и разработке способов выращивания устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, рубкам ухода за лесом и рубкам главного пользования, очистке мест рубок и естественному возобновлению, урожайности семян хвойных лесных насаждений, селекции и интродукции древесных пород — лесообразователей, структуре высокопродуктивных лесных биогеоценозов и др.

В научных исследованиях В. П. Тимофеева особое внимание уделено проблеме повышения продуктивности лесов путем введения в культуру в подзоне хвойно-широколиственных лесов и лесостепи европейской части СССР быстрорастущей, очень устойчивой в этих географических условиях и технически ценной породы — лиственницы. Им изучены биологические особенности и требования к экологическим условиям различных видов и климатипов лиственницы, отобраны наиболее перспективные для выращивания и разработаны способы создания культур в различных местопростояниях. По этой проблеме им опубликовано 70 работ, из них три монографии, и подготовлено по разным разделам 7 кандидатов наук.

Вторая очень важная проблема, в разработку которой В. П. Тимофеев внес много нового, — это рубки ухода за лесом, в частности в молодняках. Им выполнены большие экспериментальные работы, сделаны важные обобщения, составлены руководства для производства, опубликовано 47 работ и подготовлено 3 кандидата наук.

К 100-летию Тимирязевской сельскохозяйственной академии В. П. Тимофеевым подведены итоги научной и производственной деятельности в Лесной опытной даче. В цифрах за 100 лет он показал преимущество лесовыращивания хвойных в сложных древостоях в Московской и смежных областях, роль в улучшении породного состава интродукции и селекции древесных пород, значение различных приемов техники лесовыращивания. На основе материалов многолетних исследований на постоянных пробных площадях, дополненных данными своих опытов, он сформулировал модель наиболее устойчивого и продуктивного леса.

Много сделано В. П. Тимофеевым в подготовке кадров агрономов, лесоводов и агролесомелиораторов. С 1929 г. он читает курс лесоводства в ТСХА, с 1944 г. по 1947 г. — курс лесоведения и лесоводства в МГУ. В 1953 г. опубликовал учебник «Лесоводство» для агролесомелиоративных техникумов. С 1937 г. В. П. Тимофеев работал в ВАКе, с 1953 г. — член Пленума ВАКа. Под его руководством защищено 29 кандидатских и 5 докторских диссертаций.

В. П. Тимофеев — активный общественник, на выборных должностях в областных и центральных органах он работал непрерывно с 1919 г.

За период с 1965 г. В. П. Тимофеевым опубликовано 50 работ объемом 76 печ. л., в которых он подвел итоги своим исследованиям по основной проблеме лесоводства наших дней, подчеркнутой Директивами XXIV и XXV съездов КПСС, о методах повышения продуктивности и улучшения качественного состава лесов. Его доклады на трех международных симпозиумах: «Развитие методов рубок ухода в СССР», «Влияние происхождения семян рода *Larix* на рост культур в европейской части СССР» и «Роль рубок ухода в формировании продуктивных молодняков» получили широкое признание. С 1966 г. В. П. Тимофеев заместитель, а с 1968 г. председатель НТС Министерства лесного хозяйства РСФСР.

Партия и Правительство высоко оценили научную, учебную и производственно-общественную деятельность В. П. Тимофеева. Он награжден двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и рядом медалей. В 1949 г. Владимир Петрович Тимофеев удостоен звания лауреата Государственной премии по науке за исследования биологии лиственницы и приемов ее выращивания. В 1959 г. В. П. Тимофееву за большие заслуги в развитии лесного хозяйства присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки РСФСР.

По итогам работы за три последних года Владимиру Петровичу Тимофееву присуждена золотая медаль им. Г. Ф. Морозова.

Обширные знания и огромный опыт, которыми Владимир Петрович щедро делился со всеми специалистами и учеными, чуткое, благожелательное отношение к ним принесли В. П. Тимофееву не только глубокое уважение и высокий авторитет, но и любовь лесоводов России, студентов, ученых — всех, кто с ним работал.

Светлая память о Владимире Петровиче Тимофееве навсегда сохранится в сердцах лесоводов нашей Родины.

Л. Е. Михайлов, И. С. Мелехов, Л. А. Кайрюкшис,
Н. П. Граве.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>П. М. Трофимов.</i> Претворим решения XXVI съезда КПСС!	3
<i>А. П. Петров.</i> Измерение экономической, социальной и экологической эффективности комплексного использования лесных ресурсов	5
<i>В. С. Соминский.</i> Целлюлозно-бумажная промышленность в лесопромышленном и народнохозяйственном комплексе	8

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Х. А. Писарьков.</i> О водоохранном и водорегулирующем значении осушения Э1	10
<i>Г. С. Розенберг, П. А. Феклисов.</i> О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессионного анализа	18
<i>И. С. Глушенков.</i> Исследование закономерностей динамики среднего изменения запаса по ведущим сортиментам в сосняках различной производительности	22
<i>Е. И. Цурик.</i> Об особенностях таксационного строения девственных буковых древостоев Карпат	25
<i>А. М. Ахмеров.</i> Приживаемость, сохранность, изменение числа деревьев и заселенность в культурах сосны I класса возраста	32
<i>А. П. Сляднева.</i> Влияние разных форм и доз азотного удобрения на рост сосновых жердняков	36

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>С. И. Морозов, М. В. Попов.</i> О применении сварного пути на лесовозных УЖД	40
<i>П. Д. Клычков.</i> Кинематика поворота двухкомплектного автопоезда	43
<i>П. Ф. Марченко.</i> Уравнения движения автовоза на повороте	49
<i>Г. М. Анисимов, П. А. Пустошный.</i> Прогнозирование использования передач трелевочного трактора	55
<i>Ю. И. Меремьянин.</i> Количественный анализ уровня повышения безопасности труда при радиоограждении опасной зоны на лесосечных работах	58
<i>В. В. Сабов, А. А. Тарасов.</i> Повышение долговечности пильных цепей путем магнитной обработки	62

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Ю. М. Иванов, Ю. Ю. Славик.</i> Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний	66
<i>А. В. Моисеев, В. А. Столяр.</i> Метод определения износа дереворежущего инструмента	71
<i>Б. Г. Покровский, В. М. Глейзер, Ю. С. Дричик, О. А. Лютый.</i> К вопросу повышения качества изготовления специализированных мебельных щитов	73
<i>В. Н. Щербань.</i> Исследование процесса затупления рубильных ножей машины МРГ-20	77
<i>И. Т. Глебов.</i> Трение и давление на зубьях в момент отбоя-скобления при рамном пилении древесины	80
<i>А. А. Санников, Л. С. Павлов.</i> Экспериментальные исследования распространения упругих волн в грунте от фундаментов лесорам	85

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>И. Я. Киселев.</i> Гидролизный лигнин — наполнитель технологической смазки для холодной обработки металлов давлением	89
<i>О. Н. Арисланов, В. М. Хрулев.</i> Склеивание модифицированной древесины, содержащей недоотвержденный модификатор	91
<i>Б. П. Ерыхов, А. Н. Наумов, Р. М. Раппопорт.</i> Резонансный метод определения модуля сдвига целлюлозно-бумажных материалов	94
<i>Г. И. Шустерзон.</i> Ускоренный метод контроля процесса отверждения клеевых соединений	98

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

В. Н. Винокуров. Модель технологической долговечности почворезущих элементов	102
В. С. Петровский, М. С. Ефремов, О. И. Горбань, В. П. Хренова. Математическая модель хлыстов для типовых АСУТП производства круглых лесоматериалов	106
Н. Ф. Ковалев, А. С. Федоренчик. Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок	111

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

А. Д. Янушко, Б. Н. Желиба. Типы производственных объединений лесного комплекса Белоруссии и их экономическая эффективность	118
В. А. Береславская. К вопросу прогнозирования развития лесозаготовительных предприятий в условиях ограниченного лесопользования	120

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. В. Данилин, В. Г. Қочегаров. Производительность лесной машины для внесения удобрений	125
Ю. А. Нечаев, Я. Я. Петров. Опыт дешифрирования очагов корневой губки в соновых насаждениях на аэрофотоснимках	127
П. И. Потеряев, В. В. Чуркин. К вопросу о расчетных нагрузках силовых трансформаторов	128

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

П. И. Войчалъ. Об удельных лесах Архангельского Севера	130
М. Д. Мерзленко. Юбилей старейшего научного общества страны	131

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. П. Гребеницкова, Г. В. Стадницкий. Вредители генеративных органов листовых интродуцентов	132
Л. П. Смоляк, Ю. Н. Азиев. Новый справочник таксатора	133

ЮБИЛЕИ

А. Г. Лахтанов, А. А. Янушкевич, П. М. Трофимов, В. И. Микулинский, А. Н. Минин. Юбилей профессора Н. А. Батниа	134
---	-----

НЕКРОЛОГ

Л. Е. Михайлов, И. С. Мелехов, Л. А. Кайрюкигис, Н. П. Граве. Владимир Петрович Тимофеев (1892—1981)	136
--	-----

Рефераты	142
----------	-----

CONTENTS

<i>P. M. Trofimov</i> . The XXVI CPSU Congress decisions will be realized	3
<i>A. P. Petrov</i> . Estimating economic social and ecological efficiency of forest resources complex utilization	5
<i>V. S. Sominsky</i> . Cellulose and paper industry in forest and national economy complex	8

FORESTRY

<i>H. A. Pisarkov</i> . On water-protective and water-regulating importance of forest swamps	13
<i>G. S. Rozenberg, P. A. Feklistov</i> . On prognosis of pine and spruce increment by the methods of regressive analysis	18
<i>I. S. Glushenkov</i> . Investigating the regularities of dynamics of average variation of crop by chief sortiments in pine forests of different productivity	22
<i>E. I. Tsurik</i> . On peculiarities of taxation structure of virgin beech stands in the Carpatians	25
<i>A. M. Akhmerov</i> . Rooting, safety, variation of number of trees and density in the I age class pine cultures	32
<i>A. P. Slyadnev</i> . Influence of various forms and doses of nitric fertilizer on pine saplings growth	36

FOREST EXPLOITATION

<i>S. I. Morozov, M. V. Popov</i> . On using welded rails at timber transporting narrow gauge railways	40
<i>P. D. Klychkov</i> . Kinematics of turning two-set autotrain	43
<i>P. F. Marchenko</i> . Equations of the moving of autotruck at the turn	49
<i>G. M. Anisimov, P. A. Pustoshny</i> . Prognosis of using skidding tractor gear box	55
<i>Ju. I. Meremyanin</i> . The quantitative analysis of the level of raising labour safety while protecting the dangerous zone of the wood-cutting areas with the help of the wireless	58
<i>V. V. Sabov, A. A. Tarasov</i> . Raising the durability of saw chains by magnetic treatment	62

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>Yu. M. Ivanov, Yu. Yu. Slavik</i> . Evaluation of length strength of wood in bending according to short-time tests results	66
<i>A. V. Moiseev, V. A. Stolyar</i> . The method of determining wood cutting toolwear	71
<i>B. G. Pokrovsky, V. M. Gleizer, Ju. S. Drichik, O. A. Luty</i> . Investigation and working out of the method to increase the quality of production of specialized furniture panels	73
<i>V. N. Shcherban</i> . Examination of the process of blunting MRG-20 machine chipping knives	77
<i>I. T. Glebov</i> . No-load friction and pressure along the teeth during frame sawing	80
<i>A. A. Sannikov, L. S. Pavlov</i> . The spreading of elastic waves in the ground caused by log frame base (experimental research)	85

CHEMICAL WOODWORKING

<i>I. Ya. Kiselev</i> . Hydrolysis lignin as an addition to technological lubricant for cold metal-working by pressure	89
<i>O. N. Arislanov, V. M. Khrulev</i> . The glueing of modified wood containing unhardened modifier	91
<i>B. P. Erykhov, A. N. Naumov, R. M. Rappoport</i> . Resonance method for determining the modulus of cellulose and paper materials displacement	94
<i>G. I. Shusterzon</i> . The speeded up method of controlling the hardening process of adhesive bonds	98

*COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION
OF PRODUCTION PROCESSES*

- V. N. Vinokurov.* The model of soilcutting elements technological durability 102
- V. S. Petrovsky, M. S. Efremov, O. I. Gorban, V. P. Khrenova.* Mathematical model of tree lengths for standard automatic control systems of round wood technological production 106
- N. F. Kovalev, A. S. Fedorenchik.* Buffer capacities and productivity in logging lines 111

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- A. D. Yanushko, B. N. Zheliba.* Types of industrial corporations of Byelorussian forest complex and their economic effectiveness 118
- V. A. Bereslavskaya.* On the prospects of logging enterprises development in the conditions of limited forest using 120

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- A. V. Danilin, V. G. Kochegarov.* The productivity of forest machine for putting fertilizers into the ground 125
- Ju. A. Nechaev, Ja. Ja. Petrov.* Experience of deciphering the hearts of *Fomitopsis annosa* in the pine stands on the air photographs 127
- P. I. Poteryaev, V. V. Churkin.* On the question of estimated loads in power transformers 128

FROM HISTORY OF SCIENCE

- P. I. Voichal.* On independent principality forests of the Archangel North 130
- M. D. Merzlenko.* The jubilee of the oldest scientific society in the country 131

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- V. P. Grebenshchikova, G. V. Stadnitsky.* Vermins of deciduous introducents generative organs 132
- L. P. Smolyak, Yu. N. Azniev.* A new handbook for taxator 133

JUBILEES

- A. G. Lakhtanov, A. A. Yanushkevich, P. M. Trofimov, V. I. Mikulinsky, A. N. Minin.* Prof. N. A. Battin's jubilee 134

NECROLOGY

- L. E. Mikhailov, I. S. Melekhov, L. A. Kairyukshtis, N. P. Grave.* V. P. Timofeev (1892—1981) 136

- Referates 142

РЕФЕРАТЫ

Претворим решения XXVI съезда КПСС!
ТРОФИМОВ П. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 3.

УДК 630*905.2.003.13

Измерение экономической, социальной и экологической эффективности комплексного использования лесных ресурсов. ПЕТРОВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 5.

Обоснованы понятия, принципы и методы измерения экономической, экологической и социальной эффективности использования лесных ресурсов. Даны формулы для определения хозяйственной, межотраслевой и народнохозяйственной экономической эффективности использования лесных ресурсов. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК [630*86+676].003.1

Целлюлозно-бумажная промышленность в лесопромышленном и народнохозяйственном комплексе СССР. СОМИНСКИЙ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 8.

Показано определяющее место целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) в эффективном развитии лесопромышленного комплекса и рациональном использовании древесины. Приведены соответствующие данные в отношении структуры переработки древесины, а также упрощенная схема лесопромышленного комплекса.

Рассмотрены роль и место ЦБП в народнохозяйственном комплексе, причем особо подчеркнута значимость ЦБП в реализации социальной программы развития СССР, разработанной КПСС. Приведен ряд примеров развития и углубления связей ЦБП с отраслями промышленности и народного хозяйства в свете указаний XXVI съезда КПСС. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*116

О водоохранном и водорегулирующем значении осушения лесных болот. ПИ-САРЬКОВ Х. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 13.

Приведены зависимости для определения напоров и уклонов грунтовых вод на осушенных болотах, при которых начинается пересыхание каналов. Изложено обоснование, что эти уклоны нельзя принимать за начальные градиенты.

Показано, что от характеристики торфяной залежи, ее водного питания, степени осушения и других факторов в сильной степени зависит водоохранное и водорегулирующее значение и водное питание рек с осушенных болот. Поэтому без изучения физической сущности процесса осушения нельзя получить выводы с требуемой степенью достоверности. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*561.21:519.272.11/12

О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессионного анализа. РОЗЕНБЕРГ Г. С., ФЕКЛИСТОВ П. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 18.

Прогнозируется прирост сосны и ели в Архангельской области по метеоданным вегетационного периода методом множественного регрессионного анализа. Указана доля влияния отдельных метеорологических факторов на величину годичного прироста и приводятся

ошибки прогноза. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*524

Исследование закономерностей динамики среднего изменения запаса по ведущим сортаментам в сосняках различной производительности. ГЛУШЕНКОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 22.

На материалах 182 пробных площадей, заложенных в лесах Брянской и Костромской областей, исследованы закономерности динамики среднего изменения запаса по ведущим сортаментам (ΔM_c^{cp}) в сосняках Iб—III классов бонитета. Материалы обработаны на ЭВМ.

Методами регрессионного анализа установлено, что возраст максимального значения ΔM_c^{cp} по ведущим сортаментам зависит от производительности и полноты насаждений. Вычислены индексы ΔM_c^{cp} . На их основе выведено общее уравнение связи ΔM_c^{cp} с диаметром. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*524

Об особенностях таксационного строения девственных буковых древостоев Карпат. ЦУРИК Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 25.

Установлено, что девственные буковые древостой Карпатского заповедника характеризуются резко выраженной дифференциацией деревьев по диаметру, высоте, размерам кроны и другим таксационным признакам. Большая изменчивость обусловлена глубокой разновозрастностью девственных буковых древостоев. Отмечается, что в силу неравномерного куртинно-группового размещения отдельных биогрупп подроста и деревьев по площади выделенные возрастных поколений, разновысотных и разногустотных частей в таких сообществах практически весьма затруднительно. Поэтому предлагается применять синтетические методы их таксации путем максимально возможного горизонтального расчленения на достаточно однородные в эколого-фитоценоотическом отношении выделы — элементарные участки (при практической лесинвентаризации), или биоэкоценоотические парцеллы (при детальных научных исследованиях). Ил. 3. Табл. 4. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630*232

Приживаемость, сохранность, изменение числа деревьев и заселенность в культурах сосны I класса возраста. АХМЕРОВ А. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 32.

Изучен рост культур сосны I класса возраста в лесхозах Ленинградской области. Рассмотрены приживаемость, сохранность, изменение с возрастом числа деревьев и заселенность площади в связи с агротехникой производства культур и лесорастительными условиями, а также влияние микрорельефа участка и различных вариантов размещения селянцев на площадке. Табл. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 631.816

Влияние разных форм и доз азотного удобрения на рост сосновых жердняков.

СЛЯДНЕВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 36. На материалах постоянных пробных площадей рассмотрено влияние разных форм и доз азотного удобрения на рост сосновых жердняков. Лучшие результаты получены при внесении умеренных доз щелочных и нейтральных форм азотного удобрения. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 625.31.001.24

О применении сварного пути на лесовозных УЖД. МОРОЗОВ С. И., ПОПОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 40.

На основании материалов, полученных при обследовании четырех лесовозных УЖД, дана оценка устойчивости верхнего строения пути, уложенного длинными сварными рельсами. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*375.5

Кинематика поворота двухкомплектного автопоезда. КЛЫЧКОВ П. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 43.

Дан вывод системы дифференциальных уравнений, описывающих кинематику поворота многосвязных автопоездов, и ее приближенное (практически точное) решение в квадратурах. Указывается, что двухкомплектный автопоезд на кривых радиуса 100 м и более вписывается в те же уширения полотна дороги, что и однокомплектный. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 629.1.445.75.001

Уравнения движения автовоза на повороте. МАРЧЕНКО П. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 49.

Дан вывод уравнений движения автовоза на повороте с использованием модели с размещенными массами. Получено, что сумма проекций всех сил и реакции на колеса автовоза в горизонтальной плоскости на ось x по наружным и по внутренним колесам, на ось y по передним и задним колесам равна нулю. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*375.4.001.2

Прогнозирование использования передач трелевочного трактора. АНИСИМОВ Г. М., ПУСТОШНЫЙ П. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 55.

Предложена методика прогнозирования использования передач по времени, которая может применяться для обоснования параметров трактора и рейсовой нагрузки, составления программ испытаний и решения различных инженерных задач. В основу методики положены закон преобразования случайной величины, теоремы суммирования и умножения вероятностей и свойство противоположных событий. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 658.382.3:630*31

Количественный анализ уровня повышения безопасности труда при радиоограждении опасной зоны на лесосечных работах. МЕРЕМЬЯНИН Ю. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 58.

Рассматривается система контроля опасной зоны на лесосечных работах с помощью радиопередающей и радиоприемной аппаратуры, проводится вероятност-

ный анализ уровня повышения безопасности труда при введении радиоограждения опасной зоны на лесосечных работах. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*362.7

Повышение долговечности пильных цепей путем магнитной обработки. САБОВ В. В., ТАРАСОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 62.

Экспериментальными и промышленными исследованиями показана эффективность повышения долговечности пильных цепей путем магнитной обработки. При этом микротвердость пильной цепи возрастает на 15—20 %, долговечность — в 3,6 раза. Магнитное поле, вызывая магнитострикцию, позволяет упрочнить цепи по всему объему металла. Ил. 2.

УДК 630*812.7

Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний. ИВАНОВ Ю. М., СЛАВИК Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 66—70.

Установлено достоверное снижение временного сопротивления изгибу древесины с увеличением скорости испытания, сделан вывод о кинетической природе указанного эффекта, исчезающего под длительной нагрузкой. Полученные результаты позволяют уменьшить материалоемкость изгибаемых деревянных элементов. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 674.05:621.9

Метод определения износа дереворежущего инструмента. МОИСЕЕВ А. В., СТОЛЯР В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 71—72.

Изложена сущность метода получения микропрофиля поперечного сечения реза в координатных сетках. Указывается на возможность получения математически осредненного микропрофиля. Ил. 2.

УДК 684.5.001.24

К вопросу повышения качества изготовления специализированных мебельных щитов. ПОГРОВСКИЙ В. Г., ГЛЕЙЗЕР В. М., ДРИЧИК Ю. С., ЛЮТЫЙ О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 73—76.

Предложен метод графического расчета частот вращения дозирующих насосов с учетом рецептурных особенностей заливочных композиций на основе построения номограммы. Применение предлагаемого метода снижает влияние ошибок расчета на качество изделий с применением заливочных пенополиуретанов. Метод может найти применение во всех производствах, использующих заливочные полиуретановые пенопласты. Ил. 2. Табл. 1.

УДК 674.059:621.926.013.3

Исследование процесса затупления рубильных ножей машин МРГ-20. ШЕРБАБЬ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 77—79.

В статье приведены теоретические и экспериментальные исследования процесса затупления ножей рубильных машин марки МРГ-20 с различными углами заточки и изготовленных из разных сталей. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.023

Трение и давление на зубьях в момент отбоя-снобления при рамном пилении древесины. ГЛЕБОВ И. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 80—84.

Путем обработки экспериментальных данных получены формулы для коэффициента трения и давления в функции от номинальной площади контакта задней грани зуба с древесиной. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 534:624.131

Экспериментальные исследования распространения упругих волн в грунте от фундаментов лесорам. САННИКОВ А. А., ПАВЛОВ Л. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 85—88.

На основе экспериментальных исследований колебаний грунта на промышленных площадках лесопильно-древобработывающих предприятий выявлены закономерности распространения поверхностных волн, дана методика определения величины амплитуд вертикальных колебаний грунта в интересующей точке промышленной площадки по известным параметрам колебаний источника — фундамента лесопильной рамы. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 630*864:621.792.3

Гидролизный лигнин — наполнитель технологической смазки для холодной обработки металлов давлением. КИСЕЛЕВ И. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 89—90. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*824.86

Склеивание модифицированной древесины, содержащей недоотвержденный модификатор. АРИСЛАНОВ О. Н., ХРУЛЕВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 91—93.

В Новосибирском инженерно-строительном институте проведены научно-исследовательские работы по склеиванию модифицированной древесины. Причем склеивали заготовки пропитанной древесины после предварительной термообработки до отверждения модификатора. При этом прочность клеевых соединений оказалась выше на 50—70 % по сравнению с образцами, склеенными после полного отверждения модификатора. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 676.01

Резонансный метод определения модуля сдвига целлюлозно-бумажных материалов. ЕРЫХОВ Б. П., НАУМОВ А. Н., РАПОПОРТ Р. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 94—97.

В статье приведено решение задачи для расчета модуля сдвига горизонтально ориентированного образца кольцевой формы по резонансной частоте крутильных колебаний относительно вертикальной оси. Дано описание установки и электрической схемы для измерения модуля сдвига плечочных целлюлозно-бумажных и полимерных материалов. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 66.065:630*824.81/85

Ускоренный метод контроля процесса отверждения клеевых соединений. ШУСТЕРЗОН Г. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 98—101.

Изложен ускоренный электрический метод контроля процесса отверждения соединений древесины на фенолоформальдегидных, резорциноформальдегидных и карбамидных клеях, не требующий для своего проведения высокопределных мегометров или тераометров. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 631.31.001.57

Модель технологической долговечности почворежущих элементов. ВИНУКОВ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 102—105.

Рассмотрены закономерности изменения работоспособности почворежущих элементов по мере их изнашивания. Получены формулы для расчета основных показателей, характеризующих технологическую долговечность почворежущих элементов. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674-412.001.572

Математическая модель хлыстов для типовых АСУТП производства круглых лесоматериалов. ПЕТРОВСКИЙ В. С., ЕФРЕМОВ М. С., ГОРБАНЬ О. И., ХРЕНОВА В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 106—110.

Предлагается математическая модель хлыста для типовой АСУТП производства круглых лесоматериалов. Указанная модель представляется многомерным вектором, составляющие которого характеризуют определенные свойства хлыста. Ил. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*848.7

Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок. КОВАЛЕВ Н. Ф., ФЕДОРЕНЧИК А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 111—117.

Приведен расчетный метод, позволяющий в условиях неодинакового ритма работы технологического оборудования и случайного (недетерминированного) характера его функционирования решать задачи проектирования и эксплуатации машин в потоках последовательного агрегатирования (жесткая, гибкая и комбинированная связи машин) исходя из целей обеспечения высокой производительности и эффективности техники. Дан ответ на вопрос о том, какими должны быть размеры запасов и емкостей буферов, какой производительностью должны обладать машины в потоке. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674:658

Типы производственных объединений лесного комплекса Белоруссии и их экономическая эффективность. ЯНУШКО А. Д., ЖЕЛИБА Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 118.

Рассматриваются группы производственных объединений системы Минлеспрома БССР. По группам выведен ряд показателей, отражающих эффективность их производственной деятельности. На основе показателей дается экономический анализ типов производственных объединений. Табл. 1.

УДК 630*79

К вопросу прогнозирования развития лесозаготовительных предприятий в условиях ограниченного лесопользования. БЕРЕСЛАВСКАЯ В. А. Изв. высш. учеб.

заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 120.

Рассмотрены методические вопросы определения объемов лесозаготовок и сроков действия лесозаготовительных предприятий в переходный период от экстенсивных форм ведения хозяйства к интенсивным. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 631.33:65.011.46

Производительность лесной машины для внесения удобрений. ДАНИЛИН А. В., КОЧЕГАРОВ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 125.

Кратко обоснована целесообразность разработки лесной машины для поверхностного внесения минеральных удобрений в приспевающих и спелых древостоях. Приведены формула для расчета производительности этой машины и расчетные значения производительности при различных дозах внесения удобрений и вместимости бункера машины. Обоснован выбор двух параметров разрабатываемой машины: пределов изменения дозы внесения удобрений путем установки дозирующего устройства и вместимости бункера машины. Ил. 2.

УДК 528.77:630*443.3

Опыт дешифрирования очагов корневой губки в сосновых насаждениях на аэрофотоснимках. НЕЧАЕВ Ю. А., ЦЕТРОВ Я. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 127.

В системе мероприятий по борьбе с корневой губкой большое значение имеет своевременное выявление очагов поражения по аэрофотоснимкам. Составлена таблица признаков дешифрирования

очагов корневой губки в сосняках на спектрональных и панхроматических аэроснимках. Табл. 1.

УДК 621.316.1

К вопросу о расчетных нагрузках силовых трансформаторов. ПОТЕРЯЕВ П. И., ЧУРКИН В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 128—129.

Рассмотрены вопросы методики определения расчетных нагрузок силовых трансформаторов лесопромышленных предприятий. Приведены некоторые замечания в адрес действующих Методических указаний Минлеспрома СССР в части определения расчетных нагрузок силовых трансформаторов. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*61(091)

Об удельных лесах Архангельского Севера. ВОИЧАЛЬ П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 130.

УДК 06.091

Юбилей старейшего научного общества страны. М. Д. МЕРЗЛЕНКО. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 131.

УДК 630*453(049.3)

Вредители генеративных органов листовых интродуцентов. ГРЕВЕНЩИКОВА В. П., СТАДНИЦКИЙ Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 132.

УДК 630*5(049.3)

Новый справочник таксатора. СМОЛЯК Л. П., АЗНИЕВ Ю. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 133.