

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

6

1987

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

Автоматическая
система обработки

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

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

Слано в набор 1.10.87. Подписано в печать 4.12.87. Сл. 00613.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,4. Тираж 1690 экз. Заказ 6725. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

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

Типография издательства «Правда Севера», 163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

УДК 630*9

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ — МЕЖОТРАСЛЕВАЯ ПРОБЛЕМА

И. С. МЕЛЕХОВ

Московский лесотехнический институт

В процессе перестройки научных исследований стоит задача отходить от мелких тем (особенно разрозненных) и решать крупные проблемы.

Проблема широкого плана, имеющая важнейшее производственное и научное значение в лесном хозяйстве, — повышение продуктивности лесов. Это проблема не только внутри-, но и межотраслевая. Ее решение зависит и от деятельности лесной промышленности, сельского хозяйства, а также учреждений, занимающихся фундаментальными исследованиями в области биологии, экологии, экономики и др.

Лес — объект глобального значения, и наметившаяся динамика сокращения лесных запасов, особенно хозяйственно ценных древесных пород, с одной стороны, и роста мировой потребности в различных полезных лесах, с другой, вызывает необходимость не только восполнения лесных запасов, но и повышения количественной и качественной продуктивности лесов. В 50-е и особенно в 60-е гг. эта проблема была предметом большого внимания в нашей стране. Ей были посвящены целенаправленные всесоюзные и региональные конференции, на которых приняты важные положения, намечены пути дальнейшего развития науки и практики в этой области, сводные и программные публикации [14, 24, 27, 28].

Но затем проблема стала терять самостоятельное значение, системный характер. Лишь отдельные вопросы и разрозненные темы косвенно напоминают о ее существовании.

Справедливости ради отметим, что время от времени в названиях сборников некоторых институтов (ДальНИИЛХ, МЛТИ и др.) и отдельных статей можно было видеть упоминания о проблеме, но содержание их свидетельствовало о разрозненности тематики, отсутствии общей направленности.

Между тем все более ощущается актуальность этой проблемы большого народнохозяйственного и социального значения и необходимость системного, комплексного ее решения. Большое внимание вопросам повышения продуктивности лесов уделяется на международных лесных конгрессах, конференциях, симпозиумах [16, 42—44, 47, 51].

До недавнего времени понятие продуктивности леса в практике относили только к древесине. Теперь в него включают все полезности леса. Более того, поскольку объем и качество конечной продукции леса зависят от того, насколько рационально используется лес, каковы потери или экономия, в понятие продуктивности леса целесообразно внести и эти параметры. Вот почему не только лесное хозяйство, но и лесная промышленность во всем своем диапазоне (лесозаготовительная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная и др.), прямо или косвенно влияющая на продуктивность лесов, должна обеспечивать соответствующие мероприятия по ее повышению или, по крайней мере, сохранению на достигнутом уровне.

Проблема повышения продуктивности лесов связана также с условиями и особенностями ведения сельского хозяйства. Не должны стоять в стороне и соответствующие организации, ведающие вопросами окружающей среды.

Опираясь на научные достижения конца первой и истекшей части второй половины XX века, в особенности на учение о биогеоценозе и экосистеме, а также на экономические подходы к оценке продуктивности леса, на его возросшее многостороннее значение и использование, можно выделить следующие виды продуктивности: древесную, биологическую, экологическую, комплексную.

Главная задача практически и в настоящее время сводится к повышению продуктивности основного компонента леса — древостоя, к получению наибольшего количества и лучшего качества древесины с единицы площади, к уменьшению потерь в общем балансе выращиваемой и получаемой древесины. Древесная продуктивность определяет и другие виды продуктивности леса. Но растет и значение новых видов продуктивности леса, особенно в свете проблем современной экологии.

Древесная продуктивность

Древесная продуктивность связана с деятельностью камбия — продуцированием древесной массы на единице площади в определенный отрезок времени. Физический смысл древесной продуктивности раскрывается через текущий прирост по объему, запас древостоя в спелом возрасте, суммарный запас за весь период выращивания с учетом промежуточного и главного пользования. В основном эти показатели относятся к стволу древесине. Хотя древесная продуктивность в широком понимании может включать и пневую древесину, и составные части кроны, часто приходится их отчленять и относить к другому виду продуктивности.

Древесная продуктивность зависит от условий произрастания — климатических и почвенных, других внешних факторов, особенно антропогенных, которые должны бы направляться на повышение продуктивности леса, но при стихийном проявлении они нередко приводят к ее снижению.

Объективными показателями, в большой степени определяющими возможности и пути повышения древесной продуктивности, являются класс бонитета и тип леса.

Выявление в природе высокопродуктивных древостоев, эталонных лесов [13] может быть ориентиром для установления потенциальной продуктивности леса. Но искомая потенциальная продуктивность может быть и более высокой, чем продуктивность эталонного древостоя, если применить специальные мероприятия, направленные на ее повышение, например, внесение удобрений с учетом, разумеется, природных условий и характера леса.

Еще более разительным может оказаться контраст при удачном создании плантационного древостоя с применением соответствующей агротехники, селекции и других современных средств. Этим сравнением мы не имеем в виду подчеркивать непременность преимуществ плантационного метода перед традиционными путями образования и создания лесов. Плантации — не панацея. Но отметим многообразие путей повышения продуктивности лесов и возможность выбрать наиболее приемлемые из них для конкретных условий места и времени — природных, экономических и др.

Разработанная нами система повышения древесной продуктивности включает четыре направления:

I — рациональное использование лесов и борьба с потерями;

Система мероприятий по повышению древесной продуктивности

Направления (группы мероприятий)		
<p>I — рациональное использование лесов и борьба с потерями</p>	<p>II — ускорение роста лесов путем воздействия на условия их произрастания</p>	<p>III — ускорение восстановления и формирования древостоев</p>
<p>1. Правильное лесопользование 2. Комплексное своевременное и более полное использование древесины 3. Перевод дровяной древесины в технологическое сырье 4. Использование отходов лесозаготовок 5. Уменьшение потерь при транспортировке и переработке древесины 6. Активная охрана лесов от пожаров. 7. Борьба с потерями от насекомых и грибных заболеваний, поврежденных ветром</p>	<p>I. Лесоосушительные мероприятия: а) осушение заболоченных лесов; б) осушение болот; в) улучшение гидрографической сети; г) лесоосушение в сочетании с удобрениями 2. Введение почвоулучшающих древесных, кустарниковых и травянистых растений 3. Использование смены пород 4. Другие виды удобрений 5. Использование рубок для улучшения микроклимата насаждений и почвенных условий</p>	<p>1. Сохранение молодняка при лесозаготовках 2. Подбор главных пород в соответствии с их биологией и условиями среды 3. Применение способов рубки, обеспечивающих быстрее возобновление главной породы 4. Своевременное облесение вырубок, гарей, пустыррей с учетом их лесорастительных условий 5. Уход за молодняками и более старшими поколениями леса</p>
<p>IV — создание, обновление и улучшение состава древостоев путем введения быстрорастущих, высокопродуктивных, устойчивых древесных пород</p>	<p>Внедрение быстрорастущих пород районных и местных пород с учетом: 1 — внутривидового разнообразия: а) быстрорастущие; б) морозостойкие; в) засухоустойчивые; г) солеустойчивые; д) смолопродуктивные; е) формы, мало подверженные загиванию; ж) виды и формы с высокими механическими свойствами древесины и ее элементов 2 — современной и потенциальной значимости</p>	

II — ускорение роста лесов путем воздействия на условия их произрастания;

III — ускорение восстановления и формирования древостоев;

IV — создание, обновление и улучшение состава древостоев путем введения быстрорастущих, высокопродуктивных, устойчивых древесных пород.

Каждое из направлений складывается из ряда различных мероприятий и подходов (см. таблицу).

Эта система получила одобрение на VI Мировом лесном конгрессе. В приведенную систему входят все лесохозяйственные мероприятия. Успех почти каждого из них близко связан с лесопользованием (I.1). Казалось бы, правильность лесопользования — само собой разумеющееся обязательное положение, и его можно было бы не включать в систему повышения продуктивности леса. В действительности нередко имели место нарушения принципов рационального лесопользования, просчеты в размерах пользования, отсутствие заботы о будущем, приводящие к истощению лесов даже в многолесных районах и, как следствие, к снижению их продуктивности и перебоям в обеспечении древесным сырьем промышленных предприятий, к снижению качества сырья.

Без рационального лесопользования трудно добиться эффективного повышения продуктивности леса. Точно так же успех решения этой проблемы связан и с мероприятиями по борьбе с потерями древесины в процессе производства (I.2—5); здесь необходимы организационно-технологические меры.

Из природных потерь от грибных заболеваний в хвойных лесах умеренных и бореальных широт северного полушария наиболее ощутимы потери от корневой губки [48]. Поиски борьбы с ней наука ведет на международном уровне, но имеющиеся рекомендации дают пока лишь частичные решения, и специалистам нельзя ослаблять внимание к этому все более угрожающему явлению.

Потери от лесных пожаров интенсивно изучаются в СССР и ряде других стран. В нашей стране разработаны типы горелых лесов с установлением динамики разрушений древесины и сроков ее использования. Практика должна более решительно использовать научный задел.

Повышение природной количественной и качественной продуктивности древостоев достигается воздействием на условия среды (II), мероприятиями по возобновлению и улучшению состава древостоев (III, IV).

Одно из наиболее действенных средств поднятия продуктивности лесов — лесосушительная мелнирация (II.1). Ее нельзя упрощать. Задача сложна в научном, техническом и экономическом отношении, что раскрыто в трудах известных болотоведов В. Н. Сукачева, Н. И. Пьявченко, С. Э. Вомперского, К. К. Буш и др.

Известно, что болотные и заболоченные леса существенно различаются по лесорастительным условиям, реакциям на степень и характер осушения. Без учета природы болот и заболоченных лесов, особенностей заболачивания, биологических и других различий осушение заболоченных земель и лесов не всегда бывает эффективным. В одних типах леса действенен один метод осушения, в других — другой, в третьих необходимо комплексное воздействие и т. д. Различен эффект осушения в неоднородных по составу и возрасту древостоях. Все это вызывает необходимость глубокого раскрытия природы заболоченных лесов; их правильной диагностики и классификации. При некоторых обстоятельствах осушение сказывается даже отрицательно на общем гидрологическом режиме территории.

Интенсивное осушение заболоченных лесов и болот без учета их дифференциации в некоторых районах европейской тайги и хвойно-ши-

роколиственных лесов не улучшило условий роста древостоев, зато привело к исчезновению таких ценных ягод, как клюква (*Oxycoccus palustris* Pers.), морозника (*Rubus chamaemorus* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.). Необходим строгий научный подход к практике лесосушения.

В настоящее время большое значение приобретает сочетание лесосушительных мелиораций с другими мероприятиями, например с внесением удобрений (II.2—4), о чем особенно убедительно свидетельствует опыт Финляндии. Применение удобрений в целях повышения продуктивности лесов представляет все больший интерес.

В странах Северной Европы в средневозрастных и приспевающих насаждениях удобрения вносят за несколько лет до рубки в целях получения дополнительного прироста. Подобные исследования проводятся и в Советском Союзе. Опыт как зарубежный, так и отечественный показал возможность высокой экономической эффективности и заслуживает внимания.

Еще на XIV конгрессе Международного Союза лесных исследовательских организаций (IUFRO), состоявшемся в 1967 г., отмечалось, что с внесением 150 кг азота на 1 га в еловых лесах Скандинавии годичный прирост увеличивался на 3 м³. Опыты по удобрению лесов с воздуха, используемых для целлюлозно-бумажной промышленности в Западной Канаде, также дали значительный эффект.

В Швеции некоторые целлюлозно-бумажные фирмы начали подобные опыты в производственных масштабах. Из азотных удобрений очень хорошие результаты дало применение мочевины. Об этом свидетельствуют и опыты в нашей стране, изучаются и другие виды удобрений [2, 22, 23].

Для установления потребных веществ, их дозировки необходимо дифференцированное изучение почвенных условий, изменения их в пространстве и во времени в различных типах леса. При этом важно полнее раскрыть природу биологического круговорота веществ в лесу. Знание параметров биологического круговорота, как убедительно показал И. И. Смольянинов [31], не только расширяет возможности при оценке лесорастительного эффекта, прогнозировании продуктивности древостоев, но и позволит рационально регулировать биологический круговорот в лесу в целях повышения его продуктивности.

Все большее значение приобретает изучение фотосинтеза и деятельности камбия древесных пород в различных лесорастительных условиях и на этой основе применение методов воздействия на камбий в направлении, желательном для лесного хозяйства. Здесь речь идет не только о количественной, но и качественной стороне прироста, так как с деятельностью камбия связано, например, соотношение ранней и поздней древесины в годичных слоях, утолщение клеточных оболочек и т. д.

Применяя лесосушительные мелиорации, удобрения, прореживания и другие мероприятия с учетом природных условий, можно эффективно воздействовать на камбий и формирование прироста, а следовательно, целенаправленно влиять на повышение количественной и качественной продуктивности лесов.

Ускорение восстановления и формирования леса (III) включает известные лесоводственные мероприятия и не требует пояснений. Они реальны для осуществления.

IV направление повышения продуктивности леса опирается, главным образом, на использование возможностей селекции, генетики, интродукции. Это перспективный путь повышения древесной продуктивности. Практические возможности пока еще во многом ограничены, но расширение их возможно. Об этом свидетельствуют географические

эксперименты и интродукционный отечественный и зарубежный опыт с хвойными (лиственница, сосна, дугласия и др.), а также селекционные и географические опыты с лиственными породами (тополь, эвкалипт, ива и др.). Наглядной иллюстрацией может служить опыт Швеции с введением американской породы сосны скрученной (*Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm.), обладающей в новых для нее условиях быстрым ростом и высокими качествами для использования в целлюлозно-бумажной промышленности; эта порода занимает теперь в Швеции площадь не менее 200 тыс. га. Есть основания для широкого испытания и разведения сосны скрученной в нашей стране [18]. В Венгрии получены ценные сорта белой акации в виде так называемой «мачтовой акации» [39], там же успешно разводят ряд сортов тополя [40], древесина которого употребляется не только внутри страны, но и идет на экспорт. Разведением тополя в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности наиболее интенсивно занимаются в Италии, Югославии, Франции. Большие потенциальные возможности имеются в южных районах нашей страны, но они пока используются мало.

Систему повышения древесной продуктивности следует применять комплексно: в зависимости от конкретных (географических и пр.) условий устанавливать определенный набор мероприятий в границах как одного, так и нескольких направлений.

Биологическая продуктивность

Биологическая продуктивность леса, предусматривающая прирост (или запас) всей органики леса (или биомассы), начала интенсивно изучаться в соответствии с Международной биологической программой в разных странах мира, включая Советский Союз ([11, 21, 26, 29, 30, 34, 41, 46, 47, 52] и др.). В лесоводственном отношении, прежде всего, представляют интерес два аспекта биологической продуктивности: 1) ее использование и 2) возмещение возможных при этом биологических потерь, т. е. сохранение или повышение биологической продуктивности.

Все большее внимание стала привлекать идея использования всей фитомассы леса, включая не только стволую часть деревьев, но и их крону и корни, а также все прочие растительные компоненты леса (подлесок, напочвенный покров и пр.), всей органики леса. Возникает необходимость учета размеров извлекаемой из леса органической массы и возможных потерь в виде обеднения почвы и других проявлений ухудшения окружающей среды, которые могут не только снизить продуктивность будущих лесов, но сказаться неблагоприятно и на его защитной роли, ряде других важных сторон леса как экологического фактора. Важно предвидеть необходимость своевременного возмещения возможных биологических и экологических потерь. Наука должна готовиться к разрешению противоречий между полным использованием леса (как биогеоценоза или экосистемы) и связанными с ним биолого-экологическими потерями. Речь идет о сбалансированном использовании и воспроизводстве леса, быстрейшем восстановлении экологического равновесия.

Повышение коэффициентов использования лесной фитомассы и биомассы в целом необходимо решать в связи с расширением потребностей лесохимии, сельского хозяйства, парфюмерной промышленности и других отраслей. Все это увеличивает потенциал использования леса.

Несомненным выражением научно-технического прогресса в отраслях лесного хозяйства и лесной промышленности являются попытки некоторых ученых-конструкторов и технологов, как у нас, так и за рубежом [53], направленные на создание лесозаготовительных машин,

способных извлекать деревья из почвы вместе с корнями и перерабатывать всю фитомассу дерева. Подобным образом могут быть удалены и нижние древесно-кустарниковые ярусы. Такой путь способствует более полному использованию лесной фитомассы на единице площади.

Но, как следует из сказанного, удаление с лесосеки всей фитомассы деревьев может вызвать опасность обеднения, истощения почвы, а в некоторых типах леса ее уплотнения и вообще ухудшения физических свойств почвы, что отрицательно скажется на продуктивности будущих лесов. В частности, трудно сказать, сможем ли мы получить ту полноценную древесину, которую нам дает сейчас природа? При горном же рельефе эти отрицательные последствия могут быть особенно чувствительными в связи с опасностью эрозии, и поэтому в них неприемлемо полное удаление всей наземной и подземной фитомассы.

Вопросы биологической продуктивности леса необходимо ставить не только в разрезе сущего, но и должного. Речь идет и о повышении биологической продуктивности, и о предотвращении возможных ее потерь, чреватых отрицательными последствиями. Иными словами, требуется новый подход к применению удобрений (их составу, количеству), подбору пород и размещению высаживаемых растений по сравнению с тем, что входит или вошло в практику. Более острой становится необходимость введения почвоулучшающих сопутствующих растений, прежде всего азотонакопителей.

Сегодня еще мало твердых данных о возможных потерях, особенно их последствиях. Можно предполагать, что наиболее чувствительными потери будут на бедных органикой почвах — в лишайниковых, вересковых и некоторых других типах леса. В типах леса с богатыми почвами изменения в продуктивности древесного запаса будут менее заметны.

Конечно, еще далеко до критических рубежей, которые могут возникнуть в будущем. Но научная мысль должна предвидеть возможные последствия и опережать события.

Экологическая продуктивность

Экологическая продуктивность леса определяется оценкой его средообразующей роли, защитных свойств, возможностей техногенных, рекреационных и других нагрузок.

Она связана с биологической продуктивностью, например, хотя бы тем, что живая лесная фитомасса — продуцент кислорода. Казалось бы, нет необходимости в ее выделении. Но в то же время мы сталкиваемся с лесом как мощным экологическим феноменом, приобретающим все большее социальное значение. Роль его многообразных защитных функций возрастает в связи с урбанизацией, аномалиями воздушной и водной среды — ее физическим и химическим загрязнением, загрязнением воздуха, почвы и воды продуктами радиоактивного деления и т. д.

Иными словами, необходимость выделения экологической продуктивности леса вызывается и остротой проблемы охраны окружающей среды. Это подтверждается, на наш взгляд, и новой международной программой «Человек и биосфера» (МАВ), в которую входят и экологические аспекты леса.

Новые экологические проблемы возникают в лесных регионах, где появляются крупномасштабные стройки, новые города и поселки. С одной стороны, таким путем создаются благоприятные экономические условия для более полного и рационального использования лесосырьевых ресурсов. Но надо учитывать и возможность отрицательных явлений, чтобы своевременно ее предотвращать.

Без учета природных, особенно экстремальных условий, эксплуатация лесов может привести к серьезным нарушениям экологического

равновесия и таким отрицательным последствиям, как эрозия почвы, обезлесение больших площадей на длительный период и др.

Особую климатозащитную роль леса ряда регионов нашей страны играют предтундровые леса, смягчающие действие холодных арктических вторжений. Эти леса заслуживают особой заботы и внимания, тем более, что, несмотря на отнесение к I группе, в ряде случаев они подвергаются большой опасности в условиях индустриального освоения Крайнего Севера. Здесь необходимо сохранить и древесную растительность, и лишайниковый напочвенный покров, являющийся кормовой базой оленеводства.

Велика экологическая роль леса и лесонасаждений в сельском хозяйстве. Не останавливаясь на известном историческом опыте полезащитного лесоразведения в засушливых районах нашей страны, на климатозащитных, водоохранных и других защитных функциях леса, правомерно отметить такую современную экологическую значимость леса в сохранении окружающей среды, как сдерживание стока удобрений и ядохимикатов на пути с полей или животноводческих ферм в водоемы; лес может служить своеобразным фильтром, определенным буфером. Эта сторона нуждается в изучении, в определении оптимальных параметров, так как возможности леса и насаждений не беспредельны, лес не может и не должен подвергаться токсической перегрузке, грозящей ему серьезной опасностью.

Мероприятия по повышению экологической продуктивности леса, расширению его потенциальных возможностей надо осуществлять с учетом народнохозяйственных и социальных интересов; как отмечено выше, необходимо учитывать своеобразие интересов лесного и сельского хозяйства в их сочетании.

Экологическая продуктивность леса в рассматриваемом здесь понимании направлена на использование экологических свойств леса, его потенциальных возможностей для удовлетворения потребностей человека, всего общества.

Имеются трудности в количественном определении. Нет единого показателя этого вида продуктивности из-за неодинаковой природы ее компонентов, требующих различных измерителей и методических подходов.

В самом деле, различными физическими единицами выражают, например, фитонцидность и шумовые заслоны, чистоту воздуха и загрязнение почвы и др. Свести их в единый абсолютный показатель — задача будущего (думается, не очень отдаленного). На первых порах возможно применение комплексного относительного показателя применительно к конкретным условиям, позволяющего давать качественную характеристику экологической продуктивности леса (например, высокая, средняя, незначительная и т. д.). Отсюда, при установлении слабых звеньев и их устранении, возможно и решение задачи повышения этого вида продуктивности.

Комплексная продуктивность

Комплексная продуктивность включает все виды продуктивности — древесную, биологическую, экологическую. Целесообразность ее выделения вытекает из многообразия продуктов леса, его многосторонних защитных функций, экосистемной, биогеоценологической сущности леса, требований экономики.

Однако это не механическое объединение. Комплексная продуктивность не означает обязательности полного охвата всех элементов каждого вида продуктивности. Теоретически можно представить максимальную комплексную продуктивность со 100 %-м охватом всех видов с их элементами. К достижению ее надо стремиться.

Но реальный максимум продуктивности, будучи сопряженным с конкретными не только природными, но и экономическими условиями, обычно не означает всеобъемлющей комплексной продуктивности. Последняя не означает равного положения ее компонентов.

В зависимости от природных условий, целей и возможностей хозяйства в ней выделяются приоритетные и сопутствующие направления, их сочетания. В одних условиях необходим и возможен широкий комплекс мероприятий по повышению продуктивности леса, в других — менее широкий.

Проблема использования и повышения комплексной продуктивности актуальна, например, для горных лесов. В горно-лесных районах наиболее тесно смыкаются вопросы эксплуатационного, защитного, рекреационного, природоохранительного и иного назначения лесов.

Объем комплексной продуктивности леса расширяется все более и в теоретическом, и практическом понимании. Это связано с научно-техническим прогрессом, расширяющим рамки многоцелевого использования леса.

Однако многостороннее значение леса не исключает и целевого подхода в определенных относительно узких специализированных направлениях.

Более того, научные раскрытия различных компонентов лесного биогеоценоза и специфические потребности определенных производств расширяют возможности эффективного целенаправленного использования отдельных компонентов леса в первоначальном или преобразованном виде.

В нашей стране, прежде всего в зоне интенсивного лесного хозяйства, растет число лесхозов с многоцелевым лесопользованием. И именно в этих лесхозах стали появляться специализированные лесничества. Так, появились лесничества, занятые выращиванием лекарственного сырья из лесных растений.

В Венгрии белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.) дает основу производства товарного меда, в соответствии с чем там изучены сроки цветения ее разных сортов, в разных условиях, качество меда. Это позволило расчленить акацию и по ценности древесины, и ценности меда [12], а следовательно, и по целевому назначению.

Таким образом, решение задачи повышения комплексной продуктивности лесов может проявляться во многих формах.

Количественные и качественные показатели прироста и их изменения, вопросы комплексного использования древесного сырья, борьба с потерями, изыскание новых энергетических возможностей использования древесины и ее производных требуют усиленного внимания к этим вопросам лесоводов, экономистов, технологов. Поэтому сохраняет свое значение комплексная система мероприятий по повышению древесной продуктивности леса.

В связи с тем, что значительные потенциальные возможности повышения продуктивности леса заложены и в рациональном использовании других его продуктов и полезностей, целесообразна разработка моделей комплексной продуктивности лесов и в более широком диапазоне.

В связи с региональными, а в пределах региона и более узкими, локальными различиями, меняются и количество, и значение отдельных элементов комплексной продуктивности, и комплексы мероприятий по повышению продуктивности.

Комплексное использование леса, а вслед за этим и вопросы комплексной продуктивности становятся предметом все большего внимания лесоводов и экономистов СССР и других стран [1—9, 12, 13, 15—17, 19, 20, 25, 32, 33, 35—38, 42—45, 49, 50].

Мероприятия по повышению комплексной продуктивности могут быть неравнозначными; в одних условиях они будут представлены более широким (например, в интенсивных хозяйствах), в других — менее широким комплексом. Применительно к горным лесам, особенно в южных, юго-западных и юго-восточных регионах страны мероприятия могут отличаться большей локальной дифференциацией (в связи с высотой над уровнем моря, экспозицией и крутизной склонов и пр.).

Понятие «комплексная продуктивность» ясно отражает его сущность. В таком виде оно и принято специалистами.

Некоторые ученые возражают против этого термина, противопоставляя ему «биогеоэценотическую продуктивность» [10]. Мы допускаем правомерность выражения «продуктивность биогеоэценоза». Его можно принять при характеристике того или иного биогеоэценоза. Оно близко к широко принятому сейчас понятию «биологическая продуктивность».

Но биогеоэценотическая продуктивность не может заменить комплексную продуктивность. Могут быть лишь отдельные совпадения.

Комплексная продуктивность связана не только с природными факторами, но и, например, со степенью утилизации, научно-техническим прогрессом. Значение леса для человека не всегда адекватно биогеоэценозу. Например, эстетическое назначение леса — далеко не всегда слабое природного биогеоэценоза. Биогеоэценозу требуется одно, человеку — другое.

Биогеоэценотической продуктивности леса, в отличие от комплексной, нельзя придать универсальное, тем более практическое значение.

Разработка путей повышения комплексной продуктивности требует участия лесоводов, биологов, экологов, экономистов, технологов и др.

Весьма важное значение имеют вопросы экономической оценки всех параметров комплексной продуктивности, особенно по так называемым «невесомым полезностям леса». Несмотря на некоторые результаты, полученные за последние годы (преимущественно по экономической оценке рекреационных функций леса), потребуются еще значительные объединенные усилия специалистов различных отраслей знания.

Опираясь на комплексную продуктивность леса, можно решать задачу более полного и рационального использования наших лесов, их восстановления и повышения продуктивности.

Большое практическое значение имеет разработка региональных схем или географических комплексов мероприятий по повышению комплексной продуктивности лесов.

Несмотря на недостаточную научную разработку экономической оценки комплексной продуктивности леса, потребность в комплексном подходе к решению проблемы повышения продуктивности настолько велика, что практика уже с 60—70-х гг. вынуждена в той или иной степени заниматься этими вопросами. Усиливается важность комплексного проектирования и возрастает роль проектных организаций. Примеры комплексных проектов имеются в различных странах, в том числе в СССР, США и др.

Неотложная задача — выработка интегральной экономической оценки многостороннего значения леса и на ее основе — показателей комплексной продуктивности леса. Большое значение имеет разработка интегрированных систем повышения продуктивности лесов применительно к различным регионам и на основе оптимизации.

Однако до недавнего времени устарелые схоластические догмы создавали непреодолимые препятствия в разработке важных лесозащитных аспектов. В настоящее время решение вопросов экономической оценки комплексной продуктивности леса, поиски экономических

рычагов ее поднятия становятся реальными и перспективными в свете общей перестройки экономики в нашей стране.

Для дальнейшего комплексного решения проблемы можно использовать рассмотренную систему повышения продуктивности лесов, создав на ее основе программы в рамках отдельных направлений с распределением их по исполнителям (НИИ, вузам и другим организациям разных ведомств) с таким расчетом, чтобы были охвачены все основные компоненты проблемы (с включением и биологической, и экологической продуктивности). Это позволит также избежать ненужного дублирования.

Межотраслевое координирование — прерогатива Государственного комитета по науке и технике. Было бы целесообразно включение системы повышения продуктивности как единой, цельной проблемы в план ГКНТ. Ведущая роль в ее разработке остается за Гослесхозом, ответственным за проблему в целом. К ее решению привлекаются и соответствующие учреждения других ведомств.

Высшие учебные заведения, прежде всего лесные, обладающие значительным комплексным научным потенциалом, могли бы занять достойное место в решении этой важной государственной проблемы.

Повышение продуктивности лесов становится и международной проблемой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бугаев В. Л. Основы долгосрочного прогноза продуктивности леса: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук.— Воронеж, 1972. [2]. Бузыкин А. И. О продуктивности лесов и уровнях ее регулирования // Проблемы лесоведения Сибири.— М.: Наука, 1977. [3]. Васильев П. В. Экономика использования и воспроизводства лесных ресурсов.— М.: АН СССР, 1963. [4]. Воронин И. В. Организация комплексных хозяйств в лесах первой и второй групп.— М.: Гослесбумиздат, 1962. [5]. Воронин И. В., Васильев П. В., Судачков Е. Я. Экономика лесного хозяйства СССР.— М.: Лесн. пром-сть, 1978. [6]. Генсирук С. А. Комплексное лесное хозяйство в горных условиях.— М.: Лесн. пром-сть, 1971. [7]. Горшенин Н. М. Повышение продуктивности и ценности лесов путем их реконструкции.— Киев: Госсельхозгиз УССР, 1957. [8]. Горшенин Н. М. Эрозия горных лесных почв и борьба с ней.— М.: Лесн. пром-сть, 1974. [9]. Гулисашвили В. З. Горное лесоводство.— М.: Гослесбумиздат, 1956. [10]. Жуков А. Б., Бузыкин А. И. Пути повышения продуктивности лесов (программные аспекты) // Лесоведение.— 1977.— № 5. [11]. Керестеши Б. Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов резосферы // Матер. Междунар. симпозиума СССР. 28 августа—12 сентября 1968 г.— Л.: Наука, 1968. [12]. Керестеши Б., Хальмабы Л. Акация белая — основа производства товарного меда в Венгрии // Erdészeti Kutatások.— Будапешт, 1971.— Vol. 67. [13]. Лосицкий К. Б., Чуенков В. С. Эталонные леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1980. [14]. Мелехов И. С. Состояние лесного хозяйства и повышение продуктивности и сохранности лесов // Повышение продуктивности и сохранности лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1964. [15]. Мелехов И. С. Проблемы повышения продуктивности горных лесов // Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах.— Ужгород, 1969. [16]. Мелехов И. С. Повышение продуктивности лесов в связи с их многоцелевым назначением // Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР. К VII Мировому лесному конгрессу.— М.: Лесн. пром-сть, 1972. [17]. Мелехов И. С. Комплексная продуктивность леса и пути ее повышения // Науч. тр. МЛТИ.— 1973.— Вып. 49. [18]. Мелехов И. С. Интродукция хвойных пород в лесном хозяйстве // Лесоведение.— 1984.— № 6. [19]. Моисеев Н. А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1974. [20]. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1980. [21]. Молчанов А. А., Вакуров А. Д. Продуктивность органической и биологической массы леса.— М.: Наука, 1974. [22]. Мухамедшин К. Д., Солдатченков В. И., Алексеев В. А. Повышение продуктивности сосняков лишайниковых под действием минеральных удобрений // Вопросы лесоведения и лесоводства.— М.: МЛТИ, 1985. [23]. Победов В. С., Волчков В. Е. Влияние азотных удобрений на величину текущего прироста сосновых насаждений // Лесоведение и лесное хозяйство.— Минск, 1975.— Вып. 9. [24]. Повышение продуктивности и сохранности лесов / Под ред. И. С. Мелехова и др. Гос. комитет по лесной, цел.-бум., деревообработ. пром-сти и лесн. хоз-ву.— М.: Лесн. пром-сть, 1964. [25]. Поздняков Л. К. Проблемы комплексного освоения лесных растительных ресурсов Сибири // Проблемы лесоведения Сибири.— М.: Наука, 1977. [26]. Поздняков Л. К., Про-

гополов В. В., Горбатенко В. М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии.— Красноярск: Красноярск, кн. изд-во, 1969. [27]. Проблемы повышения продуктивности лесов / Под ред. В. Н. Сукачева.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1959. [28]. Пути повышения продуктивности лесов.— Минск: Высш. школа, 1966. [29]. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности.— М.; Л.: Наука, 1965. [30]. Смирнов В. В. Сезонный рост главнейших древесных пород.— М.: Наука, 1964. [31]. Смольянинов И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1969. [32]. Туныця Ю. Ю. Экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов.— Львов: Вища школа, 1976. [33]. Туркевич И. В. Экономическая оценка лесов и их средообразующих функций: Автореф. дис... докт. экон. наук.— Л., 1979. [34]. Уткин А. И. Исследование по первичной биологической продуктивности лесов в СССР // Лесоведение.— 1970.— № 3. [35]. Цымек А. А. Вопросы интенсификации лесного хозяйства // Проблемы экономической эффективности в лесном хозяйстве: Тр. ВНИИЛМ.— М.: Лесн. пром-сть, 1972. [36]. Чистяков А. Р. Повышение продуктивности лесов.— Горький: Горьк. гос. ун-т, 1979. [37]. Blankmeister I., Kienitz E. (Hg.). Der Wald und die Forstwirtschaft.— Berlin, 1963. [38]. Johnston D. R., Grayson A. I., Bradloy R. T. Forest planning.— London, 1967. [39]. Kerestesi B. Mastartige Robinien in Ungarn // Acta Agronomica: Academia Scientiarum Hungaricae, 1963.— T. 12, F. 3—4. [40]. Kerestesi B. Development of poplar cultivation in Hungary // Erdészeti kutatások.— Budapest, 1969.— Vol. 65. [41]. Lieth H. Biological productivity of tropical lands / Unasylva.— Rome, 1967.— Vol. 28, N 114. [42]. Melekhov I. S. Forest productivity increase // Proceedings of the Sixth World Forestry Congress.— Madrid, 1966.— Vol. 2. [43]. Melekhov I. S. Die Erhöhung der Produktivität der Wälder — ein Grundproblem des modernen Waldbaus // Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden.— 1967.— 16.— H. 2. [44]. Melekhov I. S. Ecological problems and Pacific region forests // Pacific Science Association, 15th Congress.— Dunedin, 1983.— Vol. 1. [45]. Nqubould P. Z. Methods for estimating the primary production of forestry I. B. P.: Handb. 2.— Oxford, 1967. [46]. Ovington I. D. Quantitative ecology and woodland ecosystem concept // Advances in ecological research.— London—New-York, 1962. [47]. Sato T. Primary production relations of coniferous forests in Japan // Productivity of forests ecosystems: Prok. Brussels, Symp. 1969 (Ecology and conservation, 4). Unesco, 1971. [48]. Stenlid I. Controlling and Predicting the Spread of Heterobasidium annosum from infected Stumps and Trees of *Picea abies* // Scandinavian Journal of Forest Research.— 1987.— Vol. 2, N. 2. [49]. Svendsrud A. (Ed.) Readings in Forest Economics.— Oslo—Bergen—Tromsø: Universitetsforlaget, 1969. [50]. Thomasius H. Wald, Landeskultur und gesellschaft.— Dresden: Verl. Steinkopff, 1973. [51]. Vyskot M. a. o. How to increase forest productivity. Повышение продуктивности лесов. Zoy sovani produktivnosti lesu.— Praha, 1968. [52]. Vyskot M. Tree story H. E. Engineering the complete Moravia.— Praha: Academia, 1976. [53]. Young biomass in lowland forests in South forest concept // Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series.— 1978.— 780749.— 11—14 Sept.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*5 : 630*28

ФИТОМАССА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
ТЕБЕРДИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В. А. БУГАЕВ, В. В. ОНИЩЕНКО

Воронежский лесотехнический институт

Тебердинский заповедник входит в систему мониторинга лесов, призванного осуществлять комплексное наблюдение и оценку состояния окружающей природной среды. Такое назначение заповедника обусловлено его географическим расположением, состоянием лесов, их структурой и происхождением. Территория Тебердинского заповедника, находящегося в южной части Ставропольского края и занимающего около 85 тыс. га, раскинулась по северному склону Главного Кавказского хребта, который, как огромный барьер, достигающий 3...4 тыс. м, отделяет бассейн р. Теберды от Черного моря. Описанная местность — высокогорная, и примерно 95 % ее площади находится выше 2 тыс. м над уровнем моря, а самая низкая точка — 1260 м [2]. Прежде здесь леса расстраивались бессистемными рубками, неумеренным выпасом скота; распространено было браконьерство. Восстановление и сохранение этого ценного лесного массива, имеющего большое водоохранное, почвозащитное и курортно-климатическое значение, стало возможным лишь в условиях заповедного режима, позволяющего установить течение природных процессов.

В заповеднике большое распространение приобрели хвойные леса, среди которых значительную площадь занимают сосняки. Как отмечают В. Антанайтис и др. [1, 3, 4], показателем мониторинга лесов является динамика продуктивности на экологической основе, характеризующая запасом и приростом фитомассы. Именно эти вопросы мы изучали на участках высотного экологического профиля. Характеристики двух пробных площадей, заложенных в сосновых древостоях, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Номер пробной площади	
	1	2
Высота над уровнем моря, м	1 750	2 350
Состав	10С	10С
Средний возраст, лет	84	150
Средняя высота, м	24,0	14,3
Средний диаметр, см	31,9	28,7
Класс бонитета	II	V
Число стволов, шт./га	700	750
Сумма площадей сечения, м ² /га	55,8	48,8
Запас, м ³ /га	540	350

Пробная площадь 1 заложена в нижней части склона на высоте 1750 м. Для сравнения укажем, что г. Теберда расположен на высоте 1330 м. Тип леса на этом участке — сосняк полидоминантно-бобовый. Пробная площадь 2 находится в верхней приводораздельной части склона на высоте 2350 м. Тип леса — сосняк беспокров-

ный с переходом к сосняку вейниковому. Крутизна склонов на обоих участках примерно одинакова (33...36°).

На пробных площадях выполняли обычную таксационную работу; брали также модельные деревья. Подбор и число последних позволяли наиболее полно учесть все компоненты фитомассы и отразить их связь с другими таксационными признаками.

Исследуемые насаждения отличались значительной разновозрастностью. На пробной площади 1 возраст модельных деревьев колебался от 70 до 230 лет, на пробной площади 2 — от 93 до 234 лет. Установлена определенная связь возраста с диаметром дерева. Более тесная взаимосвязанность выявлена между отдельными фракциями фитомассы и диаметром. Это дало основание увязывать все признаки не с возрастом, а с диаметром дерева. Приведенный в табл. 1 средний возраст насаждений имеет только расчетное, сравнительное значение, но не отражает действительную разновозрастную структуру древостоя.

В результате обработки данных по модельным деревьям получена система уравнений:

$$P = 0,0688 + 0,0221x + 0,0356x^2 + 0,0012x^3;$$

$$P_1 = 0,0522 + 0,0204x + 0,0251x^2 + 0,0007x^3;$$

$$P_2 = 0,0219 + 0,0072x + 0,0308x^2 + 0,0016x^3.$$

Здесь P , P_1 , P_2 — соответственно фитомасса всего дерева, надземной части и ствола, m^3 ;

$$x = 0,25d - 2,$$

где d — диаметр дерева на высоте 1,3 м, см.

Аналогичные уравнения были рассчитаны для остальных компонентов фитомассы.

Тесная связь фитомассы с диаметром обнаруживается при сравнении соотношения фракций по ступеням толщины (табл. 2, пробная площадь 1, средний диаметр 31,9 см).

Таблица 2

Фракция фитомассы дерева	Распределение фитомассы по фракциям в зависимости от ступеней толщины, %										
	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
Ствол	63,0	66,1	65,1	65,3	64,5	64,0	63,5	62,5	60,5	58,7	54,9
Крона	12,6	8,6	10,0	9,7	10,6	11,1	11,8	13,2	15,8	18,2	23,3
В том числе ветви	4,2	3,9	4,5	4,4	5,4	5,8	6,4	7,7	9,9	12,8	16,0
Лапник с хвоей	8,4	4,7	5,5	5,3	5,2	5,3	5,4	5,5	5,9	5,4	7,3
В том числе хвоя	4,2	3,9	4,6	4,4	4,4	4,8	4,8	4,7	4,9	4,8	6,0
Надземная живая часть дерева	75,6	74,7	75,1	75,0	75,1	75,1	75,3	75,7	76,3	76,9	78,2
Сухие сучья	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5
Общая надземная часть дерева	76,5	75,5	76,0	75,9	76,1	76,3	76,5	76,9	77,6	78,3	79,7
Корни	23,5	24,5	24,0	24,1	23,9	23,7	23,5	23,1	22,4	21,7	20,3

В зависимости от диаметра изменяется соотношение между фракциями. В низших ступенях (до среднего диаметра) подавляющая часть фитомассы приходится на стволовую древесину. В более крупных ступенях толщины постепенно сокращается доля стволовой древесины. У этих деревьев увеличивается объем кроны и, соответственно, ветвей и хвои. В целом же масса надземной живой части дерева имеет тенденцию к увеличению по мере повышения диаметра. Объем сухих ветвей возрастает у более крупных, более старых деревьев, следовательно, у них происходит интенсивное отмирание сучьев. Доля корней с увеличением диаметра уменьшается.

Описанная закономерность изменения соотношения отдельных фракций фитомассы в зависимости от диаметра наблюдается и на пробной площади 2.

Табл. 3 характеризует объем фитомассы на 1 га на пробных площадях 1 и 2. Поскольку насаждения расположены в условиях горного рельефа, то площадь определена в переводе на горизонтальную поверхность, исключаящую влияние уклона местности.

Таблица 3

Показатели	Номер пробной площади			
	1		2	
	т	%	т	%
Фракции фитомассы:				
ствол	516,8	62,3	298,9	55,2
ветви	65,0	7,8	79,7	14,7
лапник с хвоей	47,6	5,7	38,9	7,2
хвоя	29,3	3,5	20,7	3,8
крона	112,6	13,5	118,6	21,9
надземная живая часть	629,4	75,8	417,5	77,1
сухие сучья	9,8	1,2	11,5	2,1
общая надземная часть	639,2	77,0	429,0	79,2
корни	191,0	23,0	112,6	20,8
общая фитомасса	830,2	100	541,6	100

Абсолютный объем фитомассы оказался меньше на пробной площади 2, что явилось следствием более низкого бонитета и худшими лесорастительными условиями данного насаждения. Вместе с тем в обоих насаждениях неодинакова доля отдельных фракций: в лучших лесорастительных условиях (пробная площадь 1) относительная масса стволовой древесины и корней больше, кроны — меньше. В насаждениях неодинакова относительная масса древесины. На пробной площади 1 при запасе стволовой древесины 540 м³ и ее массе 516,8 т на 1 м³ приходится 0,96 т; на пробной площади 2 соответственно 350 м³; 298,9 и 0,85 т. Следовательно, в лучших лесорастительных условиях стволовая древесина оказывается более тяжелой. Объем сухих сучьев на пробной площади 2 больше, поскольку в суровых лесорастительных условиях интенсивнее отпад и накопление сухих ветвей.

Из сопоставления показателей описанных насаждений можно сделать вывод, что с увеличением высоты местности над уровнем моря изменяется структура фитомассы. В то же время насаждения, произрастающие в суровых условиях вблизи верхней границы леса, характеризуются все же значительной продуктивностью. Последняя наиболее полно отражается не показателями стволового запаса, а отдельными фракциями фитомассы. Именно такой подход важен при оценке мониторинга лесов и экологических условий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. Основы мониторинга лесов // Стабильность и продуктивность лесных экосистем.— Тарту: Тартус. ун-т, 1985.— С. 6—7. [2]. Тебердинский заповедник / Ф. Воробьева и др.— М.: Планета, 1983.— 191 с. [3]. Харук В. И., Пестунов И. А., Перетягин Г. И. Дистанционная съемка в мониторинге состояния лесных массивов // Стабильность и продуктивность лесных экосистем.— Тарту: Тартус. ун-т, 1985.— С. 152—153. [4]. Черненко Т. В., Степанов А. М. Биомониторинг на основе расчетов индекса деградации фитоценозов // Там же.— С. 157—158.

Поступила 2 октября 1986 г.

УДК 630*114.22 : 582.475.4 (470.42)

**ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СОСНЯКОВ
УЛЬЯНОВСКОГО НИЗМЕННОГО ЗАВОЛЖЬЯ***

А. Х. ГАЗИЗУЛЛИН, М. Ф. ШАРИФУЛЛИН

Марийский политехнический институт

В работе изложены результаты исследования почв сосновых насаждений Сенгилеевского мехлесхоза, расположенного в юго-восточной части Ульяновской области. Территория мехлесхоза относится к лесостепной зоне, к подзоне типичной лесостепи [10], и делится Куйбышевским водохранилищем на две части: правобережную, входящую в Предволжье, и левобережную, относящуюся к Низменному Заволжью.

Климат района исследования континентальный, характеризуется недостаточным количеством осадков и частой повторяемостью засух [7]. Средняя годовая температура воздуха составляет $+3,9^{\circ}\text{C}$, среднее годовое количество осадков — 404 мм, относительная влажность воздуха в течение вегетационного периода — 42... 52 %.

Сосновые насаждения Сенгилеевского мехлесхоза приурочены в основном к среднечетвертичным террасам р. Волги и расположены в левобережной части лесхоза, на песчаных и супесчаных почвах. Древоостой преимущественно I, Ia и II классов бонитета (средний I, 1).

Для изучения особенностей роста и производительности сосновых древостоев и лесорастительных свойств почв нами в сосновых древостоях Белоярского лесничества в соответствии с ГОСТ 1628—70 заложено пять постоянных пробных площадей, на которых, наряду с изучением таксационных признаков древостоев с рубкой модельных деревьев и анализом ствола, исследовали почвы по общепринятой в лесном почвоведении методике.

Приводим таксационную характеристику пробных площадей.

Пробная площадь № 1 заложена в квартале 44 Белоярского лесничества Сенгилеевского мехлесхоза в чистом сосновом древостое 110-летнего возраста. Средняя высота сосны — 25,1 м, средний диаметр — 29 см, класс бонитета древостоя — II, сумма площадей сечений — 46,5 м² на 1 га, относительная полнота — 1,1, запас — 502 м³ на 1 га. Подрост редкий из вяза, березы. В подлеске ракитник русский и жимолость обыкновенная. В напочвенном покрове злаки, орляк обыкновенный. Тип леса сосняк злаково-раkitниковый. Почва бурая лесная легкосупесчаная на слоистых супесчано-песчаных древнеаллювиальных отложениях.

Пробная площадь № 2 заложена в квартале 49 в чистом сосновом древостое 150-летнего возраста. Средняя высота деревьев — 30,0 м, средний диаметр — 45,5 см, класс бонитета древостоя II, сумма площадей сечений — 32,8 м²/га, относительная полнота — 0,8, запас стволовой древесины — 430 м³ на 1 га. Подрост редкий, представлен единичными экземплярами сосны, вяза, дуба. В подлеске ракитник, в напочвенном покрове злаки. Почва бурая лесная связнопесчаная. Тип леса сосняк злаково-раkitниковый.

Пробная площадь № 3 заложена в квартале 44 в чистом сосновом древостое 80-летнего возраста, I класса бонитета. Средняя высота сосны — 26,3 м, средний диаметр — 29,5 см, сумма площадей сечений стволов — 31,4 м² на 1 га, относительная полнота древостоя — 0,7, запас — 372 м³ на 1 га. Подрост групповой, состоит из дуба, вяза, осины. В подлеске жимолость, ракитник, малина. В напочвенном покрове орляк, злаки. Тип леса сосняк злаково-раkitниковый. Почва бурая лесная легкосупесчаная.

Пробная площадь № 4 заложена в квартале 50 в сосновом древостое 110-летнего возраста. Состав древостоя 10С, класс бонитета — II. Средняя высота деревьев 30 м,

* Работа выполнена по заказу Казанской лесоустроительной экспедиции. В сборе полевого материала принимал участие студент-дипломник И. К. Сингагуллин.

средний диаметр 45 см. Сумма площадей сечений — 20,3 м² на 1 га, относительная полнота — 0,5, запас стволовой древесины — 289 м³ на 1 га. Подрост групповой из сосны, березы, осины. В напочвенном покрове злаки. Почва серая лесная связнопесчаная на древнеаллювиальных переветренных песках. Тип леса сосняк злаково-раkitниковый.

Пробная площадь № 5 заложена в квартале 51 в чистых культурах сосны 57-летнего возраста, I класс бонитета. Средняя высота деревьев — 22,5 м, средний диаметр — 23,5 см, сумма площадей сечений — 42,6 м² на 1 га, запас — 439 м³/га, относительная полнота — 1,0. Подрост и подлесок отсутствует. В напочвенном покрове злаки. Почва бурая лесная связнопесчаная на древнеаллювиальных слоистых супесчано-песчаных наносах. Тип леса сосняк злаково-раkitниковый.

Анализ стволов модельных деревьев показал, что наиболее интенсивный рост как в высоту, так и по диаметру наблюдается до 30-летнего их возраста, затем прирост замедляется. Сравнение с таблицами хода роста сомкнутых сосновых насаждений показывает, что по скорости роста в высоту модельные деревья до 30 лет превосходят табличные Iа класса бонитета, к 40 годам их рост приравнивается к табличным Iа класса бонитета, а к 50 годам к табличным I или даже II класса бонитета. В дальнейшем их рост в высоту стабилизируется на уровне I—II классов бонитета табличных.

Морфологическое строение профилей почв пробных площадей приведено в таблице. Описанные почвы не имеют признаков оподзоленности, в них идут процессы, противоположные подзолистоу. Они отнесены к бурым лесным почвам.

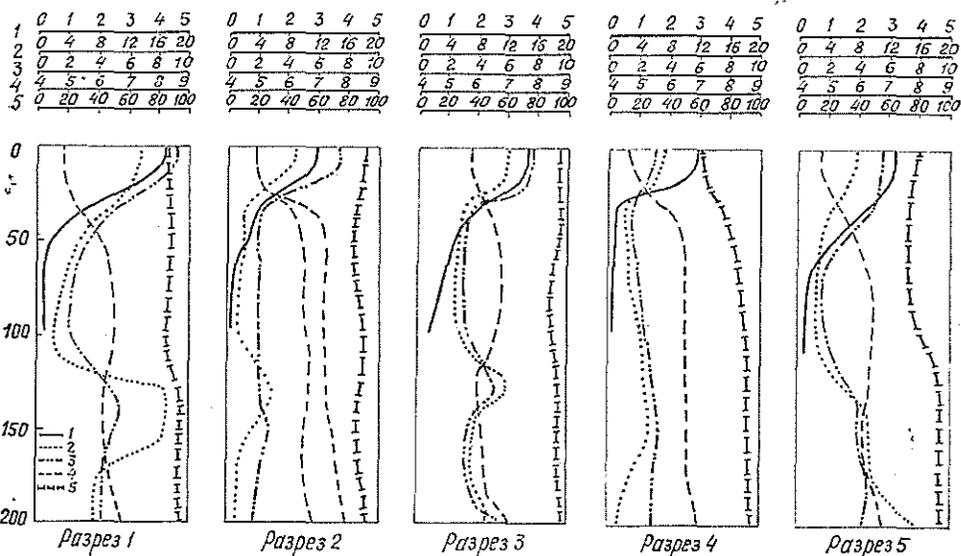
Строение профиля почв пробных площадей

Но- мер раз- реза	Генетический горизонт почв и его мощность, см								Рельеф
	A ₀	A ₁ '	A ₁ ''	AB	B ₁	B ₂	BC	C	
1	0—1	2—14	14—27	27—50	50—112	112—141	141—158	158—200	Пологий склон Ровный Дюнно- бугристый То же »
2	0—1	1—13	13—30	30—60	60—118	118—150	150—162	162—200	
3	0—2	2—16	16—35	35—55	55—86	86—130	130—181	181—210	
4	0—2	2—11	11—18	18—45	45—90	90—140	140—223	223—244	
5	0—5	5—15	—	15—45	45—81	81—120	120—200	200—244	

Примечание. Номера разрезов и пробных площадей совпадают.

Раньше неоподзоленные песчаные почвы борových террас лесостепной зоны относили к борovým пескам [8]. Позднее А. А. Роде и В. Н. Смирнов [9] отметили, что борové пески — это своеобразные аналоги бурых лесных почв. На необходимость отнесения неоподзоленных песчаных почв лесостепи к типу бурых лесных указывал также С. В. Зонн [6]. Наиболее яркая и отличительная черта бурых лесных почв — аккумуляция в верхних горизонтах полуторных окислов, обменных оснований, илстой фракции, а также подвижных соединений железа, что и придает им бурый оттенок.

Данные анализов гранулометрического состава и физико-химических свойств почв пробных площадей приведены в виде графиков на рисунке. Почвы разрезов 1 и 3 относятся к легкосупесчаным, 2, 4, 5 — к связнопесчаным. В гумусовом горизонте почв всех разрезов наблюдается накопление физической глины, с глубиной содержание частиц размером < 0,01 мм уменьшается до горизонта В₁ включительно, затем в горизонте В₂ и ВС несколько возрастает и, как правило, снова уменьшается на глубине около 2 м, в материнской породе С. Лишь в почве разреза 5 на глубине 210... 220 см содержание физической глины возрастает до 15,5%. Данные гранулометрического анализа подтверждают формирование почв на древнеаллювиальных слоистых супесчано-песчаных, частично переветренных отложениях.



Гранулометрический состав и физико-химические свойства почв пробных площадей: 1 — гумус, %; 2 — частицы < 0,01 мм; 3 — обменные основания; 4 — pH_{KCl} ; 5 — степень насыщенности основаниями

Почвы разрезов 1 и 3 характеризуются более высоким содержанием гумуса и обменных оснований по сравнению с почвами других разрезов. Распределение обменных оснований по профилю рассматриваемых почв аналогично распределению физической глины. Следует отметить относительно слабое накопление физической глины и обменных оснований в гумусовом горизонте серой лесной почвы разреза 4.

Реакция (pH_{KCl}) в гумусовом горизонте почв всех разрезов среднекислая, но с глубиной становится близкой к нейтральной и нейтральной. Гидролитическая кислотность незначительна и варьирует в почвах всех разрезов в пределах 0,2...0,5 ммоль на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями высокая (81...96 %), за исключением гумусового горизонта почвы разреза 4, где она составляет лишь 59,6 %. Обеспеченность почв пробных площадей подвижными соединениями фосфора и обменного калия низкая и, как правило, варьирует от 1,5 до 10 мг на 100 г почвы.

В целом исследованные почвы обеспечивают произрастание высокопродуктивных и устойчивых до высокого возраста сосновых древостоев.

Известны ведущие признаки, обуславливающие рост и производительность древостоев: механический состав, строение и мощность почвенного профиля; характер и мощность лесной подстилки; мощность гумусового горизонта и содержание гумуса; уровень грунтовых вод; реакция среды; карбонатность; а также рельеф [1, 3]. В аридных районах ограничивающим фактором роста выступает влага [2].

В исследованных почвах к положительным свойствам нужно отнести: мулевой тип органического вещества; значительную мощность гумусового горизонта и относительно высокое содержание гумуса (хотя процентное содержание его не так велико, но еще В. В. Докучаев отметил, что легкие песчаные почвы можно считать богатыми гумусом, если его будет 2,5 % [4]); высокую степень насыщенности основаниями, слабокислую и нейтральную реакцию среды, слоистость профиля. Огра-

ничивающими факторами роста следует считать весьма легкий механический состав, дюнно-бугристый рельеф. В Московской области [5] наилучший рост сосновых насаждений наблюдается на супесчаных почвах, при содержании в них физической глины от 10 до 20%. В исследованных нами почвах лишь в гумусовом горизонте почв разрезов 1 и 3 содержание физической глины достигает 11...12%, в почвах разрезов 2, 4, 5 — лишь 7,5...8,2% и с глубиной до горизонта В₂ уменьшается, хотя в ряде случаев наблюдается некоторое увеличение физической глины на глубине 120...130 см и глубже. Однако в целом легкий гранулометрический состав является основным фактором, ограничивающим состав и производительность древостоев.

По-видимому, благоприятными свойствами гумусового горизонта и объясняется усиленный рост сосны до 30...40 лет, затем по мере освоения нижележащих менее благоприятных горизонтов почвы рост деревьев замедляется.

Для повышения и поддержания плодородия песчаных и супесчаных почв сосняков лесхоза рекомендуется вводить в состав насаждений почвоулучшающие деревья и кустарники (березу, раkitник, бузину красную), своевременно проводить рубки ухода за лесом, не допускать лесных пожаров.

Ввиду того, что исследованные почвы относительно мало гумусированы и слабо обеспечены подвижным фосфором и обменным калием, применение азотных, фосфорных и калийных удобрений положительно скажется на производительности и устойчивости произрастающих на них сосновых древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В. Изучение роста древостоев на экологической основе // Закономерности роста и производительность древостоев.— Каунас, 1985.— С. 11—14.
 [2]. Воронков Н. А. Влага как фактор лесорастительных свойств песчаных почв аридных районов // Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности.— М., 1980.— С. 41—42. [3]. Газизуллин А. Х., Смирнов В. Н. Почвы и производительность древостоев Среднего Поволжья и способы изучения взаимосвязи между почвой и насаждением для оценки лесорастительных свойств почв региона // Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности.— М., 1980.— С. 45—46. [4]. Докучаев В. В. Избранные сочинения.— М.: Сельхозгиз, 1954.— 708 с. [5]. Зеликов В. Д. Почвы и бонитет насаждений.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 120 с. [6]. Зонн С. В. Почвы // Юго-Восток европейской части СССР.— М., 1971.— С. 170—204. [7]. Колобов Н. В. Климат Среднего Поволжья.— Казань: Казанск. ун-т, 1968.— 252 с. [8]. Роде А. А. Почвоведение.— М.: Гослесбумиздат, 1955.— 524 с. [9]. Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение.— М.: Высш. школа, 1972.— 480 с. [10]. Ступишин А. В. Колобов Н. В. К созданию сетки прикладного районирования Среднего Поволжья // Вопросы геоморфологии Среднего Поволжья: Учен. зап. / Казанск. гос. ун-т.— 1968.— Вып. 5—6.— С. 183—194.

Поступила 31 марта 1987 г.

УДК 630*902 [630*232.33 + 630*232.4]

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ, СОЗДАНЫХ ПОСЕВОМ И ПОСАДКОЙ В СОСНЯКАХ-ЧЕРНИЧНИКАХ СВЕЖИХ

М. Д. МЕРЗЛЕНКО, Р. К. МУХАМЕДШИН

Московский лесотехнический институт, ВНИИХлесхоз

В центральных областях европейской части РСФСР сосредоточено около 2 млн га искусственных насаждений в возрасте более 20 лет. Имеется возможность обобщить лесокультурные опыты 100—120-лет-

ней давности и использовать эти материалы в деле совершенствования создания лесных культур. В этом отношении старовозрастные культуры уникальны по своему научному и практическому значению и поэтому требуют незамедлительного и полного изучения, тем более, что эти древостой достигли возраста рубки, и тот богатый материал, который они содержат, может быть бесследно потерян.

На первых этапах становления лесокультурного дела посеы преобладали над посадками. Этому способствовала простота технологического процесса закладки будущего насаждения методом посева, его большее соответствие самому лесовозобновительному процессу. Из-за отсутствия пересадки у посевных культур не деформируются корневые системы молодых растений, нет необходимости в закладке лесных питомников.

Таблица 1

Сводная ведомость пробных площадей культур сосны, созданных посевом и посадкой

Но- мер проб- ной пло- щадн	Воз- раст куль- тур, лет	Размещение, м Смещение	Со- став	Ярус	Средние		Класс бони- тета	Сум- ма пло- щадей сече- ний, м ² /га	Пол- нота отно- си- тель- ная	Число де- ревь- ев, шт./га	За- пас, м ³ /га
					высо- та, м	диа- метр, см					
Посев											
В-20	110	$\frac{1,5 \times 1,5}{\text{CCCC}}$	10С	1	29,5	32,2	I	36,2	0,70	442	466
			+Е	1	25,7	29,3	II	1,9	0,04	26	20
			10Е	2	18,4	18,2	III	2,8	0,06	106	24
Итого								40,9	0,80	552	510
В-17	110	$\frac{1,8 \times 1,2}{\text{СнЕ}}$	8С	1	30,2	31,8	I	24,1	0,50	290	327
			2Е	1	23,3	22,4	II	5,9	0,10	147	68
			10Е	2	17,2	16,1	II	3,9	0,09	208	40
Итого								33,9	0,69	645	435
В-10	111	Бессистемно CCCC	9С	1	34,9	34,3	Ia	24,4	0,50	249	334
			1Е	1	30,8	26,5	I	3,2	0,06	70	54
			10Е	2	22,8	17,8	III	0,9	0,02	33	9
Итого								28,5	0,58	352	397
Р-5	111	Бессистемно CCCC	8С	1	31,4	35,4	Ia	18,4	0,40	182	254
			2Е	1	27,1	25,6	II	5,9	0,10	112	70
			10Е	2	20,6	15,7	III	1,1	0,03	56	5
Итого								25,4	0,53	350	329
Посадка											
В-6	111	Бессистемно CCCC	10С	1	29,4	33,2	I	35,1	0,70	424	464
			+Е	1	22,9	20,8	III	1,2	0,14	24	13
			10Е	2	16,6	16,7	III	3,0	0,02	232	37
Итого								39,3	0,86	680	514
Р-6	109	Бессистемно CCCC	9С	1	32,3	34,6	Ia	37,8	0,73	382	526
			1Е	1	27,3	23,2	II	8,4	0,16	200	92
			10Е	2	20,4	16,7	III	2,3	0,05	106	24
Итого								48,5	0,94	688	542

Однако уже К. Ф. Тюрмер [5] установил, что посев требует большего расхода семян, а растения в посевах, вследствие тесного стояния, отстают по росту от саженцев, предварительно воспитанных в питомнике и пересаженных на лесокультурную площадь. Основываясь на личном опыте, К. Ф. Тюрмер утверждал, что при одних и тех же климатических и почвенных условиях посаженный лес 60—70-летнего возраста дает столь же крупный материал, что сеяный лес 80...100 лет. В пользу посадок перед посевами говорят исследования А. П. Тольского [4], Н. М. Набатова [2], Л. Ф. Ипатова [1] и других лесоводов.

Учитывая, что исследовались в основном молодые и в лучшем случае средневозрастные культуры, мы сравнили успешность роста спелых

Таблица 2

Динамика таксационных показателей на пробных площадях, созданных посевом и посадкой

Год пере- чета	Воз- раст куль- тур, лет	Со- став	Ярус	Средние		Сум- ма пло- щадей сече- ний, м ² /га	Число деревьев, шт./га	За- пас, м ³ /га
				вы- со- та, м	диа- метр, см			

Культуры сосны, созданные посадкой
(пробная площадь В-6)

1899	25	8С	1	7,0	9,5	13,6	1878	40
		2Б	1	8,8	7,0	1,4	294	10
				Итого		15,0	2172	50
1952	78	10С	1	26,0	28,0		604	390
		10Е	2				85	25
				Итого			689	415
1973	99	10С,	1	28,7	32,3	35,5	433	454
		ед. Е	1	27,8	34,5	0,4	4	5
		10Е	2	23,1	24,0	1,0	18	8
				Итого		36,9	455	467
1984	110	10С	1	29,4	33,2	35,1	424	464
		+Е	1	22,9	20,8	1,2	24	13
		10Е	2	16,6	16,7	3,0	232	37
				Итого		39,3	680	514

Культуры сосны, созданные посевом
(пробная площадь В-20)

1899	25	10С	1	8,5	8,0	24,2	4597	98
1952	78	9С	1	25	24	25,5	583	284
		1Е	1		25	2,1	44	26
		10Е	2	17	15			71
				Итого				381
1974	100	10С	1	28,2	30,3	31,6	444	388
		+Е	1	28,5	33,3	1,1	12	15
		10Е	2	15,0	15,9	0,6	159	22
				Итого		33,3	615	425
1984	110	10С	1	29,5	32,2	36,2	442	466
		+Е	1	25,7	29,3	1,9	26	20
		10Е	2	18,4	18,2	2,8	106	24
				Итого		40,9	574	510

и приспевающих искусственных древостоев сосны, созданных посевом и посадкой в Воря-Богородском лесничестве Щелковского учебно-опытного лесхоза МЛТИ. В сосняке-черничнике свежем исследованы культуры сосны V—VI классов возраста. Оказалось, что оба метода создания культур сосны позволяют получить к возрасту спелости высокобонитетные древостой с близкими значениями производительности (табл. 1). Однако сопоставление средних диаметров показывает, что у культур, созданных посадкой, средний диаметр выше, чем при выращивании посевом. Такая зависимость обусловлена, видимо, значительной разницей первоначальной густоты культур. Посевные культуры создавали при более высокой первоначальной густоте, чем культуры, выращенные посадкой. По данным архивных сведений, густота стояния посевных культур 20-летнего возраста была вдвое большей. Известно, что чем гуще насаждения в пачальный период, тем выше полндревесность стволов и качество древесины в спелых древостоях, но меньше выход крупной деловой древесины.

Энергия роста сосны в культурах, созданных посевом и посадкой, различна. Кульминация прироста по диаметру в насаждениях сосны, созданных посевом, наступает на 5...15 лет позже, чем при выращивании посадкой [3]. Очевидно, это вызвано различием в развитии корневых систем, оказывающим значительное влияние на рост и развитие надземной фитомассы растений.

Для сравнительного анализа культур сосны, выращенных посевом и посадкой, представляют научно-практическую ценность две постоянные пробные площади, заложенные в конце XIX в. в 25-летних культурах на территории Никольской лесной дачи (табл. 2). Формирование этих древостоев шло с применением рубок ухода, назначаемых соответственно состоянию насаждений. Пробные площади В-6 и В-20 расположены в аналогичных лесорастительных условиях и разделены лишь небольшой просекой. Тип леса сосняк-черничник. Почва дерново-сильнопodzолистая легкосуглинистая на флювиогляциальном песке.

Пробная площадь В-6. Культуры созданы в 1874 г. методом посадки. Первая прочистка была проведена в 1892 г. По перечету 1899 г. 25-летние культуры имели состав 8С2Б (табл. 2). При первом перечете ель в древостой не вошла, так как представляла собой подрост. Береза, отмеченная при перечете 1899 г., в последующие годы была вырублена в порядке мер ухода за лесом. Ель 78-летнего возраста вошла уже в состав 2-го яруса. Число стволов с 1899 г. по 1952 г., т. е. за 53 года роста, уменьшилось в 3,1 раза, а запас увеличился в 8,3 раза [6]. В 1965 г. была произведена добровольно-выборочная рубка (39 м³ с 1 га). Ель в возрасте 99 лет (1973 г.) единично перешла в 1-й ярус, а запас стволовой древесины насаждения равнялся 467 м³/га [3]. К 110-летнему возрасту культур сосны четко выделился 2-й ярус из естественно поселившейся ели. Отпад сосны за последние 10 лет составил лишь 9 стволов. За этот же период запас сосны увеличился на 10 м³, т. е. ежегодно на 1 м³. В целом запас древесины на пробной площади В-6 в 1984 г. был 514 м³/га.

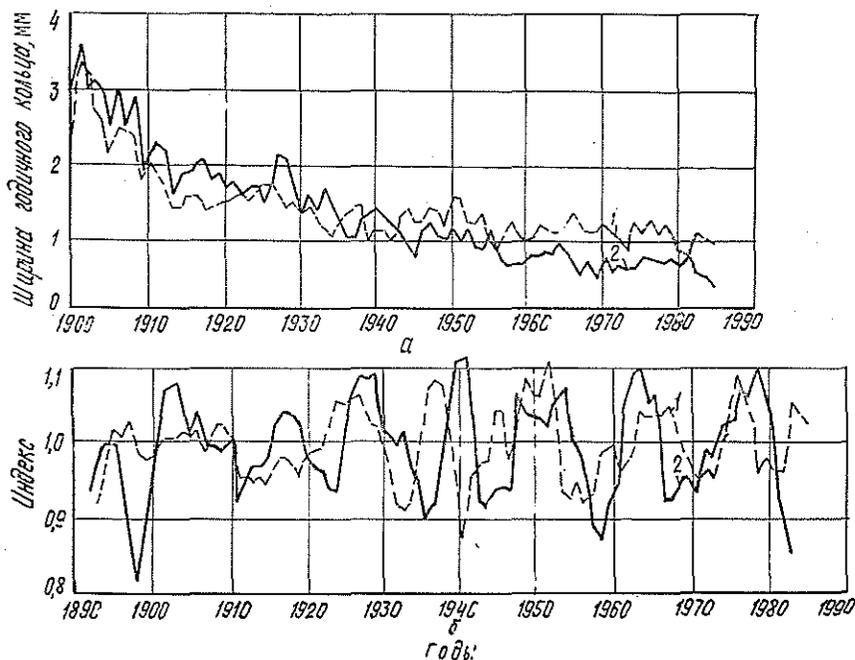
Пробная площадь В-20. Культуры созданы в 1874 г. посевом семян сосны сеялкой Древица. Число посевных мест — 4 000 шт. на 1 га, размещение 1,5 × 1,5 м. Первая прочистка проведена в возрасте культур 18 лет (1892 г.), при которой получено 23 скл. саженей хвороста. Несмотря на такую интенсивную прочистку, в 25-летних культурах на 1 га имелось 4 597 стволов сосны. Из-за такой густоты культуры сосны этого возраста замедлили рост по диаметру по сравнению с сосной на пробной площади В-6. Благодаря последующим прореживаниям, в 26- и 32-летнем возрасте культур достигнута оптимальная густота, способствовавшая их лучшему росту. В 78 лет эти культуры

представляли собой насаждения I класса бонитета [6]. К возрасту 100 лет культуры сосны, созданные посевом, имели запас $425 \text{ м}^3/\text{га}$, незначительно отличающийся от запаса культур, созданных посадкой (9 %). Высоты и диаметры сосны также очень близки (табл. 2).

Рубки ухода сыграли положительную роль: на пробной площади В-6 ликвидирована угнетающая роль березы, на пробной площади В-20 уменьшились неблагоприятные воздействия загущенности посева. К 110 годам по сравнению с возрастом 100 лет на пробной площади В-20 запас сосны возрос на 78 м^3 , т. е. ежегодный текущий прирост за последнее десятилетие составил $7,8 \text{ м}^3/\text{га}$. Такой высокий прирост по запасу в посевных культурах, в отличие от культур, созданных посадкой, свидетельствует об относительно высокой энергии роста сосны посевного происхождения на протяжении VI класса возраста. В целом же 110-летние культуры сосны, созданные как посадкой, так и посевом, имеют практически близкие таксационные показатели. Этот факт говорит о том, что к возрасту спелости конечный лесоводственный эффект при разных методах производства лесных культур сосны на лесных дерново-подзолистых почвах Московской области различался мало.

Для изучения закономерностей динамики радиального прироста культур сосны, созданных посевом и посадкой, нами на пробных площадях В-6 и В-20 был проведен дендрохронологический анализ. Для этого на каждой пробной площади у 10 средних по размерам модельных деревьев на высоте груди были взяты керны древесины с северной и южной стороны ствола. Ширину годичных колец измеряли бинокулярной лупой с точностью $0,05 \text{ мм}$.

Полученная информация дендрохронологического анализа свидетельствует о том, что абсолютный прирост по диаметру у 60—70-летних



Динамика прироста по диаметру культур сосны, созданных посевом (1) и посадкой (2): а — ширина годичных колец, мм; б — индекс ширины годичных колец

культур сосны, созданных посевом, выше, чем у культур сосны, выращенных методом посадки (рис. а). Максимальная разница достигает 85 %. Распределение индексов ширины годовых колец (рис. б) культур сосны, созданных посевом (В-20) и посадкой (В-6), вычислено по 11-летним скользящим средним. Оно характеризуется данными табл. 3.

Таблица 3

Номер пробной площади	Индекс годового кольца	Число случаев	Процент случаев	Номер пробной площади	Индекс годового кольца	Число случаев	Процент случаев
В-20	0,7	2	2,2	В-6	0,6	1	1,1
	0,8	13	13,8		0,7	4	4,3
	0,9	19	20,2		0,8	10	10,6
	1,0	35	37,2		0,9	21	22,3
	1,1	16	17,0		1,0	32	34,0
	1,2	7	7,4		1,1	15	16,0
	1,3	2	2,2		1,2	7	7,4
					1,3	3	3,2
			1,4	1	1,1		

Примечание. Для пробной площади В-20 $M = 0,98$; $\delta = 0,13$; $\delta_m = 0,01$; $P = 1$ %; $V = 13$ %; для пробной площади В-6 $M = 0,98$; $\delta = 0,14$; $\delta_m = 0,01$; $P = 1$ %; $V = 14$ %.

На обеих пробных площадях преобладающее количество случаев падает на средние индексы ширины годового кольца (0,9...1,1). У посевных культур они составляют 72,3 %, у культур, созданных посадкой, — 74,4 %. В пределах низких индексов (0,8 и ниже) сосредоточено равное количество случаев (по 16 %). Количество случаев с высокими индексами (1,2 и выше) незначительно больше у культур сосны, созданных посадкой, и составляет на В-6 — 11,7 %, на В-20 — 9,6 %.

Из графика индексов ширины годовых колец (см. рис.), сглаженных 5-летней скользящей, видно, что цикличность прироста культур сосны, созданных посевом и посадкой, в большинстве случаев не совпадает. Это объясняется, по всей видимости, различной чувствительностью этих культур к общим колебаниям погодных условий, которое обусловлено разницей в морфоструктуре корневых систем. Анализ таксационных показателей древостоев и дендрохронологических рядов позволяет сделать вывод, что культуры сосны, созданные посевом и посадкой, имеют к возрасту спелости примерно одинаковую производительность. Однако посевные культуры отличаются в возрасте спелости большим жизненным потенциалом, значительным текущим приростом и большей ожидаемой долговечностью. В дальнейшем весьма интересно продолжить наблюдения за динамикой прироста, устойчивостью и характером распада насаждений сосны в зависимости от метода создания культур.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ипатов Л. Ф. Опытные культуры С. В. Алексеева // Лесн. хоз-во.— 1980.— № 4.— С. 41—44. [2] Набатов Н. М. Культуры сосны посевом и посадкой.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— 108 с. [3]. Родин А. Р., Мерзленко М. Д. Лесные культуры б. Никольской лесной дачи // Науч. тр. / МЛТИ.— 1976.— Вып. 88.— 166—172. [4]. Тольский А. П. Частное лесоводство (основы лесокультурного дела). Ч. 3.— Л.: Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть, 1930.— 388 с. [5]. Тюрмер К. Ф. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики.— М., 1891.— 183 с. [6]. Ушаков П. И. 85-летний опыт лесных культур в Щелковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ // Науч.-техн. информ. / МЛТИ.— 1956.— № 15.— С. 3—62.

УДК 581.524.31

О ПРИЧИНАХ ФОРМИРОВАНИЯ МОНОДОМИНАНТНЫХ ПИХТАРНИКОВ

А. И. ШВИДЕНКО

Белоцерковский сельскохозяйственный институт

Современная восточная окраина ареала пихты белой (*Abies alba* Mill.) в Европе находится в Украинских Карпатах. Здесь формируются не только смешанные, но и чистые пихтовые сообщества *Abietum carpaticum* [1, 3, 4, 9—11]. Особый научный и практический интерес представляет вопрос об их происхождении и причинах формирования. Не раскрывая его, А. П. Ильинский, Н. И. Косец, А. И. Шаблий отмечали, что монодоминантные пихтарники в этом регионе возникли под влиянием человека [3, 4, 8]. По М. А. Голубцу [1], пихта белая, в отличие от бука и ели, в Украинских Карпатах никогда не образует естественных чистых древостоев. Рассматривая их происхождение на территории Буковинского Предкарпатья и Восточных Бескид, он относит чистые пихтовые фитоценозы к производным антропогенным формированиям, возникшим будто бы на старопахотях. В то же время в его публикации упоминается, что в горах Средней Европы чистые пихтовые леса — не редкость.

Мнения упомянутых исследователей бездоказательны и противоречивы. Пихта не является пионером и на заброшенных старопахотях может появиться только после возобновления их осиной, березой, ольхой, под их пологом, при наличии вблизи обсеменителей. Объяснение образования чистых пихтовых древостоев влиянием рубок ухода также не выдерживает критики, так как лесоводы никогда не стремились искусственно формировать монодоминантные пихтарники. Кроме этого, имеются чистые пихтовые пралеса, в которых рубки ухода не проводились.

Наибольшая площадь монодоминантных пихтовых фитоценозов характерна для Восточных (Львовских) Бескид и составляет более 1/5 всех пихтарников, в Ивано-Франковской области они сохранились на площади около 5 %, в Закарпатье — 2,3 %, на Буковине — 1,1 %. Анализ их распространения на северо-восточном мегасклоне Карпат показывает, что чистые древостои пихты встречаются в пределах ее ареала повсеместно, а наибольшая их площадь находится в нижней части ареала пихты. С повышением высоты местности над уровнем моря встречаемость чистых пихтовых сообществ и их площадь постепенно уменьшаются. Так, в Бескидах от наивысшего гипсометрического уровня вниз по профилю: Славское — Сколе — Турка — Дрогобыч — Самбор — Старый Самбор они встречаются в Славском единично, а далее на 7,1, 9,9, 20,7 25,6 и 27,5 % общей площади пихтарников. Такая же закономерность наблюдается в лесах Буковины: в Скибовых Карпатах чистых древостоев пихты только 0,6 %, на Буковинском Предкарпатье на окраине фитоценотического ареала пихты их 2,4 %, а в районе буковых лесов левобережья р. Прут — 65 % от общей площади пихтарников в каждой из зон.

Таким образом, чистые естественные пихтарники формируются в основном в условиях более теплого климата. Они восстанавливаются здесь благодаря повышенной теневыносливости пихты и наивысшей ее

конкурентоспособности, проявляющейся при взаимодействии с буком, грабом и другими видами. Доля чистых пихтарников возрастает по мере улучшения термического режима и плодородия местообитаний вниз по профилю. В верхней части ареала пихты их формированию препятствуют не только ухудшенные эдафические и климатические условия, но и агрессивность ели.

Показатели роста и состояния подроста пихты (состав 10П)
под пологом производных древостоев

Состав	Сом- кну- тость верх- него яруса	Характеристика подроста									
		Воз- раст, лет	Чис- ло, тыс. шт. на 1 га	Вы- со- та, м	Распределение подроста по структуре ветвления						
					M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M _П
7Б2Е1Ос + Г	0,7	16	66,0	0,9	8,2	3,8	14,4	11,6	16,0	4,2	7,8
10Лц + С	0,8	13	28,3	0,8	1,4	2,4	10,8	8,7	3,7	0,2	1,1
10Б, ед. Ос	1,0	12	21,8	0,5	4,7	7,3	5,4	2,0	1,3	0,7	0,4
10Д	0,8	18	53,1	1,1	4,4	5,2	10,8	16,5	11,3	2,9	2,0
8Бк2Д	0,8	14	43,7	0,5	3,8	11,8	14,6	8,0	2,4	2,2	0,9
9Г1Бк	1,0	14	34,5	0,7	3,1	8,8	8,9	7,0	5,2	1,0	0,5

Примечание. Буквой *M* обозначен моноподиальный тип ветвления, индексы 0—5 указывают число боковых веток в мутовке последнего года вегетации; *M_П* — подрост с мутовкой, поврежденной животными.

Возникновение автохтонных монодоминантных пихтарников обусловлено: исключительной теневыносливостью пихты, усиленной у нижней горной окраины ее ареала более теплым климатом; более частым плодоношением пихты по сравнению с буком и дубом; большей дальностью разлета семян и меньшей повреждаемостью их грызунами и птицами; быстрым разложением подстилки, образованием мягкого гумуса и отсутствием задернения почвы под пологом производных древостоев, где семена пихты попадают в условия, благоприятные для прорастания и образования массы всходов. Чаще всего формированию чистых пихтарников способствует поселение пихты под бучинниками, грабняками, березняками, ольшаниками, дубняками, лиственничниками (см. таблицу). Под дубом этому содействует ускоренная минерализация естественного опада и ажурность полога, под буком — насыщенность верхних горизонтов почвы калием, которого, по П. С. Пастернаку [6], накапливается в опаде более 35 кг/га в год; под грабом — образование мягкого гумуса и наличие мертвого покрова. После смыкания полога густой пихтовый подрост начинает оказывать аллелопатическое воздействие на другие виды и противостоит их поселению под пологом, что благоприятствует возникновению чистого пихтарника.

Аллелопатическое воздействие пихты на другие виды доказано многими исследователями. Так, значительную аллелопатическую активность пихты, выражающуюся в ингибировании роста соседних растений и отравлении почвы, обнаружил В. М. Олексевич [5].

А. М. Гродзинский и В. М. Гайдамак обратили внимание, что вокруг редко стоящих деревьев *Abies concolor* Lindl. et Gord. образуются концентрические зоны определенных трав. Самая высокая концентрация фитотоксинов обнаружена ими рядом со стволами деревьев, вторая зона повышенной концентрации — на некотором расстоянии от кроны каждого дерева [2]. Изучая аллелопатический потенциал хвойных, Дел Морал и Кейтс установили, что *Abies amabilis* Forb., *Abies grandis* Lindl., *Abies nobilis* Lindl. вызывали значительное угнетение в лаборатории и проявляли интерференцию в полевых условиях, которая

определялась главным образом биохимическим воздействием [7]. В опытах Олгрен лесная подстилка *Abies balsamea* Mill. оказывала самое сильное ингибирующее влияние на прорастание семян травянистых, кустарниковых, а также древесных видов и на рост их всходов [12].

Таким образом, монодоминантные пихтовые сообщества возникли не под влиянием человека, а являются порождением взаимодействия пихты, ее спутников и условий среды. Они формируются в наиболее благоприятных микроклиматических, фитоклиматических и эдафических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Голубець М. А. Темнохвойні ліси // Рослинність УРСР.— Київ: Наукова думка, 1971.— С. 84—136. [2]. Гродзинский А. М., Гайдамак В. М. Аллелопатическое влияние древесных растений на травянистые в условиях лесостепи Украины // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах.— Киев: Наукова думка, 1971.— Вып. 2.— С. 3—11. [3]. Ильинский А. П. Растительность Советских Карпат // Бюл. МОИП.— 1945.— Т. 50, вып. 3—4.— С. 85—87. [4]. Косец Н. И. Основные закономерности распределения лесной растительности в Советских Карпатах и Прикарпатье // Бот. журн.— 1967.— Т. 52, № 3.— С. 317—331. [5]. Олександревич В. М. Об аллелопатической активности деревьев и кустарников, применяющихся в озеленении // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах.— Киев: Наукова думка, 1970.— Вып. 1.— С. 186—190. [6]. Пастернак П. С. Изменение лесорастительных свойств бурых горно-лесных почв Карпат под влиянием главных древесных пород // Почвоведение лесному хозяйству.— Киев: Урожай, 1970.— С. 58—88. [7]. Райс Э. Аллелопатия.— М.: Мир, 1978.— 392 с. [8]. Шаблій О. І. Рослинність // Природа Львівської області.— Львів: Львів. ун-т, 1972.— С. 73—84. [9]. Швиденко А. И. Восстановление пихтовых фитоценозов на востоке ареала в Украинских Карпатах // Лесн. журн.— 1984.— № 4.— С. 19—22.— (Изв. высш. учеб. заведений). [10]. Швиденко А. И. Ареал *Abies alba* (*Pinaceae*) на юго-западе СССР // Бот. журн.— 1985.— Т. 70, № 6.— С. 802—805. [11]. Швиденко А. И., Тереля И. П., Зарубенко Р. Г. Структура пихтовых лесов и их распространение в Закарпатье // География и природные ресурсы.— 1983.— № 3.— С. 147—150. [12]. Ahlgren Clifford E., Ahlgren Isabel F. Some effects of different forest litters on seed germination and growth // Canadian Journ. of Forest Research.— 1981.— N 3.— P. 710—714.

Поступила 29 декабря 1985 г.

УДК 630*443.3

ЭЛЕКТРОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В ОЧАГАХ КОРНЕВОЙ ГУБКИ

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В системе защиты лесов первой группы от болезней и вредителей ведущее значение приобретают санитарные рубки. Объем их очень часто завышается и не соответствует установленным требованиям [1]. Одна из причин указанного недостатка — традиционное использование субъективных, ненадежных методов регистрации состояния древесных растений.

Многолетние исследования П. А. Положенцева, его учеников и последователей позволили выявить ряд объективных показателей прижизненной диагностики состояния деревьев при различных причинах их ослабления. Однако до сих пор остается открытым вопрос о регистрации поражения деревьев скрытой гнилью и степени нарушения их жизнеспособности при патологическом воздействии [12].

Приведенные аргументы свидетельствуют о настоятельной необходимости дальнейшей разработки методов ранней диагностики, в числе которых наиболее перспективна электроиндикация [3, 4, 10, 16]. Преиму-

щества электрофизиологического метода по сравнению с другими приемами диагностики жизнеспособности деревьев ели в очагах корневой губки охарактеризованы в нашей предыдущей работе [5]. Публикуемая статья является продолжением изложения результатов исследований, выполненных нами в 1978—1981 гг. на территории Учинского леспаркохоза Московской области.

Исследования проводили в высокобонитетных среднеполнотных ельниках-кисличниках IV класса возраста на восьми безразмерных пробных площадях, приуроченных к очагам корневой губки.

Для получения электрометрических данных было подобрано и помечено 240 деревьев ели, по 20 экземпляров в каждой из условных 12 подгрупп. Подгруппы деревьев выделяли в соответствии с категориями крупности (мелкие, средние, крупные) и состояния (условно здоровые, ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие). Кроме того, при помощи возрастного бурава с привлечением методов внешнего описания и звуковой пробы [2] было выявлено и помечено 120 деревьев ели, пораженных корневой губкой. Затем больные деревья ранжировали по категориям крупности и следующим категориям патологического состояния:

1) бессимптомные — заметная реакция кроны и вершины отсутствует, внешнее состояние комля нормальное, наружных признаков поражения корней нет, гниль в стволе — I—II стадий, поражено не более 25 % основных корней;

2) сомнительные — заметная реакция кроны и вершины отсутствует или слабая, комель нередко несколько утолщен, наружных признаков загнивания корней нет, гниль в стволе — II—III стадий, поражено от 25 до 50 % основных корней, возможны смолотечения;

3) явно больные — заметная реакция кроны и вершины, возможно сильное утолщение комля, очевидны наружные признаки загнивания корней, гниль в стволе — III—IV стадий, поражено более 50 % основных корней, обычны смолотечения.

Стадии развития гнили древесных тканей ели устанавливали путем осмотра корневых лап и взятых буровом кернов, по характеру окраски гнилей древесины, изменению ее структуры и потере механической прочности [7]. Для выявления взаимосвязи электрического сопротивления с заселением деревьев ксилофагами нами методом биопсии [9] было подобрано по 15 ослабленных и 15 больных елей, успешно атакованных короедами: типографом, двойником, полиграфом и гравером. В этом случае деревья также подбирали в соответствии с категориями крупности (крупные, средние, мелкие) и ставили на них пометку.

У каждого помеченного дерева с четырех сторон ствола, согласно странам света, на высоте 1,3 м измеряли электрическое сопротивление камбия и живой коры (в пятикратной повторности). Для фиксации электрического сопротивления луба ели использовали реконструированный прибор — мост типа ММВ, соединенный отрезком гибкого провода с датчиком, представляющим собой стальные штифты, закрепленные на удалении 20 мм друг от друга в эбонитовом блоке.

Анализ результатов исследований позволил выявить ряд интересных зависимостей, рассмотренных ниже.

Чтобы понять патологические нарушения в жизни растений, мы должны начинать с физиологических [13], в частности, с изучения взаимосвязи электрометрических показателей с внешним обликом деревьев ели (табл. 1).

Таблица 1

Категория крупности деревьев	Электрическое сопротивление, КОм, у деревьев ели различных категорий физиологического состояния			
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	усыхающих
Мелкие (12—16 см)	19—28	19—32	28—39	33—45
	$23,5 \pm 0,8$	$25,5 \pm 0,9$	$33,5 \pm 1,0$	$39,0 \pm 1,0$
Средние (20—28 см)	17—25	17—29	25—36	30—43
	$21,0 \pm 0,7$	$23,0 \pm 0,8$	$30,5 \pm 0,8$	$36,0 \pm 0,9$
Крупные (32—40 см)	15—22	15—26	22—33	27—39
	$18,5 \pm 0,8$	$20,5 \pm 0,9$	$22,5 \pm 0,9$	$33,0 \pm 1,0$

Примечание. В числителе здесь и далее — диапазоны сопротивлений; в знаменателе — среднее значение сопротивления.

Результаты исследований указывают на уменьшение электрического сопротивления с увеличением диаметра у представителей всех рассмотренных категорий и свидетельствуют о возрастании изучаемого показателя с ухудшением состояния деревьев. Наблюдаемое перекрытие диапазонов сопротивлений у экземпляров ели различных категорий состояния выявляет зональную ограниченность изучаемого диагностического приема и возможности его применения в практике только в сочетании с методом внешнего описания. Отмечаемое зарубежными специалистами неоднозначное сочетание электрического сопротивления тканей камбия и живой коры у деревьев пихты и ели с уровнем дефолиации крон еловым почкоедом [14] подтверждает справедливость нашего вывода.

Для научного обоснования санитарных рубок на патофизиологической основе очень важно установить взаимосвязь между состоянием ели и электрическим сопротивлением в комлевой части ствола (табл. 2).

Таблица 2

Категория крупности деревьев	Электрическое сопротивление, кОм, у деревьев ели различных категорий патологического состояния			
	бессимптомных		сомнительных	
	здоровых	больных	ослабленных	больных
Мелкие (12—16 см)	19—28	25—33	19—32	28—37
	$23,5 \pm 0,8$	$29,0 \pm 0,8$	$25,5 \pm 0,9$	$32,5 \pm 0,9$
Средние (20—28 см)	17—25	23—31	17—23	25—34
	$21,0 \pm 0,8$	$27,0 \pm 0,9$	$23,0 \pm 0,9$	$29,5 \pm 0,8$
Крупные (32—40 см)	15—22	21—29	15—26	22—31
	$18,5 \pm 0,9$	$25,0 \pm 0,9$	$20,5 \pm 0,8$	$26,5 \pm 0,9$

Из таблицы видно, что средние значения электрического сопротивления камбия и живой коры у больных деревьев ели выше, чем у здоровых экземпляров сходных категорий крупности, что отмечалось нами и ранее [5]. К аналогичному выводу пришли и другие исследователи, изучавшие взаимосвязь биоэлектрических характеристик периферийных тканей стволов ели с поражением их скрытой гнилью в лесах Украинских Карпат [11], Белоруссии [8] и за рубежом [15]. Нами установлено, что с усугублением патологического состояния деревьев ели электрическое сопротивление камбия и живой коры имеет тенденцию к увеличению и у сомнительных экземпляров выше, чем у бессимптомных.

У явно больных деревьев обнаруживаются еще более высокие средние значения электрического сопротивления периферийных тканей ствола, что имеет лишь физиологическое значение, так как внешние проявления заболевания очевидны. Между тем, выявленная зависимость свойственна не всем случаям и в пределах дерева носит зональный характер, что объясняется спецификой поражения деревьев ели корневой губкой. Так, в секторе здоровой части корневой системы больной ели значение изучаемого показателя может не отличаться от контрольного, тогда как в зоне наибольшего поражения гнилью электрическое сопротивление максимально.

В лесозащитной практике нередко возникают затруднения в распознавании деревьев, свежеселенных полиграфом, поскольку буровая мука высыпается только при первоначальном построении ходов, а затем остается в самих ходах. Выбросы буровой муки типографом, двойником и гравером могут прерываться, а имеющаяся на стволе буровая мука может быть смыта дождем или сметена ветром. Это подчеркивает важность изучения взаимосвязи электрического сопротивления тканей

Таблица 3

Категория крупности деревьев	Электрическое сопротивление, кОм, у деревьев ели		
	контрольных	заселяемых короедами	
		ослабленных	больших
Мелкие (12—16 см)	19—28	12—19	11—20
	23,5 ± 0,8	15,5 ± 1,0	16,0 ± 0,9
Средние (20—28 см)	17—25	10—17	10—18
	21,0 ± 0,7	13,5 ± 0,9	14,0 ± 0,8
Крупные (32—40 см)	15—22	8—15	8—16
	18,5 ± 0,8	11,5 ± 1,0	12,0 ± 1,0

луба с заселением деревьев ели ксилофагами по комлевому и одновременному типам (табл. 3).

Из таблицы видно, что деревья ели, как ослабленные, так и пораженные корневой губкой, заселяемые короедами активной группы по комлевому и одновременному типам, в зоне контакта имеют чаще всего пониженное электрическое сопротивление. В момент заселения и при малой плотности атаки рассматриваемый электрофизиологический показатель может не отличаться по значению от нормального, однако соответствует минимуму контроля.

Деревья ели, заселяемые ксилофагами по вершинному и стволовому типам, в районе толстой коры при функциональном ослаблении имеют нормальное электрическое сопротивление, а при поражении грибами — повышенное, что свидетельствует о зональной ограниченности возможностей электроиндикации [6].

Резюмируя изложенное, отметим, что, несмотря на зональную ограниченность электрометрического метода, его патофизиологическая обоснованность, особенно при поражении ели скрытой гнилью, а также при эндогенных нарушениях и короедной инвазии, не вызывает сомнений. Однако правильный диагноз причины ослабления может быть поставлен только на основе сочетания показаний омметра с морфопатологическими признаками деревьев, если таковые имеются, что позволит повысить точность лесозащитной оценки.

Результаты наших исследований могут быть использованы при организации и реализации мониторинга состояния и патологии ельников первой группы и при отборе деревьев в санитарную рубку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронцов А. И. Место лесохозяйственных и биологических мероприятий в системе лесозащиты // Роль дендрофильных насекомых в таежных экосистемах.— Красноярск, 1980.— С. 24—26. [2]. Журавлев И. И. Диагностика болезней леса.— М.: Сельхозиздат, 1962.— 192 с. [3]. Кищенко Э. В., Рутковский И. В. Исследование электрофизиологических характеристик состояния древесных растений // Лесная геоботаника и биология древесных растений.— Брянск, 1975.— Вып. 3.— С. 53—60. [4]. Колковский Р. А. Биоэлектрические потенциалы древесных растений.— Новосибирск: Наука, 1980.— 177 с. [5]. Лебедев А. В. Новый подход к диагностике резистентности ели европейской // Повышение продуктивности лесов и улучшение ведения лесного хозяйства.— М.: МЛТИ, 1980.— С. 110—113. [6]. Лебедев А. В. Энтомоустойчивость ели европейской в рекреационных лесах Московской области: Автореф. дис. . . канд. биол. наук.— Воронеж, 1983.— 22 с. [7]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 199 с. [8]. Полещук Ю. М. Электрическое сопротивление камбия у пораженных корневой губкой деревьев ели обыкновенной // Защита леса.— Л.: ЛТА, 1979.— С. 40—42. [9]. Положенцев П. А. Определение состояния дерева методом проб (биопсии) // Лесн. хоз-во.— 1965.— № 11.— С. 56—57. [10]. Суховольский В. Г. Сравнительный анализ электрофизиологических методов диагностики состояния деревьев // Перспективные направления развития лесного хозяйства.— Красноярск, 1980.— С. 23—24. [11]. Трибун П. А. Пути решения проблемы борьбы с корневой губкой в лесах Украинских Карпат // Защита хвойных насаждений от вредителей и болезней.— Каунас, 1978.— С. 219—223. [12]. Федоров Н. И.

Актуальные вопросы защиты хвойных насаждений от корневых гнилей // Защита хвойных насаждений от вредителей и болезней.— Каунас, 1978.— С. 231—234. [13]. Фридерикс К. Экологические основы прикладной зоологии и энтомологии.— М.; Л.: Госиздат, 1932.— 650 с. [14]. Blanchard R. O., Shortle W. C. Mechanism relating cambial electrical resistance to periodis growth rate of balsamfir // Canadian J. of Forest Research — 1983 — Vol. 13, N 3.— P. 472—480. [15]. Klaus J., Christian T. Vitalitätsmessungen an Fichten und Kiefern mittels Digitalströmungsmessgeräten und Zusammenhänge mit ertragshundlichen Messgrossen // Allgem. Vol. 95, N 10.— S. 305—306. [16]. Tattar T. A., Forstzeitung.— 1984.— Blanchard R. O. Electrical techniques for disease diagnosis // J. of Arboricultur.— 1977.— Vol. 3, N 2.— P. 21—24.

Поступила 23 августа 1985 г.

УДК 581.1 : 577.150.4

ИЗМЕНЕНИЕ ИЗОФЕРМЕНТНЫХ СПЕКТРОВ ОКСИДОРЕДУКТАЗ СЕЯНЦЕВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХРОМА

Е. В. ЕРЕМКА, С. Ф. НЕГРУЦКИЙ

Донецкий государственный университет

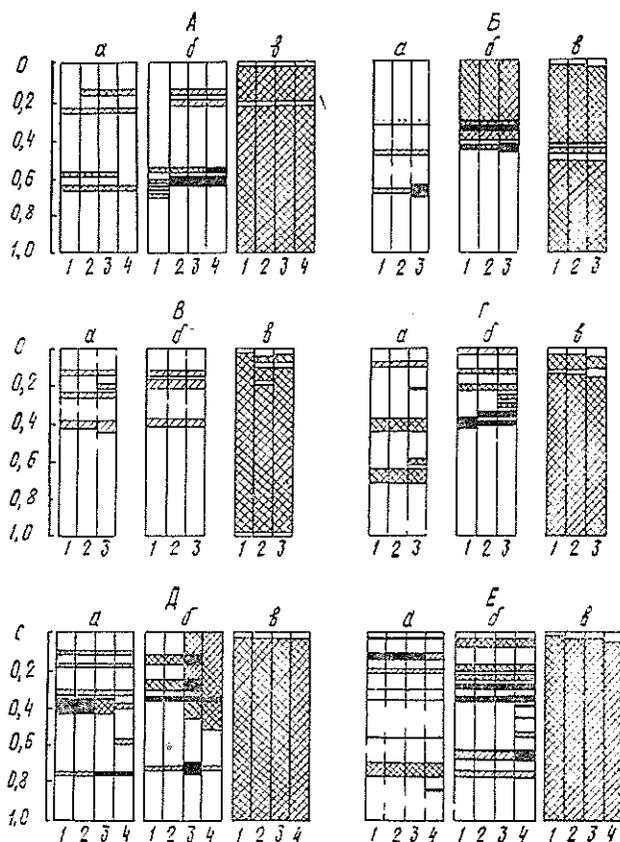
Основная роль в приспособлении растений к неблагоприятным факторам среды принадлежит ферментативным системам. В обеспечении нормального хода окислительных процессов в условиях промышленного загрязнения огромную роль играют полифенолоксидаза, пероксидаза, каталаза, обладающие высокой чувствительностью к фитотоксикантам.

Устойчивость к газообразным фитотоксикантам, как известно [2—4], проявляется в изменении активности пероксидазы, полифенолоксидазы и каталазы, которые дают возможность добывать растениям энергию, необходимую для поддержания жизнедеятельности. Изменение активности названных ферментов отражает проявление защитных свойств растений, свидетельствует о патологических сдвигах в общей системе дыхания. Имеются литературные сведения об изменении активности окислительных ферментов под воздействием тяжелых металлов [7]. Среди тяжелых металлов — компонентов промышленных выбросов шестивалентный хром в силу высокой химической активности обладает наибольшей фитотоксичностью [6].

Для исследования был избран электрофоретический метод, позволяющий выявить как качественные, так и количественные изменения в изоферментных спектрах оксидоредуктаз под воздействием различного рода фитотоксикантов, в том числе и тяжелых металлов.

Объектом исследований являлись полуторамесячные сеянцы робинии обыкновенной (*Robinia pseudoacacia* L.), сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), ели европейской (*Picea excelsa* Link.), спиреи средней (*Spiraea media* Schmidt.), аморфы кустарниковой (*Amorpha fruticosa* L.) и жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.). Двухнедельные проростки названных растений пересаживали на питательную среду Кюна, содержащую бихромат калия в следующих концентрациях по вариантам: I вариант опыта — $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, II — $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л и III — $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л. В контрольный вариант фитотоксикант не вводили. Наблюдения за состоянием растений вели в течение месяца. Выявлено, что токсическое действие хрома находится в прямой зависимости от его концентрации в среде, а также зависит от биологических особенностей видов. Так, сеянцы робинии обыкновенной, жимолости татарской и аморфы кустарниковой погибли на 3—5-й день после пересадки их на питательную среду с максимальным содержанием металла ($5 \cdot 10^{-4}$ моль/л), в то время как сеянцы сосны обыкновенной, ели европейской и спиреи средней сохраняли жизнеспособность в этом варианте опыта. Учитывая высоту надземной части исследуемых растений, независимо от видовой принадлежности, их можно расположить в такой последовательности по вариантам: $K > I$ ($1 \cdot 10^{-5}$ моль/л) $> II$ ($1 \cdot 10^{-4}$ моль/л) — для всех видов $> III$ ($5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) — для сеянцев спиреи, сосны и ели.

Изоферментные спектры оксидаз определяли методом электрофореза по В. И. Сафонову и М. П. Сафоновой [5]. На каждую электрофоретическую трубочку наносили



Схемы электрофореграмм изоферментов полифенолоксидазы (а), пероксидазы (б) и каталазы (в) семян спирей средней (А), аморфы кустарниковой (Б), жимолости татарской (В), акации белой (Г), сосны обыкновенной (Д) и ели европейской (Е): 1 — контроль; 2 — концентрация хрома в питательной среде $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 3 — $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 4 — $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л

по 250 мкг белка. Количество белка определяли по Лоури [1, с. 275—276]. Электрофорез проводили при напряжении 600 В и силе тока на каждую электрофоретическую трубочку 4 мА в течение 80 мин.

Данные об электрофоретических исследованиях изоферментов полифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы семян древесно-кустарниковых пород, подвергавшихся действию повышенных концентраций шестивалентного хрома, представлены в виде схем электрофореграмм (см. рисунок).

Электрофоретический спектр изоферментов полифенолоксидазы контрольных семян спирей средней (А, а, 1) состоял из трех белковых компонентов с относительной электрофоретической подвижностью (ОЭП) 0,25; 0,58 и 0,65. В первом варианте опыта (А, а, 2), где содержание хрома в питательной среде было минимальным — $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, наблюдалось образование новой белковой зоны с ОЭП 0,15. Увеличение концентрации металла до $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л (А, а, 3) приводило к усилению окраски фракций с ОЭП 0,15 и 0,25. Максимальная доза фитотоксиканта $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (А, а, 4) вызывала ослабление окраски указанных зон, а белковый компонент с ОЭП 0,58 исчезал. При определе-

нии изоферментов пероксидазы семян спирей средней в контрольном варианте (*A, б, 1*) было обнаружено четыре изоформы этого энзима с ОЭП 0,57; 0,62; 0,65 и 0,70. Во всех опытных вариантах (*A, б, 2, 3, 4*) наблюдалось образование двух новых зон с ОЭП 0,16 и 0,22, а компоненты с ОЭП 0,65 и 0,70 исчезали, окраска белка с ОЭП 0,62 переходила в интенсивную, значительно возрастала ее ширина. Усиление окраски происходило и у белковой фракции с ОЭП 0,57 в III варианте опыта (*A, б, 4*). Электрофореграммы изоферментов каталазы контрольных и опытных семян спирей средней содержали две белковые фракции с ОЭП 0,01 и 0,23. Ширина белковых зон в контроле и опытных вариантах сохранялась постоянной.

В контрольных семенах аморфы кустарниковой (*B, а, 1*), а также опытных (*B, а, 2, 3*) обнаружены три молекулярные формы белка полифенолоксидазы с ОЭП 0,33; 0,48 и 0,68. Ширина и окраска белковых зон в контроле и опытных вариантах вариационных отличий не имели, за исключением белковой фракции с ОЭП 0,68 (*B, а, 3*), где под воздействием фитотоксиканта возрастала ее ширина и усиливалась окраска. Электрофореграммы изоферментов пероксидазы семян аморфы кустарниковой как в контроле, так и в опыте имели весьма своеобразный характер (*B, б, 1, 2, 3*). На гелях имелись обширные окрашенные участки, на которых четко просматривались белковые зоны с ОЭП 0,33 и 0,36. Белковая фракция с ОЭП 0,44 в контроле имела интенсивную окраску (*B, б, 1*). В первом варианте опыта (*B, б, 2*) ширина ее не изменялась, но окраска значительно слабела. Во втором варианте опыта (*B, б, 3*) увеличивалась ее ширина и окраска из слабой переходила в интенсивную. Электрофоретические исследования изоферментов каталазы контрольных и опытных семян аморфы позволили обнаружить три изоформы белка с ОЭП 0,01; 0,45 и 0,50 (*B, в, 1, 2, 3*), размеры которых сохранялись постоянными, за исключением белкового компонента, расположенного на линии старта, ширина которого увеличивалась, что влекло за собой увеличение значения ОЭП — 0,03 (*B, в, 3*).

Изоферментный спектр контрольных семян жимолости татарской (*B, а, 1*) состоял из трех изоформ полифенолоксидазы с ОЭП 0,13; 0,25 и 0,40. Аналогичная картина прослеживалась на гелях первого варианта опыта (*B, а, 2*). Во втором варианте опыта (*B, а, 3*) наблюдалось появление новой белковой фракции с ОЭП 0,20, возрастала ширина компонента с ОЭП 0,40. В контрольном (*B, б, 1*), а также опытных вариантах (*B, б, 2, 3*) обнаружено три изоформы белка пероксидазы с ОЭП 0,13; 0,18 и 0,39, ширина и окраска которых под воздействием фитотоксиканта не изменялась. Две молекулярные формы белка каталазы с ОЭП 0,01 и 1,00 прослеживались на электрофореграмме контрольных семян жимолости татарской (*B, в, 1*). При минимальном содержании фитотоксиканта в среде (*B, в, 2*) были обнаружены две новые белковые зоны с ОЭП 0,08 и 0,18. Значение ОЭП белка, расположенного на линии старта, несколько сместилось (0,03) вследствие увеличения его ширины. Во втором варианте опыта (*B, в, 3*) наблюдалось сужение стартовой зоны, исчезла фракция с ОЭП 0,18.

При определении изоферментов полифенолоксидазы на электрофореграмме контрольных семян акации белой (*Г, а, 1*), а также первого варианта опыта (*Г, а, 2*) обнаружены три белковые зоны с ОЭП 0,08; 0,40 и 0,66. Увеличение дозы фитотоксиканта до $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л (*Г, а, 3*) способствовало появлению новых компонентов с ОЭП 0,21 и 0,60. Четыре изофермента пероксидазы с ОЭП 0,02; 0,12; 0,20 и 0,39 выявлены на электрофореграмме контрольных семян акации белой. В первом варианте опыта (*Г, б, 2*) наблюдалось уменьшение ширины зоны с ОЭП 0,39 и появление нового компонента с ОЭП 0,34. Новые белковые фракции с ОЭП 0,27 и 0,32 появлялись во втором опытном варианте (*Г, б, 3*).

В контрольных и опытных сеянцах акации белой обнаружены две изоформы белка каталазы с ОЭП 0,02 и 0,12 (*Г, в, 1, 2, 3*). В I варианте опыта (*Г, в, 2*) под воздействием минимальной концентрации металла происходило увеличение ширины белковой фракции с ОЭП 0,12. Дальнейшее увеличение концентрации хрома (*Г, в, 3*) приводило к расширению обеих зон.

В контрольных сеянцах сосны обыкновенной (*Д, а, 1*) выявлено пять изоформ полифенолоксидазы, обладающих следующей ОЭП: 0,11; 0,18; 0,32; 0,39 и 0,74. В первом варианте опыта (*Д, а, 2*) наблюдался переход окраски из средней в слабую у зоны с ОЭП 0,11, а во II варианте (*Д, а, 3*) из интенсивной в среднюю у фракции с ОЭП 0,39 и из слабой в интенсивную у компонента с ОЭП 0,74. Максимальное содержание хрома в питательной среде (*Д, а, 4*) приводило к уменьшению ширины зоны с ОЭП 0,39 и ослаблению ее окраски, а также к образованию новой белковой фракции, обладающей ОЭП 0,58. Изоферментный спектр пероксидазы контрольных сеянцев сосны обыкновенной (*Д, б, 1*) включал четыре формы белка с ОЭП 0,15; 0,28; 0,36 и 0,72. Аналогичная картина наблюдалась и на проявленных гелях первого опытного варианта (*Д, б, 2*). На электрофореграмме второго опытного варианта (*Д, б, 3*) появлялся обширный окрашенный участок с белковыми зонами, встречающимися и в предшествующих вариантах. Слабая окраска фракции с ОЭП 0,72 переходила в интенсивную, увеличивалась ее ширина. В третьем варианте опыта (*Д, б, 4*) размеры окрашенного участка возрастали и оставалась выраженной лишь белковая зона с ОЭП 0,36. Слабела окраска фракции с ОЭП 0,72, уменьшалась ее ширина. В гелях сеянцев сосны обыкновенной белок каталазы располагался на линии старта и вариационных различий не имел (*Д, в, 1, 2, 3*). ОЭП белка равнялась 0,02.

Семь белковых зон с ОЭП 0,03; 0,13; 0,20; 0,30; 0,35; 0,55 и 0,73 обнаружено на электрофореграммах изоферментов полифенолоксидазы в контрольных сеянцах ели европейской (*Е, а, 1*), а также первом (*Е, а, 2*) и втором (*Е, а, 3*) опытных вариантах. Максимальная концентрация фитотоксиканта вызывала образование новой белковой фракции с ОЭП 0,83, а окраска белка с ОЭП 0,13 переходила из интенсивной в слабую. Энзимограммы контроля (*Е, б, 1*), а также первого (*Е, б, 2*) и второго (*Е, б, 3*) вариантов опыта имели по семь пероксидазных зон, обладающих следующей ОЭП: 0,05; 0,18; 0,23; 0,28; 0,35; 0,65 и 0,75. В третьем опытном варианте (*Е, б, 4*) под воздействием максимальной концентрации металла происходило образование трех новых белковых компонентов с ОЭП 0,38; 0,45 и 0,55, значительно усиливалась окраска белка с ОЭП 0,65. В контроле (*Е, в, 1*) и всех вариантах опыта (*Е, в, 1, 2, 3*) белок каталазы располагался на линиях старта. С увеличением дозы металла ширина его возрастала, что приводило к некоторому смещению значений ОЭП: в контроле — 0,01, в первом и втором вариантах опыта — 0,03, в третьем — 0,04.

Выполненные исследования показали, что под воздействием повышенных концентраций шестивалентного хрома происходят изменения в изоферментных спектрах полифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы: варьируют ширина и интенсивность окраски белковых зон, исчезают одни и появляются другие изоформы оксидаз. Этот процесс генетически обусловлен и носит защитный характер.

Белки изоферментов полифенолоксидазы, синтезированные под влиянием хрома, обладают различной электрофоретической подвижностью — низкой, средней и высокой, пероксидазы — низкой и средней, каталазы — низкой, что, очевидно, связано с приспособлением растений к неблагоприятным факторам среды, повышением их жизнеспособности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений.— Л.: Колос, 1972.— 456 с. [2]. Илькун Г. М. Газоустойчивость растений.— Киев: Наукова думка, 1971.— 146 с. [3]. Николаевский В. С. Роль некоторых окислительных систем в дыхании и газоустойчивости растений // Физиол. раст.— 1968.— Т. 15, № 1.— С. 110—115. [4]. Рачковская М. М., Ким Л. О. Изменение активности некоторых оксидаз как показатель адаптации растений к условиям промышленного загрязнения // Газоустойчивость растений.— Новосибирск: Наука, 1980.— С. 117—126. [5]. Сафонов В. И., Сафонова М. П. Исследование белков и ферментов растений методом электрофореза в полиакриламидном геле // Биохимические методы в физиологии растений.— М.: Наука, 1971.— С. 113—136. [6]. Conttenc A., Dhaese A., Camerlynek R. Plant quality response to up take of poluting // Qual. plant.— 1976.— N 1—3.— P. 293—319. [7]. Flückiger M., Flückiger-Keller H., Oertli J. J. Der Einfluss verkehrsbedingter Luftverunreinigungen auf die Peroxydaseaktivität, das ATR-Bildungsvermögen isolierter Chloroplasten und das Längenwachstum von Mais // Z. Pflanzkrankh. und Pflanzenschutz., — 1978.— 85, N 1.— S. 41—47.

Поступила 10 ноября 1984 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*371 : [517.941 + 531.15]

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ДВИЖЕНИЯ
РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА ЛЕСОСЕЧНОЙ МАШИНЫ

В. А. АЛЕКСАНДРОВ, В. А. КОНОПЛЕВ, Ю. П. ЭПШТЕИН

Ленинградская лесотехническая академия
Ленинградский кораблестроительный институт
Петрозаводский государственный университет

В настоящее время в лесной промышленности с успехом применяют лесосечные машины, снабженные манипуляторами с захватно-срезающими устройствами (ЗСУ). Машины такого типа позволили полностью исключить ручной труд на основных лесосечных операциях, связанных с валкой и пакетированием деревьев, достаточно производительны. Основным недостатком серийно выпускаемых валочно-пакетирующих машин заключается в сравнительно небольшом вылете манипулятора, что практически не позволяет сохранять подрост, лесную среду, а также проводить выборочные рубки [2]. Опытные-конструкторские работы по созданию валочно-пакетирующей машины с вылетом манипулятора до 10 м (МВП-35, МВП-1), выполненные в НПО «Силава», показали, что такое увеличение вылета приводит к резкому росту металлоемкости технологического оборудования, снижению устойчивости и производительности машины. Производительность уменьшается в значительной мере из-за плохой видимости при наводке ЗСУ на дерево (удаленность оператора от предмета труда).

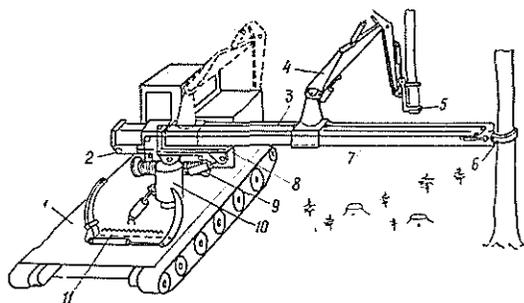


Рис. 1. Конструкция лесозаготовительной машины: 1 — самоходное шасси; 2 — канат; 3 — канатно-блочная система; 4 — манипулятор; 5 — захватно-срезающее устройство; 6 — гидрозахват; 7 — опорная балка; 8 — опорная плита; 9 — лебедка; 10 — колонка; 11 — накопитель

Таким образом, с одной стороны, валочно-пакетирующие машины с вылетом манипулятора 5...8 м не обеспечивают сохранения подроста и лесной среды, не могут быть использованы на выборочных рубках, которым уделяется все большее внимание [5]; с другой, увеличение вылета приводит также к нежелательным явлениям. Встает вопрос о дальнейшем развитии конструкций лесосечных машин. На наш взгляд, одним из возможных путей совершенствования существующих конструкций валочно-пакетирующих машин для выборочных рубок может быть конструктивное решение, защищенное авторским свидетельством № 978783 (рис. 1) [1]. Подобная конструкция с установкой дополнительной опоры, выполненной в виде ведущей тележки, может быть применена и при сплошных рубках. Наличие опорной балки, по кото-

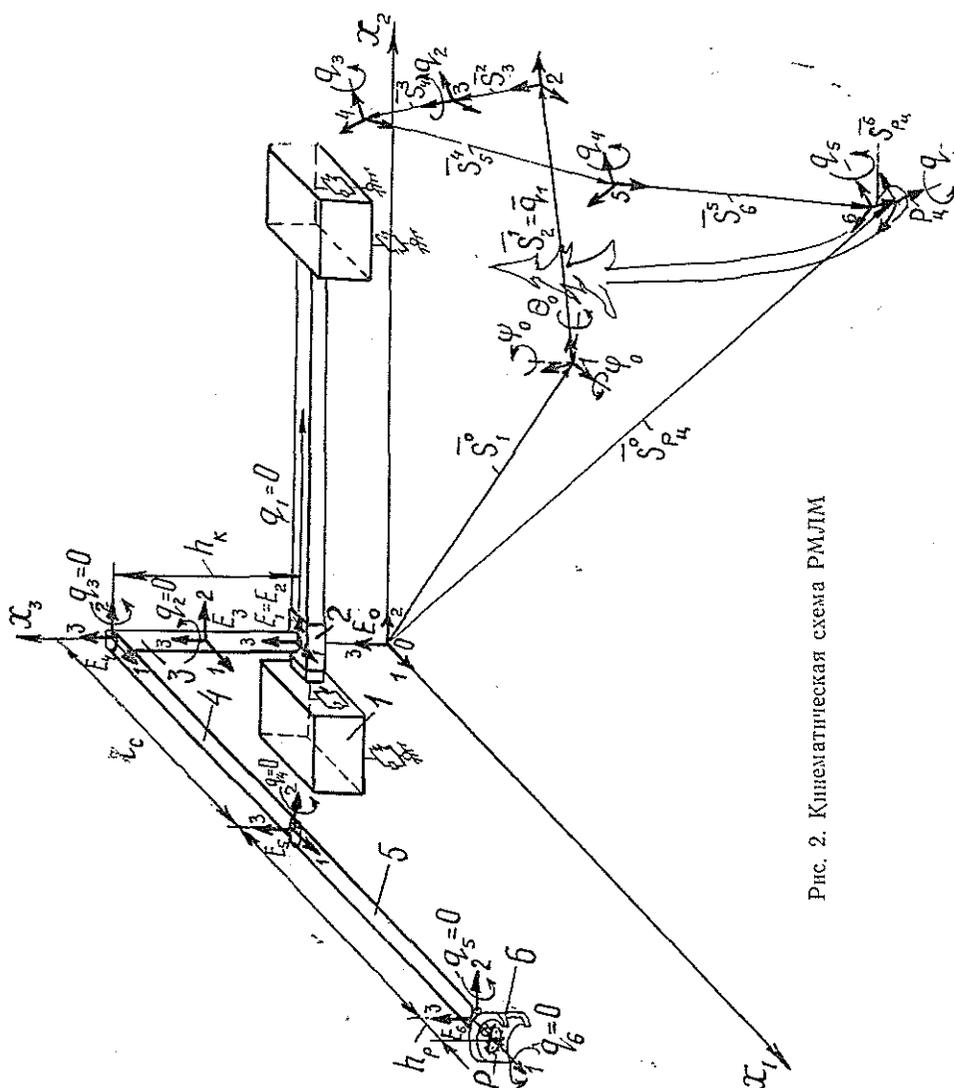


Рис. 2. Кинематическая схема РМЛМ

рой перемещается манипулятор, позволяет увеличить ширину обрабатываемой полосы до 15 м. В этих случаях, как будет показано ниже, можно обеспечить программное движение манипулятора-робота при наведении ЗСУ на дерево и пакетировании его, а функции оператора свести лишь к контролю за работой. Информацию о древостоях вводят в блок управления обзорно-информационным устройством.

Рассмотрим математическое описание кинематики робота-манипулятора лесосечной машины (РМЛМ) и решим задачу о наведении захватно-срезающего устройства на объект труда — дерево. Анализ кинематики манипулятора является начальным этапом решения более сложных задач динамики и управления их движением.

На рис. 2 приведена кинематическая схема возможного варианта РМЛМ. Механическая система манипулятора представляет разомкнутую кинематическую цепь на подвижном основании. Инерциальный базис отсчета E_0 связан с поверхностью лесосеки, ортонормированные базисы E_k ($k = 1, \dots, 6$) — соответственно, с основанием РМЛМ, основанием поворотной колонки, опорно-поворотным устройством, стрелой,

рукоятью и рабочим органом в виде ЗСУ. Точка P является характеристической точкой ЗСУ.

В качестве обобщенных координат q_1, \dots, q_6 , определяющих конфигурацию РМЛМ относительно его основания, принимаем линейное перемещение основания колонки, а также соответствующие углы поворота звеньев манипулятора. На рис. 2 показано «нулевое» положение звеньев манипулятора ($q_i = 0, i = 1, \dots, 6$). В свою очередь, движение основания РМЛМ относительно E_0 определяется параметрами: $x_{10}, x_{20}, x_{30}, \psi_0, \theta_0, \varphi_0$.

Таким образом, простейшими величинами, которые математически описывают поведение РМЛМ, являются декартовы координаты его точек в трехмерном пространстве (в частности, точки P — ЗСУ), перемещения в сочленениях (обобщенные координаты), параметры движения основания, а также скорости и ускорения всех этих величин. Управление кинематической моделью РМЛМ производится изменением обобщенных координат, т. е. его конфигурации. Задача о наведении ЗСУ на дерево связана с определением такого закона изменения обобщенных координат (конфигурации РМЛМ), при котором ЗСУ, отслеживая заданную траекторию, попадает в целевую точку. На рис. 2 приведена одна из возможных схем реализации наведения в общем случае, при движении основания РМЛМ. На рис. 3 представлены варианты наводки ЗСУ при неподвижном основании. P_0 — «нулевое» положение характеристической точки ЗСУ, определяемое «нулевой» конфигурацией РМЛМ. P_{11}, P_{12}, P_{13} — начальное (исходное), текущее и целевое положение точки P . Цифры 0, 1, ..., 6 обозначают базисы E_k .

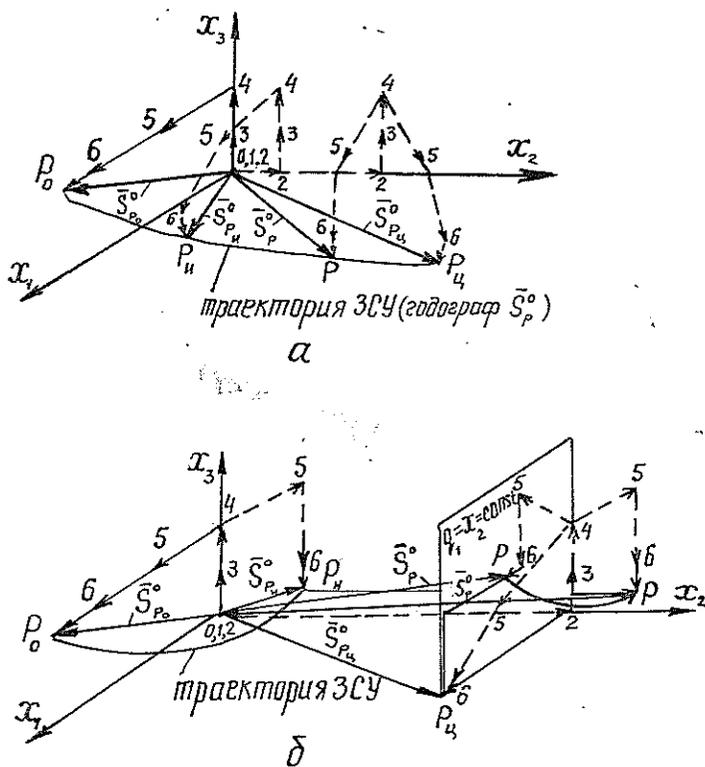


Рис. 3. Варианты наводки ЗСУ: а — наведение из точки при неподвижном основании; б — наведение при подвижном основании

Математическое описание кинематики роботов-манипуляторов требует применения компактного и экономичного метода вычисления на ЭВМ характеристик перемещения, абсолютных линейных и угловых скоростей и ускорений твердого тела (звена манипулятора), участвующего в n относительных движениях, характеристики которых известны.

В работе используются матричные формулы для вычисления указанных кинематических характеристик. Формулы компактны в записи и удобны для оформления вычислительных процедур на ЭВМ с развитым матобеспечением. Методика прошла успешные испытания [3, 4, 6]. Уравнение кинематики РМЛМ получаем из условия, что вектор

наведения ЗСУ \vec{S}_p^0 в любой момент является замыкающим системы векторов \vec{S}_{k+1}^k ($k = 0, 1, \dots, 6$), определяющих относительное положение связанных базисов E_k (рис. 3). В базисе E_0 это условие замкнутости векторного многоугольника имеет вид

$$S_p^{00} = \sum_{k=0}^6 C_k^0 S_{k+1}^{kk}, \quad (1)$$

где $C_k^0 = C_1^0, C_2^0, \dots, C_k^0$ — матрицы направляющих косинусов, которые являются матрицами преобразования координат векторов при переходе к базису E_0 ;

$C_{k+1}^k = C_i(q)$ ($i = 1, 2, 3$) — простейшие матрицы вращения с единицей на месте (i, i) на угол, равный соответствующей обобщенной координате.

Уравнение (1) в развернутом виде запишется как

$$S_p^{00} = S_1^{00} + C_1^0 (S_2^{11} + S_3^{22} + C_3(q_2)(S_4^{33} + C_2(q_3)(S_5^{44} + C_2(q_4)(S_6^{55} + C_2(q_5)C_1(q_6)S_p^{66}))))). \quad (2)$$

С учетом принятых обозначений матрицы координат векторов равны

$$\begin{aligned} S_p^{00} &= (x_1 x_2 x_3)^T; & S_4^{33} &= (0 \ 0 \ 0,5h_k)^T; \\ S_1^{00} &= (x_{10} x_{20} x_{30})^T; & S_5^{44} &= (l_c \ 0 \ 0)^T; \\ S_2^{11} &= (0 \ q_1 \ 0)^T; & S_6^{55} &= (l_p \ 0 \ 0)^T; \\ S_3^{22} &= (0 \ 0 \ 0,5h_k)^T; & S_p^{66} &= (h_p \ 0 \ 0)^T. \end{aligned} \quad (3)$$

Матрицы преобразований имеют вид

$$C_1^0 = C_3(\psi_0) C_2(\theta_0) C_1(\varphi_0) = \begin{vmatrix} C_{\psi_0} C_{\theta_0}; & -S_{\psi_0} C_{\varphi_0} + C_{\psi_0} S_{\theta_0} S_{\varphi_0}; & S_{\psi_0} S_{\varphi_0} + \\ & + C_{\psi_0} S_{\theta_0} C_{\varphi_0} & \\ S_{\psi_0} C_{\theta_0}; & C_{\psi_0} C_{\varphi_0} + S_{\psi_0} S_{\theta_0} S_{\varphi_0}; & -C_{\psi_0} S_{\varphi_0} + \\ & + S_{\psi_0} S_{\theta_0} C_{\varphi_0} & \\ -S_{\theta_0}; & C_{\theta_0} S_{\varphi_0}; & C_{\theta_0} C_{\varphi_0} \end{vmatrix};$$

$$C_3(q_2) = \begin{pmatrix} C_{q_2} & -S_{q_2} & 0 \\ S_{q_2} & C_{q_2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad C_2(q_3) = \begin{pmatrix} C_{q_3} & 0 & S_{q_3} \\ 0 & 1 & 0 \\ -S_{q_3} & 0 & C_{q_3} \end{pmatrix}; \quad C_2(q_4) = \quad (4)$$

$$= \begin{pmatrix} C_{q_4} & 0 & S_{q_4} \\ 0 & 1 & 0 \\ -S_{q_4} & 0 & C_{q_4} \end{pmatrix};$$

$$C_2(q_5) = \begin{pmatrix} C_{q_5} & 0 & S_{q_5} \\ 0 & 1 & 0 \\ -S_{q_5} & 0 & C_{q_5} \end{pmatrix}; C_1(q_6) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C_{q_6} & -S_{q_6} \\ 0 & S_{q_6} & C_{q_6} \end{pmatrix}.$$

В (4) приняты сокращенные обозначения C_{ψ_0} , C_{θ_0} , C_{φ_0} и C_{q_i} для $\cos \psi_0$, $\cos \theta_0$, $\cos \varphi_0$ и $\cos q_i$; S_{ψ_0} , S_{θ_0} , S_{φ_0} и S_{q_i} для $\sin \psi_0$, $\sin \theta_0$, $\sin \varphi_0$ и $\sin q_i$ соответственно.

Подставляя (3) и (4) в (2), после тригонометрических преобразований получим уравнение кинематики РМЛМ в координатной форме:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{10} \\ x_{20} \\ x_{30} \end{pmatrix} + C_1^0 \begin{pmatrix} [l_c \cos q_3 + l_p \cos(q_3 + q_4) + h_p \cos(q_3 + q_4 + q_5)] \cos q_2 \\ q_1 + [l_c \cos q_3 + l_p \cos(q_3 + q_4) + h_p \cos(q_3 + q_4 + q_5)] \sin q_2 \\ h_r - [l_c \sin q_3 + l_p \sin(q_3 + q_4) + h_p \sin(q_3 + q_4 + q_5)] \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Уравнения (5) устанавливают зависимость между обобщенными координатами, параметрами движения основания РМЛМ и декартовыми координатами характеристической точки ЗСУ. На основе этих уравнений возможно решение прямой и обратной кинематических задач. Прямая задача связана с определением положения и ориентации ЗСУ по заданной конфигурации РМЛМ и движению его основания. Решение обратной кинематической задачи связано с задачей о наведении ЗСУ на дерево.

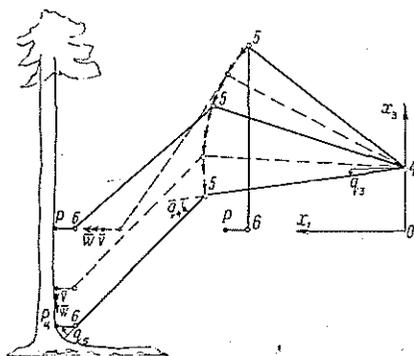


Рис. 4. Наводка ЗСУ в плоскости

В качестве примера рассмотрим решение этой задачи для схемы наводки, показанной на рис. 3, б. В этом случае основание РМЛМ неподвижно: $x_{i_0} = 0$ ($i = 1, 2, 3$), $\psi_0 = \theta_0 = \varphi_0 = 0$ и $C_1^0 = E$. Основание поворотной колонки перемещается до плоскости $q_1 = x_2 = \text{const}$, в которой расположено дерево. В этой плоскости и происходит наводка ЗСУ (рис. 4). Считая, что в процессе наводки ЗСУ перемещается поступательно, параллельно оси x_1 , из (5) получим уравнение кинематики:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_c \cos q_3 + l_p \cos (q_3 + q_4) + h_p \\ q_1 \\ h_k - [l_c \sin q_3 + l_p \sin (q_3 + q_4)] \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Построить программное движение — это значит решить уравнения (6) относительно неизвестных углов наведения. Получаем следующие законы наведения ЗСУ в плоскости:

$$\begin{aligned} (x_1 - h_p - l_c \cos q_3)^2 + (h_k - x_3 - l_c \sin q_3)^2 &= l_p^2; \\ q_4 &= \arccos [(x_1 - h_p)^2 + (h_k - x_3)^2 - l_c^2 - l_p^2] / 2l_c l_p; \\ q_5 &= -(q_3 + q_4). \end{aligned} \quad (7)$$

Движение ЗСУ к целевой точке — к комлю дерева можно разбить на два этапа: первый — движение к дереву, второй — движение вниз по дереву. Задаваясь на первом этапе законом движения ЗСУ: $x_1(t)$, $x_3 = 0$ (отслеживается ось x_1), получаем из (7) законы изменения обобщенных координат:

$$\begin{aligned} q_{3,2} &= \arcsin (-P/2 \pm \sqrt{P^2/4 - q}); \\ q_4 &= \arccos [(x_1 - h_p)^2 + h_k^2 - l_c^2 - l_p^2] / 2l_c l_p, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} P &= -h_k [(x_1 - h_p)^2 + h_k^2 + l_c^2 - l_p^2] / l_c [h_k^2 + (x_1 - h_p)^2]; \\ g &= [[(x_1 - h_p)^2 + h_k^2 + l_c^2 - l_p^2]^2 / 4l_c^2 - (x_1 - h_p)^2] / (x_1 - h_p)^2 + h_k^2. \end{aligned}$$

Для РМЛМ с параметрами: $h_k = 2$ м, $l_c = 3,5$ м; $l_p = 2,25$ м и $h_p = 0,5$ м имеем:

$$\begin{aligned} p &= -0,6 \frac{(x_1 - 0,5)^2 + 11,2}{(x_1 - 0,5)^2 + 4}; \\ g &= \frac{1}{(x_1 - 0,5)^2 + 4} \left[\frac{[(x_1 - 0,5)^2 + 11,2]^2}{49} - (x_1 - 0,5)^2 \right]; \\ q_4 &= \arccos [(x_1 - 0,5)^2 - 13,3] / 15,75. \end{aligned}$$

На втором этапе ЗСУ движется по закону: $x_1 = \text{const} = x_{1g}$, $x_3(t)$ (отслеживается ствол дерева). Из (7) можно получить необходимый закон наведения для этого этапа.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 978783 СССР, МКИЗ А 01 G 23/08. Лесозаготовительная машина / В. А. Александров, В. Н. Меньшиков (СССР).— № 3305499/29-15; Заявлено 19.06.81, Бюл. № 45.— С. 9. [2]. Бобров Р. Защитные леса // Сельская жизнь.— 1980.— 8 авг. [3]. Коноплев В. А. Адаптивное программное управление антенной установкой судна космической навигации // Теория адаптивных систем и ее применение: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.— Л.: Наука, 1983.— С. 61. [4]. Коноплев В. А. Исследование кинематики сложного движения тела с помощью матричных методов // Прикладная механика.— 1984.— Т. 20, № 9.— С. 130—131. [5]. Мороз П. И. Выборочные рубки в таежных лесах.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 127 с. [6]. Организация технического зрения транспортных роботов / В. А. Веселов, О. А. Кононов, В. А. Коноплев, В. Г. Кузнецов // IX Всесоюз. науч.-техн. конф.— Ереван, 1983.— С. 230.

УДК 625.711.2

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОПЕРЕЧНОГО МИКРОПРОФИЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

А. А. БОЙКО, Н. И. БИБЛЮК, Б. Т. ПЕРЕТЯТКО

Львовский лесотехнический институт

При решении задач, связанных с эксплуатацией и проектированием лесотранспортных систем и основанных на моделировании их движения, необходимо знать обобщенные вероятностные характеристики микропрофилей лесовозных дорог.

Только в последнее время опубликованы работы [2, 4], в которых изложены достаточно полные и систематизированные сведения о микропрофилях дорог общего пользования. Аналогичные работы для лесовозных дорог нам неизвестны, хотя последние характеризуются наличием глубоких выбоин и особым расположением неровностей, сформировавшихся под воздействием однотипных лесовозных автопоездов.

В настоящей работе приведены результаты исследования статистических характеристик поперечных микропрофилей [3, 7] 25 участков лесовозных дорог и методика расчета обобщенных спектральных плотностей с учетом скорости движения транспорта.

Параметры неровностей по колеям движения, в зависимости от пройденного пути, регистрировали как нивелированием, так и при помощи специального устройства, сконструированного на базе авиационного гироскопического прибора в виде одноосной прицепной тележки, буксируемой автомобилем.

Учитывая, что скорость движения транспортных средств не превышает 70 км/ч на лесовозных дорогах и 15 км/ч на трелевочных волоках, длина участков измерений принята, соответственно, больше 400 и 80 м [6]. Профиль спрямляли участками длиной не менее 40 и 8 м. Шаг дискретизации микропрофиля равен 0,2 м [6].

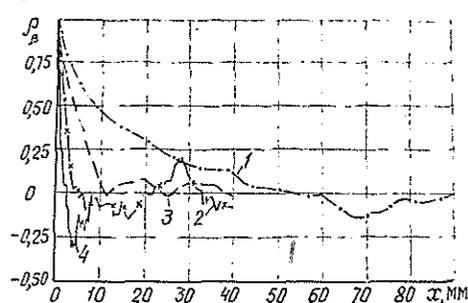


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции поперечных микропрофилей лесовозных дорог: 1 — асфальтная (№ 1); 2 — гравийно-щебеночная, обработанная дегтем (№ 4); 3 — грунтовая с накатанными колеями (№ 12); 4 — магистральный трелевочный волок (№ 18)

Корреляционную функцию оценивали по общепринятой методике [7]. Нормированные корреляционные функции (рис. 1) аппроксимировали уравнениями вида

$$\rho_B(x) = \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i |x|} \cos(\beta_i |x|), \quad (1)$$

где A_i — весовые коэффициенты;
 α_i, β_i — коэффициенты корреляционной связи.

Параметрические модели нормированных корреляционных функций (табл. 1), в заданном вероятностью 0,95 доверительном интервале, составляли с помощью ЭВМ по алгоритму [5] случайного локального поиска со спуском по наилучшей пробе. Точность приближения представлена отношением среднего квадратичного отклонения уравнения модели от экспериментальной кривой к единице ($\rho_B(0) = 1$).

Таблица 1
Корреляционные функции поперечных микропрофилей характерных участков лесовозных дорог

Но- мер участ- ка до- роги	Дисперсия, 10^6 рад^2	Коэффициенты моделей нормированной функции (умноженные на 10^4)										Точность прибли- жения, %		
		A_1, A_5	α_1, α_5	β_1, β_5	A_2, A_6	α_2, α_6	β_2, β_6	A_3, A_7	α_3, α_7	β_3, β_7	A_4, A_8		α_4, α_8	β_4, β_8
Асфальтные														
1	12,9	780	46	0	63	21	150	70	22	216	86	29	328	3,0
2	35,9	607	171	0	171	6	132	191	23	185	31	28	1 008	2,8
3	45,3	402	137	0	333	7	43	214	9	73	51	13	391	2,6
Гравийные														
4	12,9	684	1 874	0	201	18	230	53	18	647	39	20	890	3,1
5	40,1	498	63	1 873	443	34	292	59	1	590	—	—	—	3,6
6	87,0	297	728	0	254	91	305	449	50	455	—	—	—	2,8
7	88,4	378	160	0	311	3	30	221	14	150	90	11	419	3,2
Грунтовые														
8	186,4	395	882	0	427	187	605	178	21	1 252	—	—	—	3,7
9	272,5	502	841	0	289	33	370	2,9	67	760	—	—	—	3,4
10	148,1	297	2 032	0	162	97	367	133	236	582	256	123	1 036	3,9
11	223,5	603	26	1 686	92	87	3 074	—	—	—	—	—	—	2,7
12	351,9	675	136	0	397	38	282	57	11	362	89	171	1 279	1,2
13	667,2	876	100	0	179	52	223	—	—	—	—	—	—	2,9
14	617,0	414	189	0	124	38	400	—	—	—	126	15	153	1,6
		31	4	212	127	10	256	30	1	335	42	1	445	
Трелевочные волоки														
15	621,3	472	10 200	0	238	170	871	37	32	2 396	148	187	3 026	2,8
16	86,2	105	237	3 844	—	—	—	—	—	—	65	84	—	3,0
17	356,0	492	2 783	0	305	22	532	266	187	910	—	—	—	3,1
18	148,3	678	65	2 530	139	33	654	369	129	1 369	—	—	—	2,4
19	236,2	487	671	0	153	132	2 727	169	793	3 264	—	—	—	4,0
		58	252	8 300	295	393	461	118	160	1 624	42	258	6 458	

Примечание. Для каждого номера участка дороги первая строка соответствует коэффициентам $A_1, \alpha_1, \dots, \beta_4$, а вторая строка — коэффициентам A_5, α_5, β_5 . Если коэффициенты A_5, α_5, β_5 равны нулю, то вторая строка отсутствует.

Анализ данных табл. 1 в зависимости от качественного состояния дорожной поверхности показал, что с увеличением степени первого члена суммы (1) возрастает и значение гармонических составляющих с большим значением коэффициента β . Число членов уравнения (1) больше для дорог с неоднородным составом покрытия (№ 4 — гравийно-щебеночная с некачественной обработкой дегтем, № 7 — гравийно-

песчаная, № 10 — грунтовая, улучшенная шлаком, № 14 — грунтогра-
вийная) и возрастает с повышением их изношенности.

Для обобщения результатов исследований выполнен корреляцион-
ный анализ зависимости среднего квадратичного отклонения (σ_β)
угла поперечного сечения от интервала пути корреляции (Δx), кото-
рый подтвердил выводы И. Г. Пархиловского [4] о существовании за-
висимости:

$$\sigma_\beta = k_p \Delta x. \quad (2)$$

Установлено наличие статистической зависимости между интерва-
лом пути корреляции (Δx) и длиной неровности (l), по которой выпол-
нено спрямление микропрофиля в виде:

$$\Delta x = k_l l. \quad (3)$$

Значения эмпирических корреляционных отношений (0,8 для авто-
дорог и 0,65 для волоков) позволяют утверждать, при доверительной
вероятности 0,95, что связь существенна. Проверка экспериментальных
данных на однородность по средним значениям и дисперсиям подтвер-
дила различие коэффициентов регрессии (k_l) для автомобильных до-
рог и трелевочных волоков и не выявила, в связи с ограниченным объ-
емом данных, различий для автодорог с разными типами покрытий.

Доверительные интервалы для коэффициентов уравнений (2) и (3),
при уровне значимости 0,05, приведены в табл. 2. При этом большие
значения коэффициента k_p соответствуют дорогам с изношенным по-
крытием, а коэффициента k_l — дорогам с одеждой, обладающей боль-
шей способностью к накоплению деформаций.

Таблица 2

Границы доверительных интервалов коэффициентов регрессии

Тип дороги	k_p , рад/м	k_l
Асфальтные	0,0003 — 0,0022	0,038 — 0,084
Гравийные	0,0008 — 0,0033	0,038 — 0,084
Грунтовые	0,0047 — 0,0071	0,038 — 0,084
Трелевочные волоки	0,0083 — 0,0132	0,134 — 0,266

Известно, что при увеличении скорости движения диапазон па-
раметров неровностей, оказывающих влияние на колебания транспорт-
ных средств, сдвигается в область больших длин и, следовательно,
высот, т. е. изменяется как частотный, так и амплитудный состав воз-
действия. С использованием зависимостей (2) и (3) представляется
возможным учесть эту особенность формирования воздействия микро-
профиля путем представления средней квадратичной высоты неровно-
сти как функции скорости движения

$$\sigma_\beta = k_p k_l V / f_m. \quad (4)$$

где V — скорость движения, м/с;
 f_m — низшая частота возбуждения, которая вызывает колебания
поддрессоренных масс транспортного средства, Гц (для гру-
зовых автомобилей $f_m = 0,5$ Гц [6]).

Нормированная спектральная плотность микропрофиля, корреля-
ционная функция которого аппроксимирована уравнением (1), может
быть представлена [6, 7] в виде:

$$S_\beta^n(\theta) = 2 \sum_{i=1}^n \frac{A_i \alpha_i (\alpha_i^2 + \beta_i^2 + \theta^2)}{\theta^4 + 2(\alpha_i^2 - \beta_i^2)\theta^2 + (\alpha_i^2 + \beta_i^2)^2}, \quad (5)$$

где θ — путевая частота, 1/м.

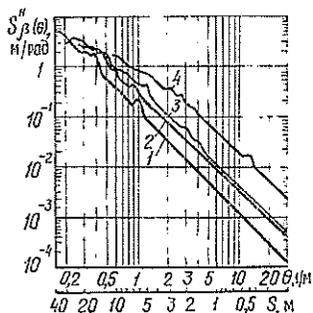


Рис. 2. Усредненные оценки спектральных плотностей поперечных микропрофилей лесовозных дорог: 1 — асфальтовые; 2 — гравийные; 3 — грунтовые; 4 — трелевочные волокна

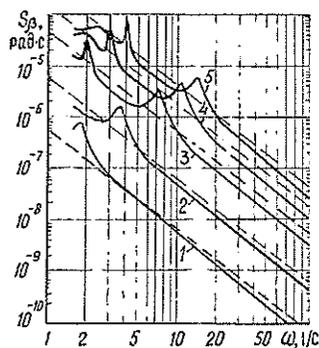


Рис. 3. Спектральная плотность воздействия микропрофиля грунтовой дороги (№ 12) в поперечной вертикальной плоскости: сплошная линия — рассчитанная по формулам (5) и (7); штриховая — по формулам (6) и (7); скорость движения: 1 — 5 км/ч; 2 — 10; 3 — 20; 4 — 30; 5 — 40 км/ч

Усредненные спектральные плотности (рис. 2) по каждому типу дорог аппроксимированы уравнением

$$S_p^n(\theta) = A\theta^{-B}. \tag{6}$$

Точность коэффициентов регрессии (табл. 3) оценена в соответствии с методикой [1].

Таблица 3

Доверительные интервалы коэффициентов регрессии уравнения (6)

Тип дороги	A	B
Асфальтовые	0,130 — 0,148	2,050 — 2,086
Гравийные	0,195 — 0,365	1,846 — 1,958
Грунтовые	0,330 — 0,396	1,885 — 1,955
Трелевочные волокна	0,903 — 0,985	1,659 — 1,705

Спектральная плотность воздействия неровностей поперечного микропрофиля на транспортное средство определяется выражением

$$S_p(\omega) = \sigma_p^2 S_p^n(\omega), \tag{7}$$

где ω — угловая частота воздействия, 1/с.

Переход от функции воздействия по протяженности (5) или (6) к функции воздействия по времени $S_p^n(\omega)$ осуществляется путем умножения коэффициентов корреляционной связи на принятую скорость движения [6] в формуле (5) или заменой параметра A на D в (6). Параметр D определяют по формуле [4]

$$D = AV^{B-1}. \tag{8}$$

Приведенные данные позволяют, в зависимости от целей и задач расчета, принять модель микропрофиля, которая учитывает наличие гармонических составляющих (5), или ограничиться более общим представлением его (6). Качественное отличие функции воздействия, рассчитанной по зависимостям (5) и (6), показано на рис. 3.

Новый метод задания дисперсии неровностей микропрофиля (4) позволяет более полно отобразить физическую сущность процесса возбуждения колебаний и может быть взят за основу при обобщении результатов исследований статистических характеристик микропрофилей опорных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гришин В. К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов.— М.: МГУ, 1975.— 128 с. [2]. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / Под ред. А. А. Хачатурова.— М.: Машиностроение, 1976.— 535 с. [3]. Колебания автомобиля. Испытания и исследования / Под ред. Я. М. Певзнера.— М.: Машиностроение, 1979.— 208 с. [4]. Пархилловский И. Г. Автомобильные листовые рессоры. Теория, расчет и испытания.— М.: Машиностроение, 1978.— 232 с. [5]. Перетятко Б. Т., Бильк Б. В. Оценка точности аппроксимации корреляционных функций микропрофиля дорожной поверхности // Исследование лесопромышленных тракторов: Тр. / ЦНИИМЭ.— Химки, 1982.— с. 78—81. [6]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1972.— 392 с. [7]. Силаев А. А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1972.— 192 с.

Поступила 24 ноября 1986 г.

УДК 630*378.34

ИНЕРЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОТОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ВЕЛИЧИНЕ ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССЫ

Л. В. МЕЛЬНИКОВ, А. А. МИТРОФАНОВ, К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Торможение плотов в пунктах остановки при наличии скоростей течения делится на свободную и активную стадии. Поскольку при свободном торможении плота его техническая скорость даже при бесконечной длительности торможения всегда выше скорости течения в реке v_p [1], то активная стадия торможения будет непременно иметь два этапа. На первом этапе техническая скорость движения плота v гасится от скорости его подхода к пункту остановки v_n ($v_n > v_p$) до скорости течения v_p , на втором — от v_p до нуля.

Если результаты исследования неравномерного движения плота в неподвижной жидкости перенести на процессы остановки его в речном потоке, то свободное торможение плота и первый этап активного торможения уподобляется его торможению в неподвижной жидкости, так как скорость обтекания потоком уменьшится от относительной скорости буксировки до нуля. Второй этап активного торможения, с точки зрения гидродинамики, есть не что иное, как разгон плота в неподвижной жидкости, так как скорость его относительно потока возрастает от нуля до v_p .

Как известно, инерционные характеристики плотов (время и путь торможения) в значительной мере зависят от присоединенных масс. По исследованиям АЛТИ [2, 4], при торможении сортиментного плота в неподвижной жидкости коэффициент, учитывающий совокупное влияние присоединенных масс и нестационарности движения, определяют по формуле:

$$n = -0,137 + 0,413C + 27,16 e^{-4,60C}, \quad (1)$$

где $C = \frac{B}{\sqrt{0,8LBT}}$;

L, B, T — соответственно длина, ширина и осадка плота.

При разгоне плота в неподвижной жидкости, что соответствует второму этапу активного торможения плота в речном потоке, коэффициент совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения, находят по формуле:

$$n = n_1 + n_2 \frac{v}{v_*}, \quad (2)$$

где $n_1 = 0,469C - 0,369$;

$n_2 = 0,564C + 0,648$;

v — относительная скорость обтекания плота речным потоком, изменяющимся от нуля до v_p ;

v_* — скорость, определяемая по формуле $v_* = \sqrt{\frac{P}{r}}$ (P — разность между тормозной силой, приложенной к плоту, и силой влечения плота от уклона; r — приведенное сопротивление воды движению плота).

Таким образом, на стадии свободного торможения и первом этапе активного торможения плота в речном потоке коэффициент совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения зависит только от безразмерной геометрической характеристики плота C , на втором этапе активного торможения — от безразмерной скорости $\frac{v}{v_*}$, изменяющейся от нуля до единицы.

Хотя на втором этапе активного торможения этот коэффициент является величиной переменной, однако в работе [6], где определялись инерционные характеристики плотов при остановке (длительность торможения и тормозной путь), для упрощения решения задач он был принят постоянным. Для этого коэффициент совокупного влияния, найденный по формуле (2), осредняли по всему пути торможения на втором этапе с использованием выражения:

$$n = n_1 + 0,5n_2. \quad (3)$$

Попытаемся здесь установить ошибки в конечных результатах расчетов длительности торможения и тормозного пути указанным осреднением. Для этого сравним результаты приближенных и точных расчетов инерционных характеристик для конкретного плота и конкретных гидрологических условий рейда приплава.

С введением выражения (2) в дифференциальное уравнение движения плота при торможении на втором этапе оно примет вид

$$M_1 \left(1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) \frac{dv}{dt} = rv^2 - P, \quad (4)$$

где M_1 — масса древесины в плоту;

r — приведенное сопротивление воды движению плота;

v — переменная относительная скорость движения плота на втором этапе активного торможения, изменяющаяся от нуля до v_p .

Длительность торможения плота на этом этапе

$$t_2 = M_1 \int_0^{v_p} \frac{\left(1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) dv}{rv^2 - P}. \quad (5)$$

Для оценки ошибок осреднения сравним результаты расчетов длительности торможения для одного и того же плота при остановке в одинаковых условиях одной и той же тормозной силой по формуле (5) и по формуле:

$$t_2 = \frac{M_{01}}{\sqrt{rP}} \operatorname{arth} \sqrt{\frac{r}{P}} v_p, \quad (6)$$

заимствованной из работы [6].

Здесь M_{01} — действующая масса плота;

$$M_{01} = M_1 (1 + n_1 + 0,5n_2) = \text{const.}$$

Длину тормозного пути при переменном значении коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения можно найти, решая дифференциальное уравнение:

$$M_1 \left(1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) v dv = [r (v_p - v)^2 - F + R_i] dS, \quad (7)$$

откуда

$$S_2 = \int_0^{v_p} \frac{M_1 \left(1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) v dv}{r (v_p - v)^2 - F + R_i}, \quad (8)$$

где F — тормозная сила, прикладываемая к плоту;

R_i — сила влечения плота от уклона.

Интеграл (8) решим численным методом на ЭВМ, и результаты решения сравним с результатами расчетов по упрощенной формуле [6], при выводе которой использовано осредненное значение указанного коэффициента:

$$S_2 = v_p t_2 - \frac{M_{01}}{r} \ln \operatorname{ch} \frac{\sqrt{rP}}{M_{01}} t_2. \quad (9)$$

Интегралы (5) и (8) решали на ЭВМ «Наири-3-1» методом Симпсона для плотов габаритами $415 \times 80 \times 1,6$ м и $650 \times 33 \times 1,6$ м при остановке в пункте прибытия тормозной силой $F = 588,6$ кН (60 т · с). Время и путь торможения даны в таблице при различных значениях скорости течения реки в пункте остановки.

Инерционные характеристики плотов
на втором этапе активного торможения

Скорость течения в пункте остановки v_p , м/с	Тормозной путь, м		Время торможения, с	
	по формуле (8) методом Симпсона	по формуле (9)	по формуле (5) методом Симпсона	по формуле (6)

Плот $415 \times 80 \times 1,6$ м

0,50	7,82	11,10	33,05	45,29
0,75	18,68	25,95	54,61	70,18
1,00	35,58	47,40	81,73	98,66
1,25	60,32	76,32	118,22	133,58
1,50	96,23	116,29	173,93	182,25

Плот $650 \times 33 \times 1,6$ м

0,50	3,34	4,25	13,92	15,93
0,75	7,85	10,28	22,37	24,28
1,00	14,64	18,56	32,21	33,25
1,25	24,11	28,71	43,94	43,30
1,50	36,84	42,35	58,45	54,51

Из сравнения результатов расчетов видно, что инерционные характеристики, полученные по упрощенным формулам, в большинстве случаев значительно превышают соответствующие величины при перемен-

ном значении коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения. Максимальные расхождения для тормозного пути 28 %, для времени торможения до 27 %. Расхождения довольно значительны, особенно при небольших скоростях течения, и не учитывать этого нельзя, а тем более неправомерно пренебрегать учетом коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения, как это делается в работах [5, 7].

Интегралы (5) и (8) решаются в явном виде [3]. Результаты решения на ЭВМ и по формулам работы [3] имеют весьма незначительные расхождения только при скорости 1,5 м/с (около 3 %), поэтому при расчетах инерционных характеристик плотов при остановке на втором этапе активного торможения можно применять оба способа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. О свободном торможении плота в речном потоке // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 43—46.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Митрофанов А. А. Натурная проверка результатов модельных исследований неустановившегося движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 58—66. [3]. Митрофанов А. А. Некоторые уточнения к расчету инерционных свойств плотов // Лесн. журн.— 1973.— № 5.— С. 47—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Митрофанов А. А., Чекалкин К. А. Результаты исследования на моделях неустановившегося поступательного движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 53—58. [5]. Плоты (конструкция, эксплуатация, технология) / Под ред. М. Н. Фоминцева.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 216 с. [6]. Чекалкин К. А. Об оптимальном режиме торможения плотов при остановке в пунктах прибытия // Лесн. журн.— 1973.— № 1.— С. 45—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Щербakov В. А. Лесославные рейды.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 248 с.

Поступила 27 января 1987 г.

УДК 630*376

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ В ГОРАХ КAVKAZA

В. А. ГОРДИЕНКО

Кавказский филиал ВНИИЛМа

В соответствии с лесным законодательством, промышленные рубки леса в горах Северного Кавказа, при трелевке леса тракторами и канатными установками, на склонах от 20 до 30° ограничены, а свыше 30° — запрещены. Это объясняется тем, что механизмы, особенно гусеничные тракторы, пагубно влияют на средозащитные функции горных лесов (почвозащитные, водоохранные, водорегулирующие и т. д.).

Вместе с тем, в горных лесах Кавказа произрастает около 20 % ценных дубовых и буковых лесов страны. Вот почему именно здесь вертолету как средству доставки древесины с лесосек к автомобильным дорогам, стали уделять большое внимание.

Первые эксперименты с использованием вертолетов Ми-4 (грузоподъемность 1,3 т) были проведены в Краснодарском крае в 1954 г., а вертолетов Ми-8 (грузоподъемность 3 т) — в 1969 г.

Однако по ряду экономических и технических причин [1] вертолеты не нашли применения на лесозаготовках, хотя более 30 % буковых лесов Кавказа до настоящего времени не осваиваются из-за недоступности для тракторов и канатных установок.

Рост потребности в буковой древесине, большие экономические издержки по ее импорту, а также положительный зарубежный опыт применения вертолетов в лесу побудили в конце 70-х гг. вернуться к исследованиям по применению вертолетов на лесозаготовках в горах.

Эти исследования были проведены в 1979—1985 гг. в Краснодарском крае в буковых лесах, произрастающих на крутых склонах и в не доступных для наземных средств трелевки местах для постепенных, добровольно-выборочных, группово-выборочных, котловинных и узколесосечных способов рубок. В исследованиях принимали участие работники Кавказских филиалов ВНИИЛМ и ЦНИИМЭ, Краснодарского филиала ГосНИИГА, лесного хозяйства Краснодарского края.

Особенности вертолета как транспортного средства позволили провести эксперименты с изъятием деревьев вертолетом при различных способах рубок с валкой и без валки их на грунт.

Исследования технологии лесозаготовок с применением вертолетов на котловинных и узколесосечных рубках с валкой деревьев были проведены в 1981—1982 гг. Сущность технологического процесса заключается в следующем.

В лесном массиве, на склонах свыше 30°, отводили лесосеки площадью от 0,3 га и более. На них осуществляли валку леса, обрубку сучьев, раскряжевку хлыстов, формирование пачек древесины с учетом возможной грузоподъемности вертолета.

Вертолет, оснащенный тросовой внешней подвеской с замком в нижней ее точке, подлетал к лесосеке и в режиме зависания над ней подавал замок в обозначенное место, где к нему подцеплялись пачки древесины. Затем вертолет набирал необходимую высоту и транспортировал их на грузовую площадку, расположенную у лесовозной дороги, где груз отцепляли.

Методика исследований предусматривала одновременное проведение летных и лесоводственных экспериментов. Летные эксперименты были направлены на исследование факторов, влияющих на часовую производительность вертолета и отработку безопасных методов его работы.

Замеряли время каждой операции технологического цикла и массу транспортируемого груза. Кроме того, для каждого рейса определяли фактическую грузоподъемность вертолета. В связи с тем, что грузоподъемность существенно зависит от температуры воздуха, абсолютной высоты полета и массы оставшегося в вертолете горючего [2], в экспериментах фиксировали все эти показатели. Одновременно учитывали параметры лесосек, крутизну склонов, перепад высот и расстояние между лесосекой и разгрузочной площадкой.

В лесоводственных исследованиях применяли общепринятые методики, предусматривающие оценку состояния древостоя, подроста, подлеска, травяного покрова, почвы до и после рубки. На лесосечных работах изучали вопросы скольжения деревьев по склону при валке леса и бесповальную технологию. Лесосечные работы выполняли традиционным способом, груз к внешней подвеске подцепляли с помощью чокеров КФ ЦНИИМЭ.

Эксперименты в основном выполняли с вертолетом Ми-8, хотя в 1981—1982 гг. были проведены сравнительные испытания вертолетов Ми-10К и Ка-32 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели	Ми-8	Ка-32	Ми-10К
Грузоподъемность, т	3	5	10
Стоимость летного часа, р.	1 000	1 600	2 200
Расстояние транспортировки, км	1,5	1,5	1,5
Нагрузка на рейс, т	1,65	2,9	5,10
Производительность, м ³ /ч	18,2	29,0	57,0
Стоимость транспортировки 1 м ³ древесины, р.— к.	54—94	55—17	38—59

Всего было выполнено 1286 рейсов и вывезено 3212 м³ древесины.

В табл. 2 приведены результаты применения вертолета Ми-8 на котловинных и узколесосечных рубках.

Как видно из табл. 2, производительность вертолета зависит в основном от трех основных факторов: длительности транспортного цикла; длительности цикла висения; коэффициента использования грузоподъемности.

На транспортный цикл существенно влияет расстояние транспортировки и средняя скорость движения вертолета, которая, в свою очередь,

Таблица 2

Показатели	Значение показателей для вариантов					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние, км	0,4	0,9	1,7	2,5	3,0	8,0
Длительность рейса, мин	3,34	3,97	4,73	6,03	5,07	8,92
Масса груза, т	1,4	1,9	1,8	1,8	1,6	1,7
Транспортный цикл, мин	1,80	2,37	3,02	4,19	3,04	7,26
Цикл висения, мин	1,54	1,60	1,71	1,86	2,03	1,66
Производительность, т/ч	25,1	28,7	22,8	17,8	21,3	11,5
Коэффициент использования грузоподъемности, %	56	71	78	93	75	81
Длина каната верхней подвески, м	35—45	35—45	25—35	35—45	20—50	35—45

зависит от перепада высот между лесосекой и грузовой площадкой и угла доворота курса (суммы изменений курса за время рейса).

Примерно 50 % времени рейса занимает процесс «висения», в который входят следующие операции: зависание над лесосекой, подцепка груза, натяжение каната, подъем груза до отрыва его от земли, набор безопасной высоты, разгрузка.

Продолжительность висения зависит от многих факторов и составляет от 1,2 до 2,1 мин. При применении совершенных технических средств и высокой квалификации работающих этот цикл по времени можно значительно сократить.

После обработки данных экспериментов установлена функциональная зависимость производительности вертолета (Π , м³) от расстояния транспортировки (L , км)

$$\Pi = 12,050146 + \frac{7,359454}{L}. \quad (1)$$

Максимальная производительность вертолета достигается при минимальных расстояниях транспортировки. Для условий Северного Кавказа это расстояние не превышает 2 км [2]. Производительность вертолета во многом зависит также от использования его грузоподъемности.

Данные эксперимента показали, что колебания в загрузке вертолета достигали 0,5 т. Столь большой диапазон объясняется как изменением грузоподъемности вертолета по времени, так и сложностью формирования оптимальных по массе пачек древесины.

Поскольку затраты времени на отдельные операции технологического цикла вертолета и использование его грузоподъемности имеют значительные (до 40 %) колебания, совершенствование применяемых на этих операциях приспособлений и навыков рабочих могут обеспечить в дальнейшем значительное повышение производительности вертолетов.

При лесоводственно-экологической оценке котловинных и узколесосечных рубок было установлено, что повреждаемость подроста (Π_n) колеблется от 20 до 60 % и зависит главным образом от крутизны склона (y). Большое влияние на степень повреждения подроста оказывает скольжение деревьев при валке на склонах.

По данным экспериментов была выведена следующая функциональная зависимость повреждаемости подроста от пути скольжения деревьев для диапазона крутизны от 15 до 35°:

$$\Pi_n = 73,02 - \frac{216,85}{l}. \quad (2)$$

Здесь l — путь скольжения деревьев при валке, м;

$$l = 8,36 + 1,76y + 0,08y^2 + 0,001y^3, \quad (3)$$

где y — крутизна склона, град.

При расстоянии скольжения деревьев 4 м (величина отскока при валке, до которой можно сократить скольжение) повреждаемость подроста составляет лишь 20 %. На лесосеках крутизной до 35° можно сохранить не менее 80 % подроста, если решить задачу по удержанию деревьев от скольжения после валки.

Повреждения почвы незначительны, а эрозийные процессы на площадях рубок в течение 4 последующих лет не наблюдались. Изучение водно-химических свойств почвенного покрова на вырубленных площадях за 4 года позволяет сделать вывод, что почвенно-гидрологические характеристики, несколько ухудшаясь, остаются на высоком уровне, причем эти изменения в основном являются следствием изъятия древесной растительности, а не связаны с технологией лесозаготовок.

По данным исследований проведена опытно-производственная проверка предложенной технологии, разработана и в 1985 г. утверждена «Инструкция по заготовке леса с применением вертолета Ми-8 в горных условиях Кавказа». Эта инструкция является основным нормативным документом для работы вертолетов на лесозаготовках в горных лесах Кавказа.

Основной целью исследований работы вертолетов на постепенных и группово-выборочных рубках являлось определение минимального размера лесосеки, обеспечивающей оптимальный уровень производительности вертолета и безопасность труда экипажа и наземной бригады.

В процессе эксперимента на постепенных и группово-выборочных рубках древесину транспортировали вертолетом Ми-8 из окон площадью: 0,015; 0,02; 0,06; 0,07; 0,15; 0,25; 0,36 га.

Если время висения над лесосекой при котловинных рубках (площадь окна больше 0,3 га) принять за 100 %, то уменьшение площади лесосеки при постепенных выборочных рубках до 0,1...0,05 га увеличивает время висения на 34...40 %.

Это связано с тем, что при малых лесосеках замок внешней подвески подается при движении вертолета по вертикальной, а не наклонной траектории. Рост затрат времени вызван также стесненными условиями малой лесосеки, скольжением сваленных деревьев под полог леса, наличием помех в виде стволов и крон растущих деревьев при подъеме груза.

Так, при площади лесосеки от 0,07 до 0,15 га груз при подъеме входит в контакт с растущими деревьями в 60...80 % случаев, а при площади лесосеки больше 0,3 га — всего в 4...7 %.

С учетом всех экономических, экологических и технологических факторов оптимальными являются лесосеки прямоугольной или эллипсoidalной формы площадью 0,8 га и больше.

В связи с тем, что при валке леса имеются нарушения лесной среды, был проведен эксперимент по транспортировке деревьев при постепенных рубках без валки их на грунт.

Бесповальная технология включала следующие операции: полет вертолета со специальным прицепным устройством в район лесозаготовок, поиск и подцепка дерева, отделение дерева от пня и транспортировка его на грузовую площадку. Дерево от пня под висающим вертолетом можно отделить бензопилами или микровзрывом. Первый вариант отпал ввиду большей опасности для рабочих, работающих под висающим вертолетом. Поэтому дерево от пня отделяли с помощью микровзрывов.

Анализ результатов экспериментов показал высокую лесоводственную эффективность бесповальной технологии. Подрост и почва практически не повреждались. Не наблюдалось существенных изменений водно-физических свойств почв на пройденных рубкой площадях в сравнении с контролем во время рубки и через год.

Однако исследования показали, что транспортировка деревьев вертолетом Ми-8 без их валки на грунт, при неоспоримых экологических преимуществах, имеет существенные недостатки: низкую надежность захвата деревьев за крону; большие потери летного времени на зависание (поиск, захват дерева, натяжение каната, ожидание взрыва и т. д.); частичное повреждение наиболее ценной комлевой части дерева при взрыве; низкий коэффициент использования грузоподъемности вертолета (большой разброс деревьев по массе).

Вместе с тем, при обеспечении быстрого поиска, надежной подцепки дерева к внешней подвеске, наличии вертолета необходимой грузоподъемности эта технология предпочтительней с точки зрения заготовки спелой древесины в разновозрастных насаждениях и сохранения окружающей среды. В настоящее время она может применяться для изъятия отдельных деревьев в национальных парках, заповедных территориях и в местах, где невозможна их валка.

Выводы

1. Стоимость транспортировки древесины вертолетом в сравнении с трелевкой тракторами и канатными установками во много раз выше, в связи с чем ее применение на лесозаготовках в местах, доступных для наземных трелевочных средств, в настоящее время нецелесообразно.

2. Технология лесозаготовок с применением вертолета Ми-8 может быть рекомендована для вывозки ценной буковой древесины из мест, не доступных для тракторов и канатных установок. В Краснодарском крае по этой технологии в 1985 г. было вывезено 14 тыс. м³ буковой древесины, в 1986 г.— 24,2 тыс. м³, в 1987 г. планируется вывезти 30 тыс. м³.

3. Применение вертолетов на лесозаготовках в горах обеспечивает по сравнению с тракторами и канатными установками более высокий уровень сохранения защитных функций горных лесов и их естественного восстановления.

4. Дальнейший поиск критериев экономической оценки экологического ущерба, наносимого горным лесам наземными средствами трелевки, будет способствовать расширению сферы применения вертолетов на лесозаготовках в горах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Технология горных лесозаготовок с применением на транспортировке древесины вертолета Ми-8 / К. К. Калущкий, И. П. Коваль, Ю. Я. Лекаркин и др. // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. семина. «Пути улучшения использования лесосырьевых ресурсов и качества лесовосстановительных работ», 25—27 сент. 1984 г.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984.— С. 28—30. [2]. Холявко В. С. Организация работ при вертолетной вывозке леса // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 5.— С. 27—28.

Поступила 24 марта 1986 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.053 : 621.933.61

СИЛЫ РЕЗАНИЯ В ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЕ
С ЗАМКНУТОЙ ТРАЕКТОРИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПИЛ

Л. А. ШАБАЛИН, В. С. БЕЛОШЕЙКИН, А. В. ЛИНЬКОВ,
А. П. ГОЛОВАЧЕВ

Уральский лесотехнический институт, Головное конструкторское бюро
древеснообрабатывающего оборудования

Выпуск лесопильных рам с зубчато-ползунным механизмом резания, в котором вертикальные и горизонтальные составляющие сил инерции полностью уравновешены, а зубья пил движутся по замкнутой траектории, потребовал проведения экспериментальных исследований динамической нагруженности элементов этих рам, в том числе и сил резания.

Силы резания исследованы нами на опытной вертикальной лесопильной раме (ЛР) конструкции ГКБД. Кинематическая схема механизма резания ЛР и форма траектории точки *B* прикрепления пильной рамки (ПР) приведены на рис. 1.

Вращение от кривошипа 2 передается коромыслу 3, обкатывающемуся по неподвижному колесу 1 и жестко соединенному с сателлитом 4. В точке *B* к коромыслу прикрепляется основание ПР 5, а верхняя часть ПР опирается на ползуны 6, перемещающиеся в неподвижных направляющих 7. Точка *b*, находящаяся на коромысле и диаметре делительной окружности сателлита, совершает вертикальное перемещение, а точка *B*, отстоящая от нее на расстоянии $bB = a$, движется по замкнутой траектории, показанной на рис. 1.

Такая траектория позволяет увеличивать подачу на зуб в мо-

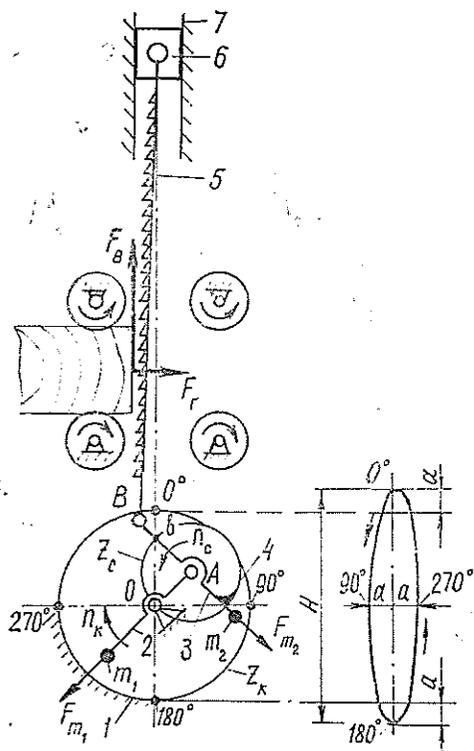


Рис. 1. Кинематическая схема зубчато-ползунного механизма резания лесопильной рамы с замкнутой траекторией движения пил

мент наибольших скоростей резания за рабочий ход и уменьшать скобление зубьев о дно пропила за холостой ход. Амплитуда a смещения B от вертикали принята постоянной и равной 18 мм, что соответствует примерно половине максимально допустимой посылке у ЛР. Соединение ПР с коромыслом в точке B упрощает конструкцию ЛР и существенно снижает размеры ее по высоте.

На кривошипе и коромысле установлены противовесы m_1 и m_2 , центробежные силы которых F_{m_1} и F_{m_2} при углах положения кривошипа φ , равных 0 и 180°, направлены в одну сторону и уравнивают вертикальные силы инерции ПР в мертвых положениях механизма резания. При углах 90 и 270° усилия F_{m_1} и F_{m_2} направлены в противоположные стороны и в этом положении они уравнивают максимальные горизонтальные силы инерции ПР.

Основные параметры лесорамы: ход H ПР и частота ее перемещения соответственно — 420 мм и 260 мин⁻¹; число пил в ПР постоянное — 10; просвет — 630 мм; мощность двух электродвигателей механизма резания — 44 кВт; подача распиливаемого материала — непрерывно-постоянная с электрогидравлическим приводом вальцев; посылки Δ — плавно изменяющиеся от 4 до 35 мм; уклон ПР — 4 мм.

Горизонтальные $F_{г}$ и вертикальные $F_{в}$ составляющие сил резания (в дальнейшем — силы резания) осциллографировали с помощью стенда*. В опытах распиливали сосновые брусья высотой h , равной 100, 200, 300, 400 и 450 мм. Число пил в ПР было постоянным — 10, а число пил, участвующих в резании, принималось равным 1, 3, 5, 7 и 10. Угловые параметры разведенных зубьев соответствовали ГОСТ 5524—75. Шаг, ширина развода зубьев на сторону и толщина пил соответственно составляли 26; 0,7 и 2,2 мм.

Опытные распиловки проводили с посылками: 5, 8, 12, 17 и 25 мм. Уклон пил U в ПР с указанными посылками: 0, 4, 8 и 12 мм. Усилие натяжения каждой пилы контролировали тензодатчиками, наклеенными на захваты пил, и принимали равным 50 кН. Параллельно с силами резания осциллографировали колебания силы натяжения пил на уровне верхних и нижних захватов в течение оборота кривошипов.

В данной статье рассматриваются только результаты сравнительных исследований сил резания для двух траекторий движения пил — замкнутой и прямолинейной.

В качестве основных оценочных параметров приняты: экстремальные значения горизонтальных и вертикальных сил резания за рабочий ($F_{гр}$, $F_{вр}$) и холостой ($F_{гх}$, $F_{вх}$) ходы ПР; средние значения этих сил также за рабочий ($F_{гср}$, $F_{вср}$) и холостой ($F_{гсх}$, $F_{всх}$) ходы ПР, определенные делением соответствующей площади под осциллограммой на длину ее абсциссы.

На рис. 2, а, б приведены фрагменты осциллограмм сил резания для двух траекторий движения сил. Для замкнутой траектории силы обозначены F' , а для прямолинейной — F'' . Нуль градусов на осциллограммах соответствует верхней мертвой точке. Положительные значения сил соответствуют направлениям, указанным на рис. 1.

Как видно из рис. 2, наблюдаются существенные различия характера изменения сил и их величины. Для замкнутой траектории вертикальные и горизонтальные силы резания в период рабочего хода максимальны при углах поворота кривошипа 50...100°, т. е. когда скорости резания наибольшие; в конце рабочего хода эти силы меньше, чем при прямолинейной траектории.

Значительно снизились и силы резания (скобления и отбоя) в период холостого хода. Уменьшилась продолжительность их действия на пилы. Для распиловок брусьев высотой свыше 300 мм с посылками до 20 мм в нижней мертвой точке наблюдается самозатягивание распиливаемого материала, вызванное силами трения зубьев о боковые стенки

* Стенд для измерения сил резания в лесопильных рамах / В. Ф. Виноградов, Л. А. Шабалин, В. И. Сорокин, Л. Л. Лебедев // Деревообаб. оборуд.— 1981.— Вып. 2.

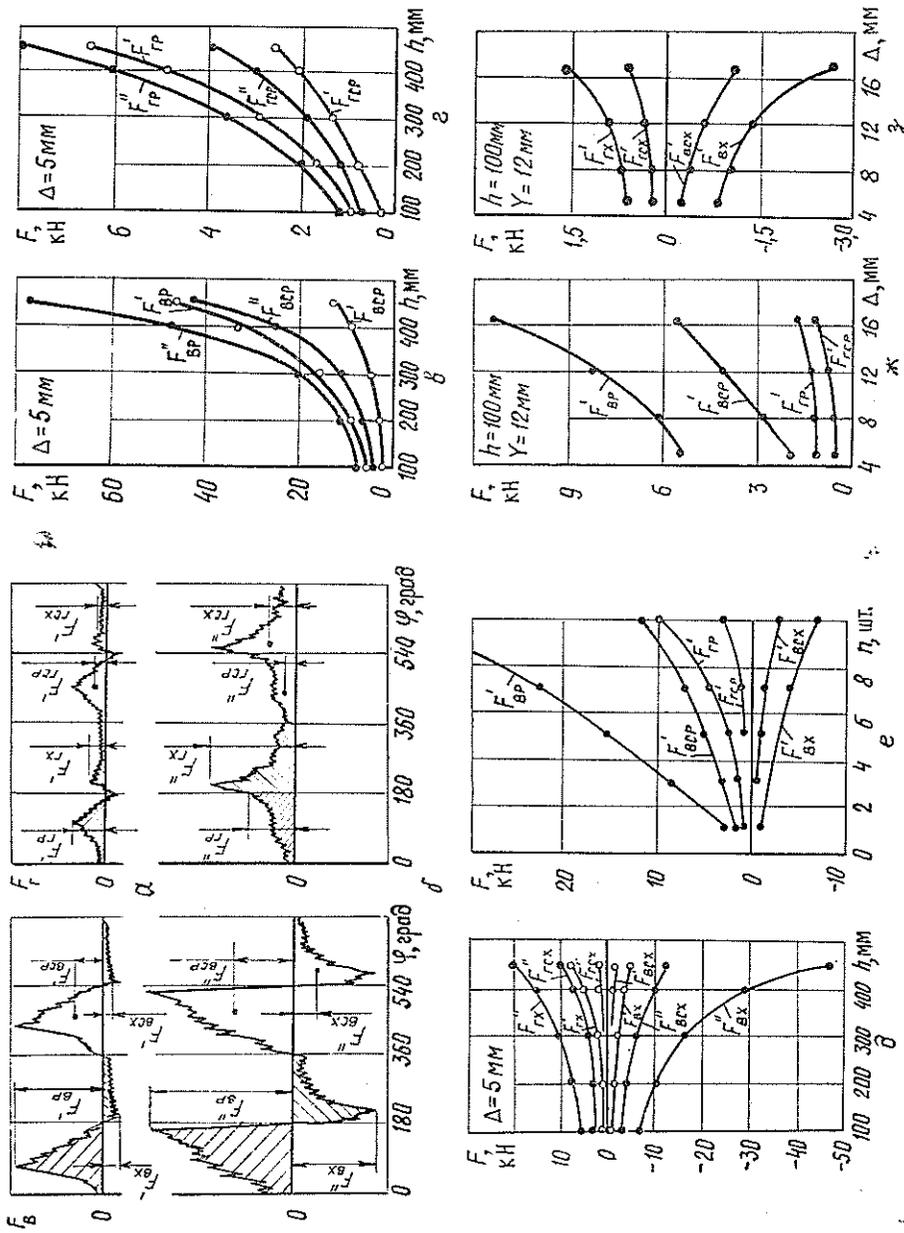


Рис. 2. Графики вертикальных и горизонтальных составляющих сил резания в зависимости от угла поворота кривошипа соответственно для замкнутой и прямой траекторий; а, в, д — от высоты пропила; б, ж, з — от высоты посылки

пропила. При распиловках брусев меньшей высоты посылками более 20 мм самозатягивания материала не происходит.

На рис. 2, в, г, д приведены графики изменения основных параметров сил резания в зависимости от высоты пропила h при постоянной посылке. Для замкнутой траектории все основные параметры сил резания меньше на 20...130%. При этом наибольшее снижение наблюдается у горизонтальных составляющих $F_{гр}$, $F_{гср}$, $F_{гх}$, $F_{гсх}$.

Снижение сил резания для замкнутой траектории в конце рабочего и в начале холостого ходов привело к уменьшению амплитуды колебаний пил в течение оборота кривошипов в 1,7 и 1,3 раза соответственно

на уровне верхних и нижних захватов. А это способствовало повышению устойчивости пил. Уровень критических посылок по устойчивости пил при замкнутой траектории на 20...40 % выше, чем при прямой траекторией. При замкнутой траектории снижается и шероховатость поверхности пропила примерно на один класс.

С увеличением числа пил, участвующих в резании, основные параметры сил резания изменяются вначале линейно (до 7 мил), а затем темп их нарастания возрастает (рис. 2, е). Это обусловлено различной прочностью ядровой и заболонной частей древесины образцов, а также нелинейностью динамических жесткостей механизмов резания и подачи с возрастанием на них нагрузок. Увеличение посылок при постоянной высоте пропила и уклоне пил приводит к нелинейному изменению основных параметров сил резания (рис. 2, ж, з). После заполнения впадин зубьев темп нарастания сил резания возрастает.

Известно, что относительный уклон, равный отношению уклона пил к посылке ($\xi = U/\Delta$), оказывает большое влияние на величину сил резания. Для замкнутой траектории наиболее выгодная величина относительного уклона ξ_n , при которой силы резания минимальны, непостоянна и зависит от высоты пропила. Для исследованной лесорамы ξ_n колеблется от 0,75 до 3,00 (рис. 3).

Для высот пропила $h \geq 300$ мм пиление с уклонами, отличающимися от ξ_n , приводит к повышению сил резания в 1,2...1,5 раза. Подобная зависимость $\xi_n = f(h)$ была экспериментально подтверждена нами и в опытах на лесопильных рамах с кривошипно-ползунным механизмом резания, в котором пилы движутся также по замкнутой траектории.

Поддержание относительного уклона пил на оптимальном уровне в зависимости от высоты пропила требует установки на ЛР дополнительного механизма. На наш взгляд, для части ЛР с замкнутой траекторией можно было бы эту задачу частично решить за счет установки постоянного уклона ПР в верхних направляющих. Так, для исследованной ЛР, с учетом особенностей ее конструкции (постоянное число пил) и эксплуатационных условий, уклон ПР необходимо увеличить до 10...12 мм. Такой уклон ПР, а следовательно и пил, будет оптимальным при высотах пропила $h \geq 300$ мм. Для меньших высот пропила силы резания будут незначительно больше, чем при ξ_n .

Учитывая преимущества рассмотренной ЛР — отсутствие фундамента за счет полного уравновешивания сил инерции и повышенную производительность вследствие снижения сил резания и повышения устойчивости пил — нами была изготовлена промышленная партия ЛР с зубчато-ползунным механизмом резания с кинематическими и конструктивными параметрами исследованной лесорамы. Более чем 4-летние производственные испытания таких ЛР показали их достаточную надежность и подтвердили повышенную производительность.

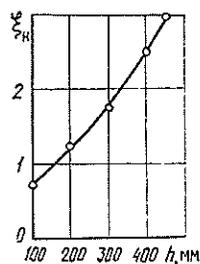


Рис. 3. График наиболее выгодного относительного уклона пил исследованной лесорамы

УДК 630*363.3

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА И ЕДИНИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ СТАНКОВ ДЛЯ РАСКАЛЫВАНИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Т. М. ШКИРЯ

Львовский лесотехнический институт

Технические данные станков для раскалывания лесоматериалов подобраны согласованно с таксационными показателями хвойных древостоев основных лесных районов страны (см. табл.). Технологические линии расколки древесины должны иметь в своей основе исключительно поперечное пульсирующее перемещение [18].

При установлении таких основных параметров станков, как наибольший диаметр раскалываемых кряжей, наибольшее раскалывающее усилие, развиваемое приводом станка, а также наибольшая длина раскалываемых кряжей, следует принимать во внимание: а) размерную характеристику низкосортных кряжей по диаметрам; б) требования технических условий на вырабатываемую в процессе расколки продукцию [9, 10]; в) размеры приемных окон рубительных машин при дальнейшей переработке низкосортных кряжей на щепу [11] (450, 350, 250 мм и др.) или наибольшую высоту подъема ножа станков типа Н-8 (Н-10) при изготовлении из таких кряжей балансов.

Согласно данным ЦНИИМЭ, в различных регионах страны количество низкосортных кряжей диаметром более 0,4 м составляет всего от 6 (для европейской зоны) до 18 % (для районов Урала и Сибири).

Исходя из размерной характеристики низкосортных кряжей, технических условий на технологическое сырье и топливные дрова и предпочтительного ряда чисел по ГОСТ 8032—56, наиболее приемлемым для различных моделей древокольных станков следует принять размер диаметра кряжей 0,4 м.

Параметрический ряд станков для раскалывания лесоматериалов

Модель станка	Наибольший диаметр раскалываемых кряжей, м	Наибольшее раскалывающее усилие, кН	Продолжительность цикла расколки кряжа, с	Мощность электродвигателя гидростанции, кВт	Масса станка, кг
КГ-01	0,4	50	10	5,2	900
КГ-01У	0,4	100	12	7,5	1 200
КГ-02	0,8	150	13	9,5	1 800
КГ-02У	0,8	300	15	12,0	2 800
КГ-03	1,2	250	16	14,0	2 400
КГ-03У	1,2	500	20	21,0	3 000

Примечание. Для всех моделей станка наибольшая длина раскалываемых кряжей — 1,25 м; число поленьев, получаемых из кряжа за рабочий ход, — 4 шт.

Максимальную длину раскалываемых кряжей нужно установить по наибольшей длине древесного сырья. Для сырья, поступающего в производство балансов, пиролиза и углежжения, длина кряжей равна

1,25 м. Станки для раскалывания лесоматериалов, устанавливаемые на биржах сырья целлюлозно-бумажных комбинатов и целлюлозно-картонных заводов, должны быть приспособлены для расколки кряжей длиной до 2,5 м (по наибольшей длине кряжей, обрабатываемых в корообдирочных барабанах). При целенаправленном использовании бревен (хлыстов, полухлыстов) для изготовления плит (без окорки) расколку крупномерных лесоматериалов целесообразно осуществлять длиной от 4 до 6,5 м.

Наибольшее раскалывающее усилие, которое должен развить привод каждой модели гидроколуна [20], установлено с учетом данных эксплуатации станков в различных регионах страны с поступлением на расколку как хвойных, так и лиственных кряжей: наряду с тремя основными моделями (для хвойных пород) предложены три усиленные (У) модели.

Конструкция исполнительного механизма гидравлического станка для раскалывания лесоматериалов (характеризующегося резко выраженными пиковыми нагрузками, продолжительность которых не превышает 1/20 времени цикла) должна быть приспособлена к преодолению изменяющегося в чрезвычайно большом диапазоне усилия сопротивления раскалыванию с переменной скоростью путем использования гидравлического цилиндра переменного усилия [5] или системы управления сдвоенным гидравлическим цилиндром [4].

Приводы станков целесообразно оснащать электродвигателями с синхронной частотой вращения 1 500 или 1 000 об/мин из серии с повышенным скольжением, применение которых даже в паре с обычными (цельными) маховиками обеспечивает значительное увеличение (в 1,5...2 раза) развиваемого станком раскалываемого усилия [21].

Подбор электродвигателя с повышенным скольжением для станка с гидроприводом можно осуществить по номограмме [16] с учетом: а) потребного раскалываемого усилия (10...1 000 кН) и рабочего давления в системе (6...15 МПа); б) скорости надвигания (0,1...1 м/с) и рабочего объема насоса (60 т...180 см³); в) синхронной частоты вращения ротора (750, 1 000 и 1 500 об/мин) и массы маховика (0...100 кг) с соответствующим моментом инерции.

Специфические условия нагружения станков определяют целесообразность их компоновки особыми маховиками, за счет кинетической энергии которых должна выполняться часть (и немалая) полезной работы на раскалывание: а) большого грузным маховиком, подключаемым напрямую к приводным электродвигателем после его раскручивания до номинальной частоты вращения при помощи мотор-насоса, подсоединяемого на период его разгона к малой секции сдвоенного насоса [13]; б) маховиком с переменным моментом инерции, например по [1].

Крупномерные кряжи при их дальнейшем измельчении на щепу целесообразно раскалывать только на четыре части (используя крестообразный рабочий орган и для повторной расколки крупномерных поленьев), поскольку сечение приемного патрона рубильных машин наиболее близко к форме квадранта круга [14].

Для уменьшения сил трения между гранями рабочего органа и раскалываемым кряжем вертикальные ножи усиленных (У) моделей колунов, предназначенных для эксплуатации в регионах с лиственными лесонасаждениями, целесообразно оснащать вставными блоками неприводных цепей [2] или роликовыми парами [3], уменьшающими необходимое раскалывающее усилие на 7...18 % [19].

Сопоставительный анализ 16 вариантов схем взаимного размещения (в пространстве) колющего органа и кряжа, приведенных в составленной нами классификационной таблице станков для раскалывания лесоматериалов [17], дал возможность обосновать оптимальную схему,

предусматривающую горизонтальное надвигание крестообразного рабочего органа на устанавливаемый соосно (ему) центрирующим лотком кряж по типу станка, экспонированного на Международной выставке «Лесдревмаш-84» [6]. Такая компоновка колуна позволяет: а) механизировать подачу кряжей к центрирующему лотку станка и отвод от него поленьев при помощи одного поперечного транспортера, работающего в пульсирующем режиме; б) исключить попадание отщепов, коры, песка и других включений между контактирующей парой полки швеллера — поддерживающие ролики рабочего органа, так как несущая балка размещается над раскалываемым кряжем; в) снизить потребное раскалывающее усилие за счет устранения работы (затрачиваемой в известных станках) на преодоление сил трения между перемещаемым (в процессе внедрения колющего органа в древесину) кряжем и неподвижным лотком; г) обеспечить условия высокой культуры обслуживания и повышенной безопасности работы на технологической операции расколки.

На базе данного станка представляется возможным создавать технологические потоки расколки лесоматериалов на основе поперечного пульсирующего их перемещения с комплексной механизацией смежных производственных операций на складах лесозаготовительных предприятий и биржах сырья целлюлозно-бумажных и лесохимических комбинатов, целлюлозно-картонных заводов и др.

Станки для раскалывания лесоматериалов с нижним расположением несущей балки следует изготавливать только для их целенаправленного применения на лесосеке в прицепном (к трактору) или стационарном исполнении на складах с незначительным грузооборотом при обязательном оснащении их гидроманипулятором.

Наряду с оборудованием параметрического ряда (см. табл.), в отдельных случаях приходится изготавливать следующие станки или целые технологические потоки (Усть-Илимский ЛПК) в единичных экземплярах (или небольшой серией):

1) станки для раскалывания лесоматериалов длиной до 6,5 м [8] (предназначенных для изготовления древесностружечных плит и других древесных материалов), распиливаемых на отрезки длиной 1...1,25 м для возможности их калибровки раскалыванием на серийных станках под размер поперечника приемного патрона имеющейся рубильной машины;

2) сверхмощные (с раскалывающим усилием 1000...1500 кН) станки для раскалывания кряжей диаметром в комлевой части до 1,5 м (для регионов Дальнего Востока, Кавказа и Карпат) [15];

3) высокопроизводительные двухсторонние станки двойного действия [7] для расколки значительных объемов (при централизованной переработке) среднетолщинных и крупномерных кряжей (бревен) длиной до 4 или 6,5 м [12].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 359455 СССР, МКИ³ F16 f15/30. Маховик переменного момента с вертикальной осью вращения / Т. М. Шкиря (СССР).— № 1362080/25—27; Заявлено 23.09.69; Опубл. 21.11.72, Бюл. № 35 // Открытия. Изобретения.— 1972.— № 35.— С. 91. [2]. А. с. 442927 СССР, МКИ³ B27 17/00. Рабочий орган для механических древокольных станков / Т. М. Шкиря, А. И. Сопотун (СССР).— № 21855463/29—33. Заявлено 11.12.72; Опубл. 15.09.74, Бюл. № 34 // Открытия. Изобретения.— 1974.— № 34.— С. 41. [3]. А. с. 447263 СССР, МКИ³ B27 17/00. Рабочий орган древокольного станка / Т. М. Шкиря (СССР).— № 1898375/29—33; Заявлено 27.03.73; Опубл. 25.10.74, Бюл. № 39 // Открытия. Изобретения.— 1974.— № 39.— С. 33. [4]. А. с. 479663 СССР, МКИ³ B30 b 15/22. Система управления сдвоенным гидравлическим цилиндром / Т. М. Шкиря (СССР).— № 1978293/25—27; Заявлено 21.12.73; Опубл. 05.08.75, Бюл. № 29 // Открытия. Изобретения.— 1975.— № 29.— С. 54. [5]. А. с. 775419 СССР, МКИ³ F15 b15/16. Гидравлический цилиндр переменного усилия / Т. М. Шкиря (СССР).— № 2187323/25—06; Заявлено 03.11.75; Опубл. 30.10.80, Бюл. № 40 // Открытия. Изобретения.— 1980.— № 40.— С. 186. [6]. А. с. 927499 СССР, МКИ³ B27 17/00. Дровокольный станок

/ Т. М. Шкиря (СССР).— № 3216790/29—15; Заявлено 29.10.80; Опубл. 15.05.82, Бюл. № 18 // Открытия. Изобретения.— 1982.— № 18.— С. 124. [7]. А. с. 1025512 СССР, МКИЗ В27 17/00, Дровокольный станок / Т. М. Шкиря (СССР).— № 3407829/29—15; Заявлено 15.03.82; Опубл. 30.06.83, Бюл. № 24 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 24.— С. 34. [8]. А. с. 1027039 СССР, МКИЗ В27 17/00, Устройство для раскалывания лесоматериалов / Т. М. Шкиря (СССР).— № 3403509/29—15; Заявлено 03.02.82; Опубл. 07.07.83, Бюл. № 25 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 25.— С. 65. [9]. ГОСТ 24260—80, Сырье древесное для пиролиза и углечения.— Введ. 01.01.83 до 01.01.88.— М.: Изд-во стандартов, 1980.— 10 с. [10]. Никитшов В. Д. Комплексное использование древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 264 с. [11]. Рушинов Н. П., Липман Э. П., Пряхин Е. А. Рубильные машины.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 208 с. [12]. Шкиря Т. М. Высокопроизводительная линия расколки бревен // Лесн. пром-сть.— 1983.— № 11.— С. 10—12. [13]. Шкиря Т. М. Гидроколун с насосно-маховичным приводом // Лесозэксплуатация и лесосплав.— 1972.— № 13.— С. 12—13. [14]. Шкиря Т. М. Количество ножей рабочего органа дровокольного станка // Лесозэксплуатация и лесосплав.— 1976.— № 12.— С. 11—12. [15]. Шкиря Т. М. Комплексная механизация работ на бирже сырья цеха ДСП Надворнянского лесокомбината // Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть.— Киев: Будівельник, 1984.— Вып. 15.— С. 56—58. [16]. Шкиря Т. М. Номограмма для подбора оптимальной мощности электродвигателя гидроколлуна // Лесн. журн.— 1983.— № 5.— С. 118—120. (Изв. высш. учеб. заведений). [17]. Шкиря Т. М. Совершенствование и динамика дровокольных станков.— Львов: Вища школа, 1977.— 160 с. [18]. Шкиря Т. М. Технологические потоки для переработки низкокачественной древесины // Лесн. пром-сть.— 1984.— № 8.— С. 22—23. [19]. Шкиря Т. М., Гомонай В. В. Станки для расколки низкокачественных краёв // Лесн. пром-сть.— 1982.— № 4.— С. 22—23. [20]. Шкиря Т. М., Сопотун А. И. Номограмма для определения максимального усилия при раскалывании древесины // Лесн. журн.— 1982.— № 4.— С. 86—91. (Изв. высш. учеб. заведений). [21]. Tiberij Skirja. Untersuchungen über die mechanisierte Spaltung des minderwertigen Rundholzes // Programm und Resume des XIV Internationalen Simposiums für Forstnutzung, Sopron (Ungarn).— 1980.— P. 30.

Поступила 30 сентября 1986 г.

УДК 630*812

ВЛИЯНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ВТУЛОК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б. И. ОГАРКОВ, М. И. КОРОЛЬКОВА

Воронежский сельскохозяйственный институт

С целью экономии металлов и пластмасс на производстве внедряют втулки подшипников скольжения из древесных материалов. На работоспособность их в узлах трения решающее значение оказывают механическая напряженность, теплонапряженность и износостойкость.

При ограничении скорости скольжения и удельной нагрузки на подшипник износостойкость втулок из прессованной древесины намного выше, чем изготовленных из металлов, а температура в зоне трения не превышает 60 °С [1].

В данной статье определены напряжения и деформации, возникающие во втулках подшипников скольжения, изготовленных из древесных материалов с учетом особенностей поведения древесины как упруговязкого тела, способного проявлять ползучесть и релаксацию напряжений.

Если бы древесина была упругим телом, то, согласно закону Гука, напряжение σ определяли произведением модуля упругости E на относительную деформацию ϵ :

$$\sigma = E\epsilon. \quad (1)$$

На самом деле, древесные материалы — упруговязкие тела, для них связь между напряжением и деформацией выражается в виде интегрального соотношения [3]:

$$\sigma = E_M \left[\varepsilon(t) - \int_0^t R(t, \tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right], \quad (2)$$

где $R(t, \tau)$ — функция, называемая резольвентой.

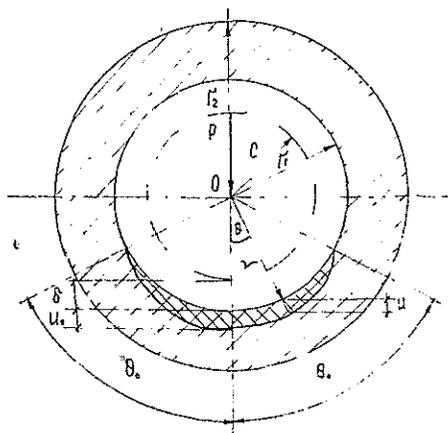
Резольвента для древесных материалов известна [1] и равна

$$R(t, \tau) = \frac{1}{n} \left[\left(1 - \frac{E_M}{E_d} \right) e^{-\left(\frac{t^\alpha - \tau^\alpha}{n^\alpha} \right)} \right]. \quad (3)$$

Здесь имеются в наличии так называемые реологические постоянные: время релаксации n ; мгновенный модуль упругости E_M ; длительный модуль упругости E_d и показатель кривой релаксации α .

При работе подшипников в условиях переменного температурно-влажностного режима деревянная втулка может зажать вал, поэтому необходим надлежащий зазор между втулкой и валом.

Пусть подшипник скольжения состоит из металлического вала, металлического корпуса и деревянной втулки (см. рис.).



Подшипник скольжения с втулкой из прессованной древесины

Вследствие того, что упругие деформации древесины примерно в 100 раз больше, чем у стали, можно полагать, что при нагружении подшипника деформируется только деревянная втулка, а вал и корпус считаются абс. твердыми телами. В этом случае втулка находится в условиях радиального напряженного состояния [2]. Начальное положение точки характеризуется полярным углом Θ

Обозначим через r_1 внутренний радиус втулки, r_2 — внешний радиус втулки, l — длину подшипника, δ — радиальный зазор между деревянной втулкой и валом, c — радиус металлического вала в положении, предшествующем нагрузке. Подшипник нагружается постоянной силой P , являющейся равнодействующей давлений q ; u — перемещение точки деревянной втулки с радиусом r и угловой координатой Θ ; u_0 — перемещение точки втулки, лежащей на оси симметрии. Между этими перемещениями существует соотношение [2]

$$u + \delta = (u_0 + \delta) \cos \Theta. \quad (4)$$

Обозначим через Θ_0 половину угла контакта между деревянной втулкой и металлическим валом.

Так как при $\Theta = \Theta_0$ перемещение $u(\Theta_0)$ равно нулю, то:

$$u_0 = \frac{\delta(1 - \cos \Theta_0)}{\cos \Theta_0}. \quad (5)$$

Поэтому перемещение и относительная деформация в любой точке деревянной втулки равны:

$$u = \delta \left(\frac{\cos \theta}{\cos \theta_0} - 1 \right); \tag{6}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta}{r_2 - r_1} \left[\frac{\cos \theta}{\cos \theta_0} - 1 \right]. \tag{7}$$

Между силой P и напряжением в деревянной втулке σ существует соотношение, соответствующее уравнению равновесия:

$$P = 2lr_1 \int_0^{\theta_0} \sigma \cos \theta d\theta. \tag{8}$$

С учетом ползучести древесины относительная деформация и напряжение связаны между собой уравнением (2). Подставляя (7) в (2), а затем (2) в (8), имеем:

$$\sigma^* = E_M \left[f(t) - \int_0^t R(t, \tau) f(\tau) d\tau \right], \tag{9}$$

где $f(t) = \int_0^{\theta_0(t)} \left[\frac{\cos^2 \theta}{\cos \theta_0} - \cos \theta \right] d\theta = \frac{2\theta_0 + \sin 2\theta_0}{4 \cos \theta_0} - \sin \theta_0;$ (10)

$$\sigma^* = \frac{P(r_2 - r_1)}{2lr_1\delta}.$$

Мы получили интегральное уравнение (9) для определения $f(t)$ при известном σ^*

$$f(t) = \sigma^* \left\{ \frac{1}{E_M} + \left(\frac{1}{E_M} - \frac{1}{E_R} \right) \left[1 - e^{-\frac{E_R}{E_M} \left(\frac{t}{n} \right)^\alpha} \right] \right\} = \frac{2\theta_0 + \sin 2\theta_0}{4 \cos \theta_0} - \sin \theta_0. \tag{11}$$

Соотношение (11) представляет собой трансцендентное уравнение для определения угла контакта $2\theta_0$, изменяющегося со временем. По формуле (7) находим изменение со временем относительной деформации точки.

При вычислении напряжений для втулки из прессованной древесины березы взяты следующие данные [1]: $E_M = 1\,000$ МПа; $E_R = 500$ МПа; $\alpha = 0,3$; $n = 5$ ч; $P = 6\,000$ Н; $\delta = 0,005$ см; $l = 10$ см; $r_1 = 10$ см; $r_2 = 10,6$ см.

Наибольшее напряжение возникает в точке, лежащей на оси симметрии.

В таблице даны изменяющиеся со временем значения θ_0 , наибольшее значение относительной деформации (в точке $\theta = 0$) и наибольшее значение напряжения (в точке $\theta = 0$).

t , ч	θ_0	ε	σ , МПа
0	89°9'32"	0,0404216	40,4216
5	82°29'44"	0,0554730	39,8602
10	82°47'	0,0580030	39,7507
20	83°4'16"	0,0607436	39,6467
30	83°14'18"	0,0624148	39,5817
40	83°20'15"	0,0636208	39,5502

Из данных таблицы видно, что с возрастанием времени относительная деформация повышается значительно, а напряжение падает очень мало.

Среднее давление

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{P}{2lr_1} = 30 \text{ МПа.} \quad (12)$$

Несмотря на большое значение среднего давления (30 МПа) наибольшее давление в точках втулки из прессованной древесины при сжатии поперек волокон составляет 40,4 МПа, что меньше допустимого для прессованной древесины (60 МПа).

Таким образом, влияние ползучести древесины на работу втулки заключается в том, что в течение определенного промежутка времени происходит увеличение угла контакта между валом и втулкой, возрастание деформации втулки и незначительное падение напряжения. Втулки из древесных материалов вместо металлов можно применять при удельных давлениях на подшипник, меньших 30 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огарков Б. И., Апостол А. В. Теория и физическая сущность прессования древесины.— Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1981.— 83 с. [2]. Платонов В. Ф. Подшипники из полиамидов.— М.: Машигиз, 1961.— 110 с. [3]. Ржанецы и А. Р. Теория ползучести.— М.: Стройиздат, 1968.— 416 с.

Поступила 9 июля 1986 г.

УДК 662.921

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВВОДА ВТОРИЧНОГО ВОЗДУХА НА АЭРОДИНАМИКУ ЦИКЛОННОЙ КАМЕРЫ, ЗАГРУЖЕННОЙ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ДРЕВЕСНО-ШЛИФОВАЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ

Э. Н. САБУРОВ, Ю. Л. ЛЕУХИН, С. И. ОСТАШЕВ,

А. И. ЕГОРОВ, И. Ф. КОПЕРИН

Архангельский лесотехнический институт, ЦНИИМЭ

Условия ввода воздуха и топлива в рабочий объем циклонной топки имеют большое значение для организации режима ее работы [4]. В настоящей работе рассмотрены результаты опытов, являющихся продолжением ранее выполненных исследований [1] и посвященных изучению аэродинамики циклонной топки при различных способах подачи вторичного воздуха.

Эксперименты проводили на том же стенде и по той же методике, что и в работе [1]. Основной элемент экспериментального стенда — циклонная камера, схема которой представлена на рис. 1. Внутренний диаметр модели $D = 312$ мм, длина $L = 596$ мм. Воздух в камеру подавали с двух диаметрально противоположных сторон при помощи четырех шлицев ($f-4$ на рис. 1) вторичного воздуха и одного, смещенного к выходному торцу шлица b первичного воздуха. В поперечном сечении шлицы имеют форму квадрата со стороной 45 мм. Трубопровод каждого шлица имел заслонку и измерительную диафрагму. При необходимости часть шлицев заглушали с помощью текстолитовых вставок, внутренняя поверхность которых была выполнена заподлицо с внутренней поверхностью камеры. Площадь входа вторичного воздуха в работе изменяли при помощи как отключения части шлицев (заглушали вкладышами), так и специальных вкладышей, перекрывавших часть их сечения. Относительная приведенная площадь входа потока в камеру $\bar{f}_{\text{вх. пр}} = 4f_{\text{вх. пр}}/\pi D^2$ в опытах равнялась $5,87 \cdot 10^{-2}$ и $11,19 \cdot 10^{-2}$ ($f_{\text{вх. пр}} = f_{\text{вх2}} + f_{\text{вх1}} \omega_{\text{вх1}}/\omega_{\text{вх2}}$, где $f_{\text{вх1}}$ и $f_{\text{вх2}}$, $\omega_{\text{вх1}}$ и $\omega_{\text{вх2}}$ — соответственно площади входа и скорости первичного и вторичного воздуха).

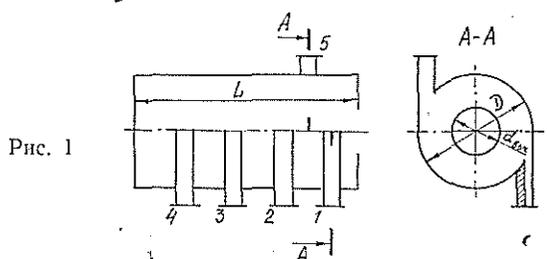


Рис. 1

Древесно-шлифовальная пыль вместе с первичным воздухом (количество которого составляло 5...11 % от общего расхода, подаваемого в модель) подводили через шлиц 5. Средняя массовая концентрация твердого вещества в потоке в рабочем объеме циклонной камеры изменялась от 0 до 0,0983 кг/кг. Вывод пылегазового потока из камеры осуществляли через плоский осесимметричный пережим диаметром 125 мм.

В объеме циклонной камеры снимали поля скоростей и давлений [1].

Течение потока изучали также визуальными наблюдениями через прозрачные торцы камеры, выполненные из оргстекла, и через два прозрачных прямоугольных окна в ее цилиндрической части.

Выполнены три серии опытов. В первой серии рассматривали аэродинамику циклонной камеры при подаче вторичного воздуха, распределенного по образующей камеры через шлицы 1—4. Приведенная площадь входа при этом имела значения $5,87 \cdot 10^{-2}$ и $11,19 \cdot 10^{-2}$. Во второй исследовали поведение пылевзвеси при различных расходах воздуха поочередно через шлицы 1 и 4. При этом $\bar{f}_{\text{вх. пр}} = 5,87 \cdot 10^{-2}$. Ввод вторичного воздуха был распределен по длине камеры и осуществлялся через шлицы 1—4.

В третьей серии опытов вторичный воздух подводили через шлицы 1 и 4 (шлицы 2 и 3 были заглушены). Движение запыленного потока изучали при различных соотношениях вторичного воздуха, подаваемого через шлицы 1 и 4 и при $\bar{f}_{\text{вх. пр}} = 5,87 \cdot 10^{-2}$.

Сопоставление полученных результатов с ранее выполненными опытами [1] (в которых вторичный воздух подавали через шлицы 1 и 2) показало, что увеличение площади входа до $11,19 \cdot 10^{-2}$ за счет открытия дополнительных шлицев 3 и 4 приводит к возрастанию относительных тангенциальных скоростей в объеме незагруженной пылью циклонной камеры. При введении пыли в объем камеры и в этом случае значительно падает скорость не только в ядре потока, но и в пристенной области. Если сравнить абсолютные скорости во всем объеме рассматриваемой камеры с абсолютными скоростями в ранее исследованной с $L = L/D = 1,91$ и вводом вторичного воздуха через шлицы 1 и 2 [1], то окажется, что при тех же концентрациях топлива в потоке и тех же количествах подаваемого воздуха уровень скоростей в первой значительно ниже, чем во второй. Характер же распределения осевых скоростей, статического и полного давлений остается практически таким же.

Снижение уровня абсолютной величины тангенциальных скоростей в рассматриваемой циклонной камере приводит к тому, что образование завала в ней происходит значительно быстрее, чем в камере с двумя шлицами вторичного воздуха. (Для этого случая распределение пыли и местоположение завала показаны на рис. 2, а).

Уже при концентрации 0,05 кг/кг завал распространяется от глухого торца на большую часть длины камеры. При этих условиях завал образуется и у выходного торца. С дальнейшим увеличением концентрации подаваемого потока происходит слияние этих завалов и образуется неподвижный слой пыли в нижней части камеры. При этом крутка потока по длине камеры резко падает, пропадает ранее наблюдавшееся облако с более высокой концентрацией топлива у глухого торца. Подаваемая пыль, не распространяясь по всему объему, выносится через выходное отверстие. При высоких концентрациях запыленный поток

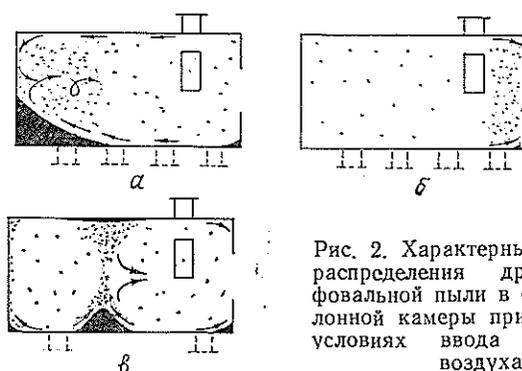


Рис. 2. Характерные варианты распределения древесно-шлифовальной пыли в объеме циклонной камеры при различных условиях ввода вторичного воздуха

очень слабо вращается у глухого торца. Концентрация топлива в потоке в не занятой завалом части у глухого торца незначительная, несмотря на большое количество пыли, подаваемой в камеру.

При уменьшении $\bar{f}_{\text{вх. пр}}$ до $5,87 \cdot 10^{-2}$ (камера работала с четырьмя шлицами вторичного воздуха) произошло существенное изменение аэродинамики ее рабочего объема. Вся пыль, подаваемая через шлиц б, в этом случае вращалась у выходного отверстия камеры и сразу покидала ее, как показано на рис. 2, б. Зона наиболее высокой концентрации топлива в потоке наблюдалась у выходного торца. При всех исследованных расходах пыли на камеру завалов не образовывалось. Отсутствие завалов в камере и меньшие расходы энергии на транспортировку пыли приводят к тому, что распределения w_φ и w_x становятся аналогичными их распределениям в камерах с незапыленным потоком. Для распределений w_φ характерно наличие квазипотенциальной и квазитвердых зон, а для w_x — наличие зоны осевого обратного тока. Уровень же тангенциальных скоростей несколько снижается с увеличением концентрации пыли в потоке.

В таблице представлены результаты исследования движения пыли в циклонной камере в зависимости от доли вторичного воздуха, подаваемого через шлиц 1 (q_1 — расход воздуха через шлиц 1; q_{2-4} — расход воздуха по шлицам 2—4).

q_1 , м ³ /с	q_{2-4} , м ³ /с	q_1/q_{2-4}	Направление движения пыли в камере
—	0,0385	0	К выходному отверстию
0,0320	0,0340	0,941	
0,0315	0,0315	1,0	
0,0342	0,335	1,021	
0,0320	0,0310	1,032	
0,0350	0,0337	1,039	К глухому торцу
0,0345	0,0330	1,045	
0,0343	0,0307	1,117	

При уменьшении расхода воздуха, подаваемого через шлиц 1 вплоть до его полного заглушения, сохраняется вышеописанная картина для камеры рассматриваемой геометрии. При подаче же воздуха через этот шлиц на 4 % больше, чем через соседние (2—4), происходит резкое изменение картины течения. В этом случае пыль, подаваемая через шлиц б, начинает двигаться к глухому торцу, происходит образование завала (как показано на рис. 2, а) в передней части рабочего объема, крутка потока падает.

Такое поведение пылегазового потока можно объяснить эффективным смещением ввода вторичного воздуха к выходному торцу, что, по существу, аналогично, с точки зрения влияния на осевые потоки в камере, чисто геометрическому общему смещению шлицев (при равенстве расхода газа через каждый из них) к выходному торцу камеры [2—4]. В предыдущем случае эффективное общее смещение шлицев было, наоборот, к глухому торцу, что и определяло отличную схему движения потока и существование преобладающего влияния выходного периферийного вихря. Картина течения аналогична полученной для камеры с $\bar{L} = 1,91$, $\bar{f}_{\text{вх. пр}} = 11,19 \cdot 10^{-2}$ и $a_{\text{вх}} = 4$. Дальнейшее увеличение расхода воздуха через шлиц 1 не изменяет течение пылевзвеси в объеме циклонной камеры.

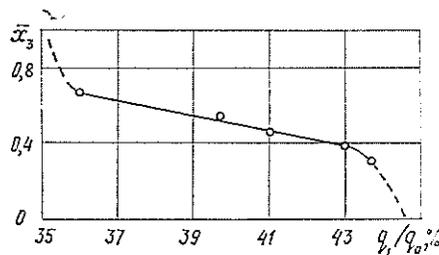
Изменение расхода воздуха, подаваемого через шлиц 4 , не оказывает существенного влияния на течение закрученного пылегазового потока, так как в рассматриваемом диапазоне расходов воздуха общее эффективное смещение работающих шлицев оставалось всегда направленным в сторону выходного торца камеры.

Полученные результаты показали, что перераспределением воздуха в группе шлицев можно успешно управлять не только осевыми потоками (в условиях когда концентрация пылевых частиц невелика и ее влиянием можно пренебречь), но и более сложными процессами, характерными для потока со сверхкритическими концентрациями.

Для определения возможности управления топливным процессом в данной работе исследовали вариант подачи вторичного воздуха также через шлицы 1 и 4 . Изменяя расходы вторичного воздуха, подаваемого через шлицы 1 и 4 , можно получить различные варианты распределения пылевзвеси в рабочем объеме циклонной камеры. При равенстве расходов, подаваемых через оба шлица, вся пыль направлялась к глухому торцу, где образовывался неподвижный завал. Уменьшение доли воздуха, подаваемого через шлиц 1 , приводит к перемещению местоположения завала по длине циклонной камеры.

На рис. 2, *в* показано распределение пыли по объему камеры при подаче 41 % вторичного воздуха через шлиц 1 . Встречный пристенный осевой поток от шлица 4 препятствует дальнейшему продвижению несущего пыль потока от шлица 1 , что приводит к его торможению и образованию завала в средней части камеры. При дальнейшем уменьшении

Рис. 3. Зависимость координаты местоположения завала от доли вторичного воздуха, подаваемого через шлиц 1



доли воздуха, идущего через шлиц 1 , завал перемещается в сторону выходного торца, и при снижении этой доли ниже 36 % вся пыль, подаваемая в камеру, сразу же отправляется к выходному торцу и покидает камеру. Ориентировочная зависимость местоположения завала от соотношения q_1/q_0 (где q_1 — расход вторичного воздуха, идущего через шлиц 1 ; q_0 — общий расход вторичного воздуха) представлена на рис. 3 ($\bar{x}_3 = x_3/D$ — осевая координата местоположения завала, отсчитываемая от глухого торца). Диапазон возможного регулирования процесса составляет всего 8 %.

Когда завал пыли располагается не у торцов, а где-то в средней части, то установить стационарный характер течения сложно. Малейшее изменение соотношения q_1/q_0 приводит к значительным перестройкам всего характера течения. С этой точки зрения, выбор данного способа регулирования топочного процесса в циклонной камере требует серьезного обоснования.

Выполненные исследования позволяют выбрать наиболее рациональный вариант ввода вторичного воздуха в циклонную камеру, загруженную мелкодисперсной пылью, в зависимости от предъявляемых условий.

Например, с точки зрения повышения времени пребывания частиц пыли в рабочем объеме камеры и условий сепарации шлама на ее стенке, наиболее удачен ввод вторичного воздуха через щлицы 1 и 2 и подача пыли и первичного воздуха через щлиц 5.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Аэродинамика циклонной камеры, загруженной мелкодисперсной древесно-шлифовальной пылью / Э. Н. Сабуров, Ю. Л. Леухин, С. И. Осташев и др. // Лесн. журн.— 1987.— № 3.— С. 71—76. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Волков Е. В. Исследование аэродинамики двухфазного потока в циклонной топке // Тр. / УПИ.— Свердловск, 1959.— С. 155—165. [3]. Сабуров Э. Н. Аэродинамика и конвективный теплообмен в циклонных нагревательных устройствах.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.— 240 с. [4]. Циклонные топки / Под ред. Г. Ф. Кнорре, М. А. Наджарова.— М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958.— 216 с.

Поступила 13 декабря 1985 г.

УДК 62-523 : 674.038.6

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

И. Б. ПОТАПОВСКИЙ, А. К. ГОРОХОВСКИЙ, Н. Р. ШАБАЛИНА

Уральский лесотехнический институт

Предлагаемое устройство разработано в Уральском лесотехническом институте по заказу ВНИИДрев и предназначено для эксплуатации в составе автоматической системы сортировки пиломатериалов в непрерывном технологическом процессе. В качестве первичного преобразователя датчика использован рычаг, отклоняющийся относительно исходного состояния на угол, соответствующий толщине контролируемого пиломатериала. Электрический сигнал, пропорциональный углу отклонения рычага, формируется при помощи вторичного преобразователя.

Выбор датчика обусловлен тем, что он очень прост в изготовлении, ремонтоспособен, при некотором конструктивном усовершенствовании может обладать высокой надежностью.

Основной недостаток датчиков рычажного типа заключается в том, что они имеют нелинейную характеристику [2] (нелинейную зависимость угла поворота рычага от измеряемой толщины пиломатериала), что препятствует использованию этих датчиков в гибких системах автоматического управления технологическими процессами.

Рассмотрим схему на рис. 1. Толщина пиломатериала равна отрезку AB , а длина измерительного рычага — отрезку OC . Угол отклонения рычага от вертикальной оси в исходном состоянии обозначим α_0 , а при измерении толщины пиломатериалов — α . Рассматривая треугольники AOC и BOD , получим:

$$OA = OC \cos \alpha_0 = \text{const} \quad (1)$$

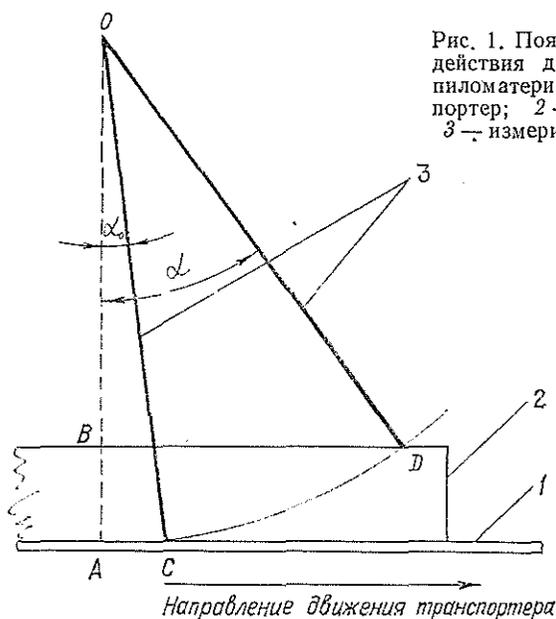


Рис. 1. Пояснение принципа действия датчика толщины пиломатериалов: 1 — транспортер; 2 — пиломатериал; 3 — измерительный рычаг

и

$$AB = OA - OC \cos \alpha. \quad (2)$$

Отсюда

$$\alpha = \arccos \frac{OA - AB}{OC}; \quad (3)$$

$$\alpha_0 = \arccos \frac{OA}{OC} = \text{const}; \quad (4)$$

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0 = \arccos \frac{OA - AB}{OC} - \arccos \frac{OA}{OC}. \quad (5)$$

Следовательно, угол $\Delta\alpha$ находится в сложной нелинейной зависимости от измеряемого параметра. Однако если в датчике в качестве вторичного преобразователя будет использовано устройство, обеспечивающее решение уравнения (2), то можно получить электрический сигнал, зависящий линейно от толщины пиломатериала.

Для реализации уравнения (2) авторами разработано устройство, функциональная схема которого приведена на рис. 2. Оно содержит фазовращатель Д1, понижающий трансформатор Д2, коммутационный ключ Д3, фильтр нижних частот Д4 и сумматор Д5.

Фазовращатель Д1 подключен к трехфазной сети. Его вал жестко связан с осью рычага датчика. В связи с этим он формирует синусо-

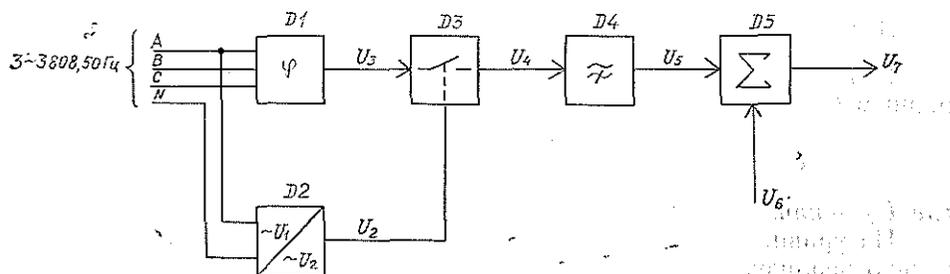


Рис. 2.

идальное напряжение с постоянной амплитудой, фаза которого смещена относительно фазы опорного напряжения на угол α .

Понижающий трансформатор Д2 обеспечивает согласование параметров схемы с параметрами сети. Напряжение, снимаемое со вторичной обмотки трансформатора, используют в качестве опорного напряжения, с фазой которого сравнивают фазу напряжения, формируемого фазовращателем.

Коммутационный ключ Д3 используют в качестве дискриминатора фазового сдвига. На управляющий вход ключа подают напряжение U_2 , формируемое понижающим трансформатором. В течение одного полупериода этого напряжения ключ открыт и пропускает ток в обоих направлениях. В следующий полупериод ключ закрыт и ток не пропускает. На управляемый вход ключа подают напряжение U_3 , формируемое фазовращателем.

Фильтр нижних частот Д4 используют для выделения постоянной составляющей тока, протекающего через ключ.

Сумматор Д5 выполняет операцию алгебраического сложения двух напряжений: U_5 , поступающего от фильтра нижних частот, и постоянного U_6 , формируемого автономным источником.

Согласно данным работы [4], подключение коммутационного ключа к фазовращателю и понижающему трансформатору обеспечивает выполнение следующего условия:

$$u_2 = \sqrt{2} U_2 \sin \omega t; \quad (6)$$

$$u_3 = \sqrt{2} U_3 \sin (\omega t + \varphi), \quad (7)$$

где u_2, u_3 — мгновенные значения напряжений, подаваемых на входы ключа Д3;

U_2, U_3 — действующие значения напряжений, подаваемых на входы ключа Д3;

ω — угловая частота сети;

t — время;

φ — угол сдвига фаз напряжений, подаваемых на входы ключа Д3, равный углу отклонения рычага датчика от вертикальной оси.

На основании уравнений (6) и (7), напряжение, действующее на выходе фильтра нижних частот, опишем следующим образом:

$$\begin{aligned} U_5 &= \frac{\sqrt{2}}{T} \int_0^{T/2} U_3 \sin (\omega t + \varphi) dt = \frac{\sqrt{2}}{T} U_3 \int_0^{T/2} (\sin \omega t \cos \varphi + \\ &+ \cos \omega t \sin \varphi) dt = \frac{\sqrt{2}}{T} U_3 \cos \varphi \int_0^{T/2} \sin \omega t dt + \frac{\sqrt{2}}{T} U_3 \sin \varphi \int_0^{T/2} \cos \omega t dt = \\ &= -\frac{2\sqrt{2}}{T} U_3 \cos \varphi = -k \cos \varphi = -k \cos \alpha. \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь $k = \frac{2\sqrt{2}}{T} U_3$ — коэффициент пропорциональности.

Принимая напряжение U_6 , поступающее от автономного источника, равным $k \cos \alpha_0$, получим

$$U_7 = U_6 + U_5 = \frac{2\sqrt{2}}{T} U_3 \cos \alpha_0 - \frac{2\sqrt{2}}{T} U_3 \cos \alpha, \quad (9)$$

где U_7 — напряжение, действующее на выходе устройства.

Из уравнения (8) видно, что предлагаемое устройство действительно реализует равенство (2), т. е. формирует электрический сигнал, линейно зависимый от толщины контролируемого пиломатериала.

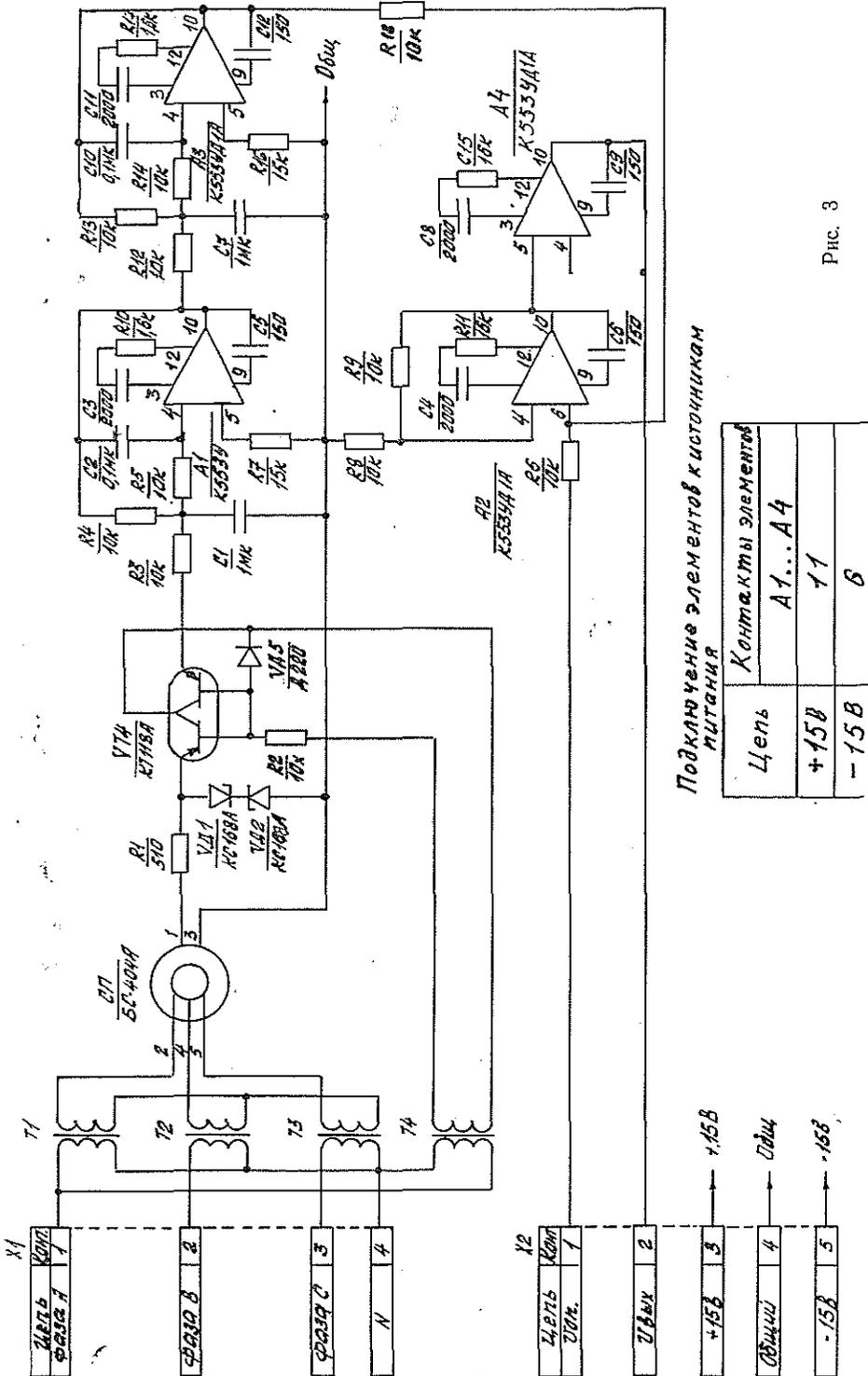


Рис. 3

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 3. В качестве фазовращателя применен сельсин-приемник типа БС-404А. Его роторная трехфазная обмотка включена при помощи трансформаторов Т1, Т2 и Т3 в промышленную трехфазную сеть. Со статорной однофазной обмотки снимается напряжение с постоянной амплитудой и сдвинутое по фазе относительно напряжения фазы А на угол, равный углу поворота ротора.

В качестве коммутационного ключа применена схема, выполненная на базе интегрального прерывателя типа КТ118А [3]. Для согласования входной цепи ключа с сетью используют понижающий трансформатор Т4, первичная обмотка которого включена между фазой А сети и нейтралью. Со вторичной обмотки снимается напряжение, которое выполняет функции опорного напряжения и подается на управляющий вход ключа.

Для преобразования переменного напряжения, снимаемого с выхода коммутационного ключа, в аналоговый сигнал используют двухзвенный фильтр нижних частот, выполненный на операционных усилителях А1 и А3. Суммирование двух напряжений (формируемого фильтром нижних частот и поступающего от автономного источника питания) производят при помощи схемы, выполненной на операционном усилителе А2. Для обеспечения малого выходного сопротивления устройства включен буферный каскад, при разработке которого применена схема повторителя напряжения, реализуемая с помощью операционного усилителя А4.

При разработке фильтра нижних частот, сумматора и буферного каскада использованы типовые схемные решения, подробно изложенные в работах [1, 5]. В качестве операционных усилителей применены интегральные схемы типа К553УД1А.

Питание устройства осуществляют стабилизированным напряжением $+15$ В и -15 В. Цепи питания подключают к контактам элементов схемы в соответствии с таблицей, приведенной на рис. 3.

Рассматриваемое устройство испытывали в лабораторных условиях. Оно имеет линейную характеристику (зависимость выходного напряжения от толщины контролируемого пиломатериала) и обеспечивает точность преобразования входной информации в аналоговый сигнал не менее 0,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ленк Дж. Руководство для пользователей операционных усилителей.— М., 1978. [2]. Маковский Н. В. Основы автоматизации деревообрабатывающего производства.— М., 1972. [3]. Николаенко Н. С. Проектирование транзисторных усилителей измерительных устройств.— Л., 1968. [4]. Потаповский И. Б., Гороховский А. К., Давлятшин А. К. Датчик составляющих синусоидального тока // Промышленная энергетика.— 1978.— № 10. [5]. Шило В. Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре.— М., 1979

Поступила 29 мая 1987 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ КАРБАМИДНЫХ СМОЛ
ТЕХНИЧЕСКИМИ ЛИГНОСУЛЬФОНАТАМИ
В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ*Л. П. КОВРИЖНЫХ, А. П. ШТЕМБАХ, И. Ф. КОЗЛОВСКИЙ,
А. А. ЭЛЬБЕРТ*

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время значительное внимание ученые уделяют использованию лигносульфонатов (ЛС) — вторичного сырья целлюлозного производства [6, 8]. Большое количество не утилизируемых технических ЛС представляет практически неисчерпаемый источник химического сырья.

Сложность использования их состоит в том, что прямое замещение традиционных синтетических смол ухудшает водостойкость древесностружечных плит (ДСП) [2]. Поэтому необходима направленная модификация ЛС.

На кафедре древесных пластиков и плит разработана композиция карбамидного связующего при содержании технических ЛС в количестве 20...30 % с персульфатом аммония [1]. Ранее была показана высокая эффективность применения $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ для отверждения карбамидных смол [4, 8]. В то же время лигносульфоновый комплекс довольно чувствителен к окислительному воздействию [5]. Под действием перекисных соединений в нейтральной или слабокислой среде в боковой цепи структурных единиц ЛС проходят реакции образования карбонильных и карбоксильных групп, фрагментация макромолекул и деме-токсильрование [5]. Одновременно протекают процессы полимеризации окисленных фрагментов по радикальному механизму с образованием новых, более водостойких углерод-углеродных связей [3, 5]. Образовавшиеся при окислении пропановой цепочки дополнительные карбонильные и гидроксильные группы могут взаимодействовать с реакционными группами карбамидной смолы, а окисленные фенольные фрагменты — с формальдегидом, выделяющимся при отверждении смолы, тем самым можно осуществить совместную поликонденсацию ЛС с карбамидной смолой.

В работе использовали карбамидоформальдегидную смолу КФ-МТ 60 %-ной концентрации, технические лигносульфонаты на Са-На основании Сяського ЦБК, аммониевом основании Балахинского ЦБК и натриевом основании Туринского ЦБК 42 %-ной концентрации. Персульфат аммония применяли в виде 20 %-ного водного раствора. С целью повышения жизнеспособности связующего раствор ЛС нейтрализовали едким натром до pH 6,5. Раствор персульфата добавляли в ЛС и смешивали с карбамидной смолой. Свойства отвержденного связующего изучали методами химического и физико-химического анализа.

На дериватограмме (ДТГ) совмещенного связующего отчетливо выражен пик эндотермического процесса отверждения в интервале 92...118 °С (рис. 1). По сравнению с контрольной смолой процесс отверждения проходит более глубоко, что подтверждают данные дифференциального термического анализа (ДТА) и гравиметрического анализа (ТГ). По данным ДТГ и ТГ были рассчитаны значения кажущейся энергии активации процесса отверждения [7], которые для смолы с хло-

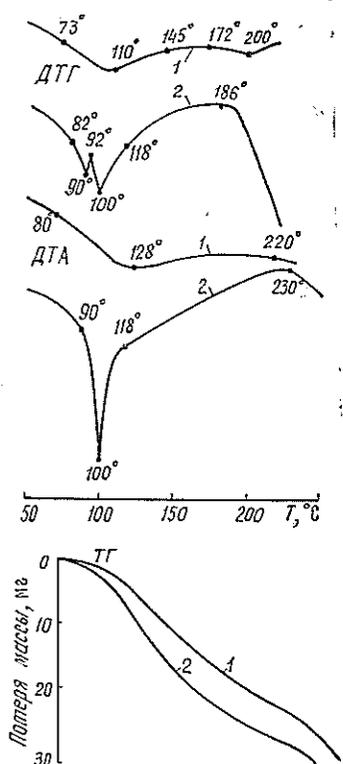


Рис. 1. Дериватограммы карбамидного связующего: 1 — КФ-МТ + 1 % NH_4Cl ; 2 — 70 % КФ-МТ + 30 % ЛС_{Ca-Na} + 2 % $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

ристым аммонием составили 60,2 кДж/моль, для совмещенного связующего — 47,2 кДж/моль.

Условия снятия дериватограмм: навеска высушенного под вакуумом связующего 100 мг, $T_{\text{max}} = 250^\circ\text{C}$, скорость нагрева $5^\circ/\text{мин}$, масштаб ТГ 50 мг, чувствительность ДТГ и ДТА — 1/5, среда — воздух, инертное вещество — Al_2O_3 . Рассматривали влияние количества персульфата аммония на скорость и степень отверждения связующего, содержащего 20 % ЛС на смешанном Ca-Na основании и 80 % смолы КФ-МТ.

Результаты определения количества водорастворимых веществ в связующем, отвержденном в течение 5 мин при температуре 100°C , приведены в табл. 1.

Таблица 1
Влияние количества $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ на свойства совмещенного связующего

Композиция связующего	Количество $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, %	Продолжительность желатинизации		Содержание водорастворимых веществ, %, после термообработки при 100°C в течение 5 мин
		с. при 100°C	ч. при 20°C	
100 % КФ-МТ + 1 % NH_4Cl	—	67	12,0	18,0
100 % КФ-МТ	2	28	3,0	18,3
20 % ЛС + 80 % КФ-МТ	1	94	12,0	19,2
	2	68	9,0	19,6
	3	60	6,0	19,6
	4	51	2,0	24,3
	5	50	1,5	25,0

В качестве контроля была принята смола КФ-МТ с отвердителем 1 % NH_4Cl и смола с 2 % $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Продолжительность желатинизации резко снизилась при введении 2 % персульфата аммония в композицию совмещенного связующего. Дальнейшее увеличение его содержания в связующем в меньшей степени влияет на скорость отверждения. Количество водорастворимых веществ стабилизировалось на уровне 19 %. Поскольку с увеличением содержания $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ резко уменьшается жизнеспособность связующего, в дальнейших исследованиях мы применяли модификатор в количестве 2 % от массы связующего.

Результаты исследований показали, что, независимо от вида ЛС, применение персульфата аммония значительно ускоряет отверждение связующего по сравнению с хлористым аммонием (табл. 2).

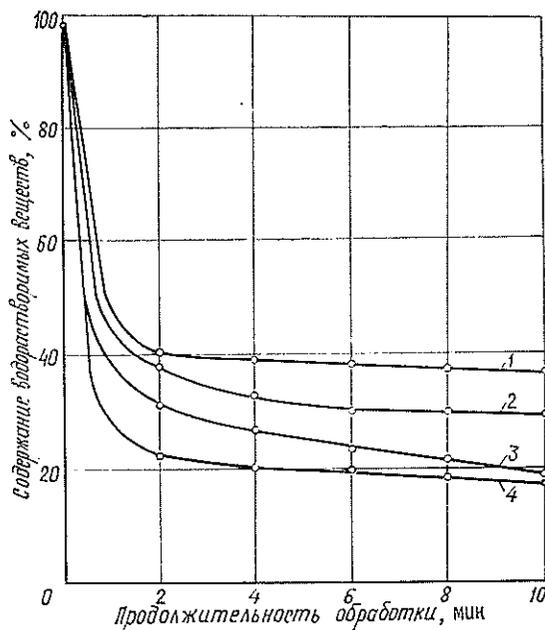
Таблица 2

Влияние количества и вида лигносульфоната (ЛС) на скорость отверждения совмещенного связующего

Содержание ЛС в связующем, %	Продолжительность желатинизации, с, при 100 °С в зависимости от вида ЛС и отвердителя					
	Исходная смола		ЛС _{Ca-Na}		ЛС _{NH₄}	ЛС _{Na}
	1 % NH ₄ Cl	2 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	1 % NH ₄ Cl	2 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	2 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	2 % (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈
10	—	—	78	35	37	46
20	—	—	95	68	67	63
30	—	—	138	68	83	68
40	—	—	234	97	99	121
50	—	—	360	140	114	170
100 % КФ-МТ	67	28	—	—	—	—

Содержание низкомолекулярной фракции в образцах отвержденного связующего зависит от количества в нем ЛС (рис. 2). При введении 20...30 % ЛС содержание водорастворимых веществ в карбамидном связующем сохраняется на уровне контрольной смолы с хлористым аммонием после термообработки при 100 °С. Поэтому существует возможность замещения до 30 % карбамидных смол лигносульфонатом во внутреннем и наружных слоях ДСП.

Рис. 2. Влияние продолжительности обработки при температуре 100 °С на содержание водорастворимых веществ в карбамидном связующем с различным содержанием лигносульфонатов (отвердитель — 2 % (NH₄)₂S₂O₈): 1 — 50 % КФ-МТ + 50 % ЛС; 2 — 70 % КФ-МТ + 30 % ЛС; 3 — 80 % КФ-МТ + 20 % ЛС; 4 — 100 % КФ-МТ + 1 % NH₄Cl



Исследования показали, что связующее с ЛС обладает хорошей клеящей способностью, которую определяли методом отрыва двух склеенных в прессе образцов березового шпона (табл. 3). После кондиционирования образцы приклеивали к металлическим пластинам и испытывали на отрыв. Удельный расход связующего 20 г/м². Температура склеивания 120 °С.

Высокие значения адгезии связующего к древесине и результаты исследования его процесса отверждения показали возможность реальной замены 20...30 % карбамидных смол в производстве ДСП (табл. 4). Были изготовлены трехслойные плиты из древесины березы.

Таблица 3
Влияние композиции связующего с 2% $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ на прочность склеивания с древесиной

Содержание ЛС, %	Разрушающее напряжение при сдвиге, МПа, в зависимости от вида ЛС		
	ЛС Са-На	ЛС NH_4	ЛС На
10	7,0	6,8	6,9
20	7,0	6,7	6,8
30	6,9	6,7	6,7
40	6,9	6,6	6,7
50	6,6	6,3	6,5
70	5,7	5,2	5,5
100 % КФ-МТ + 1 % NH_4Cl	6,3	6,5	6,0

Таблица 4

Физико-механические свойства трехслойных ДСП на основе модифицированного связующего с 2% $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (продолжительность прессования 0,3 мин/мм)

Содержание лигносульфоната, %		Температура прессования, °С	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа, при		Набухание, %	Водопоглощение, %
Наружные слои	Внутренний слой			статическом изгибе	растяжении перпендикулярно поверхности		
20	20	150	710	24,3	0,47	16,5	62
20	30	125	720	24,0	0,31	18,2	65
		140	710	25,7	0,40	15,4	60
		150	700	25,8	0,62	13,5	62
		160	700	23,8	0,67	14,4	60
КФ-МТ + +1 % NH_4Cl		150	700	24,5	0,33	23,1	72
		160	710	25,5	0,60	20,0	70

Содержание связующего во внутреннем слое 10 %, в наружных слоях — 15 %. Полученные плиты имели достаточно высокие значения прочности и водостойкости даже при сниженной температуре прессования.

Разработанное совмещенное связующее обеспечивает плитам пониженную токсичность. Эмиссию формальдегида из плит определяли в лаборатории методом ВКІ и по методике Минздрава СССР в Ростовском медицинском институте. По данным института, плиты с 20 % лигносульфоната и персульфатом аммония через месяц после изготовления выделяют формальдегид в количестве $0,028 \pm 0,002$ мг/м³ воздуха, контрольные плиты с хлористым аммонием — $0,047 \pm 0,004$ мг/м³, т. е. отмечено снижение уровня эмиссии формальдегида в 1,7 раза. Данные ВКІ также показали, что плиты с ЛС имеют токсичность в 2 раза ниже контрольных образцов.

Таким образом, при замещении 20...30 % карбамидной смолы техническими лигносульфонатами в присутствии персульфата аммония удается получить эффективное связующее, обеспечивающее плитам прочность и водостойкость в соответствии с требованиями действующего стандарта, а также снижение выделения формальдегида при их эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1219614 СССР, 4С 08L 61/24. Композиция для древесностружечных плит / А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, В. В. Васильев и др. (СССР).— № 3644100/23—25; Заявлено 17.11.83; Опубл. 23.03.86, Бюл. № 11 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 12. [2]. Дорониц Ю. Г., Кондратьев В. П., Герасимова В. П. Сниже-

ние расхода карбамидных связующих в производстве древесностружечных плит // Деревообработ. пром-сть.— 1983.— № 3.— С. 11—13. [3]. Нонхилбел Д., Теддер Д., Уолтон Д. Радикалы.— М.: Мир, 1979.— 344 с. [4]. Рошмаков Б. В., Эльберт А. А. Кинетика и механизм отверждения карбамидных смол в присутствии инициаторов свободнорадикального типа // Лесн. журн.— 1982.— № 1.— С. 97—103. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Сарканен К. В., Людвиг К. Х. Лигнины.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 632 с. [6]. Сергеева В. Н. Возможности использования отходов химической переработки древесины — лигносульфонатов и гидролизного лигнина // Перспективы использования древесины в качестве органического сырья.— Рига, 1982.— С. 105—125. [7]. Уэндландт У. Термические методы анализа.— М.: Мир, 1978.— 526 с. [8]. Эльберт А. А. Химическая технология древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 224 с.

Поступила 21 мая 1987 г.

УДК 630*824.81/82 : 674.815-41

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА КАРБАМИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

В. В. ТЕЛЕЖКИН, Е. И. КАРАСЕВ, В. Е. ЦВЕТКОВ

Московский лесотехнический институт

Долговечность клеевых соединений древесины зависит от внутренних напряжений в клеевом шве. Значительные внутренние напряжения приводят к ускоренному старению и преждевременному разрушению клеевых конструкций и древесных композиционных материалов [10]. Существующие традиционные методы снижения внутренних напряжений с помощью пластифицирующих добавок приводят к снижению когезионной прочности клея, что крайне нежелательно.

В данной статье рассмотрен метод физической модификации карбамидного олигомера, приводящий к снижению внутренних напряжений с одновременным приростом прочности.

Методика проведения экспериментов

Метод физической модификации карбамидных олигомеров заключается в механической активации раствора олигомера на специальной дезинтеграторной установке [5—7]. В процессе дезинтеграторной обработки раствор олигомера подвергают многократному воздействию мощных механических импульсов. Линейная скорость соударения капель раствора олигомера с рабочими органами установки достигает 150 м/с.

Объект изучения в данной работе — карбамидный олигомер марки КФ-МТ, мольное отношение карбамида к формальдегиду 1 : 1,3. Олигомер широко применяют в производстве древесностружечных плит. Раствор олигомера обладает следующими физико-химическими свойствами: концентрация — 66 %; вязкость по вискозиметру ВЗ-4 — 35 с; водородный показатель рН — 7,1; время гелеобразования при 100 °С — 65 с; содержание свободного формальдегида — 0,25 %.

Процесс гелеобразования изучали с помощью ротационного вискозиметра REOTEST. В раствор олигомера вводили отвердитель (щавелевую кислоту). (Здесь и во всей работе применяли 10 %-ный ее раствор). Приготовленную клеевую массу загружали в термостабируемый стакан вискозиметра и затем подключали стакан к коаксиальному ротору. Температуру клеевой смеси поддерживали постоянной в течение всего опыта (25 °С).

Величину внутренних напряжений определяли консольным методом. Для этого из березового шпона толщиной 1,2 мм вырезали полоски шириной 8 мм и определяли их модуль упругости. Затем на полоски шпона наносили раствор олигомера с отвердителем. Первое измерение стрелы прогиба консольно-закрепленной пластины производили через 5 ч, далее ежесуточно — на протяжении двух недель.

Клеящую способность определяли на березовых образцах, вырезанных из массивной древесины и представляющих собой пластины, склеенные внахлестку. Длина нахлестки составляла 15 мм, ширина склеенных пластин — 20 мм. На концы образцов приклеивали накладки толщиной, равной толщине склеенных пластин, что предотвращало возникновение значительных изгибающих моментов при испытании. Склеивание производили при температуре 25 °С, образцы выдерживали под давлением в течение 5 ч, давление составляло 0,4 МПа. Испытание производили через 7 сут после склеивания.

Теплоту отверждения карбамидного олигомера определяли на термосном калориметре, оснащённом батареей термопар, усилителем сигнала, регистрирующим милливольтометром.

Результаты измерений

Нами изучено влияние механической активации на процесс гелеобразования карбамидного олигомера. На рис. 1 представлены зависимости, характеризующие изменение вязкости в ходе отверждения.

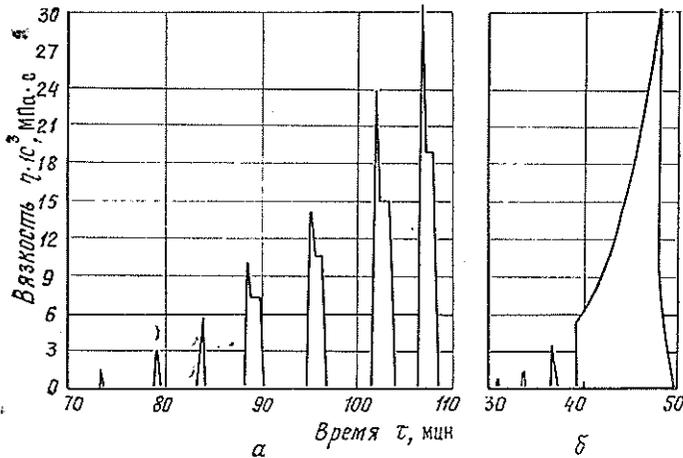


Рис. 1. Нарастание вязкости карбамидного олигомера в процессе отверждения: *a* — контрольный олигомер; *b* — механомодифицированный. Скорость ротации 5 об/мин

С целью выявления тиксотропных свойств отверждающегося олигомера определена вязкость олигомера как контрольного, так и механоактивированного в зависимости от величины напряжения сдвига на

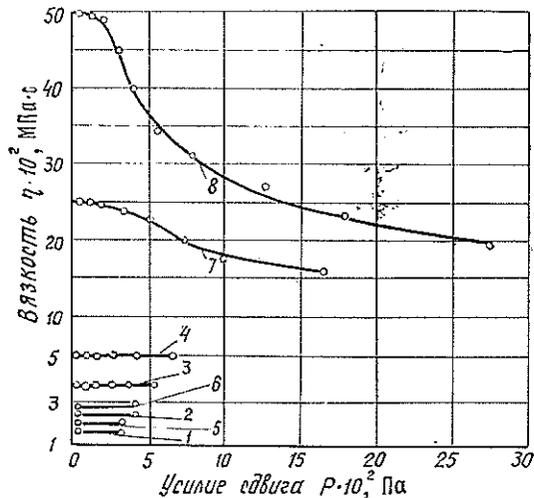


Рис. 2. Проявление карбамидным олигомером тиксотропных свойств на различных стадиях отверждения: 1, 2, 3, 4 — контрольный олигомер; 5, 6, 7, 8 — механомодифицированный

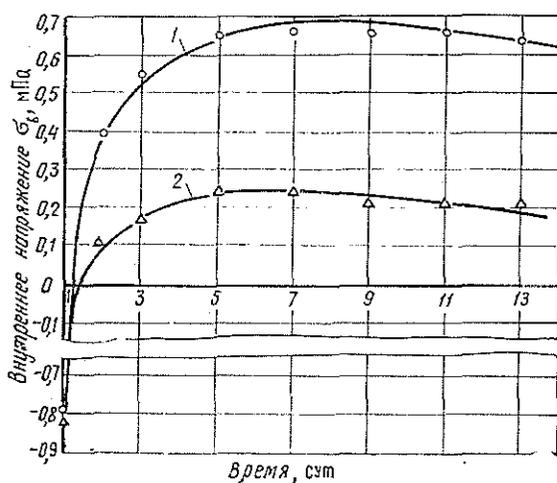


Рис. 3. Динамика изменения внутренних напряжений в клеевой паре шпон — олигомер: 1 — контрольный; 2 — механомодифицированный

различных этапах отверждения (рис. 2). Результаты измерения внутренних напряжений представлены на рис. 3.

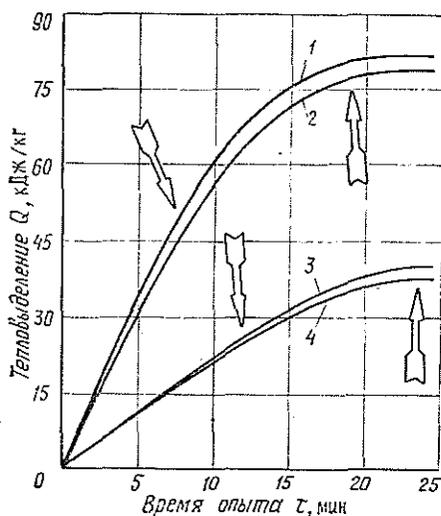
Олигомер	Прочность клеевого соединения	
	Средняя арифметическая величина, МПа	Показатель точности среднего значения
Контрольный	1,35	3,25
Механомодифицированный	2,00	2,98

Примечание. В обоих случаях число опытных образцов 20.

Экспериментальные данные по определению прочности клеевых соединений представлены в таблице. Точность опытов характеризуется показателем точности среднего значения.

Кинетика химического взаимодействия функциональных групп в карбамидном олигомере при отверждении совместно с определением момента гелеобразования на кривой тепловыделения представлена на рис. 4.

Рис. 4. Экзотерма отверждения карбамидного олигомера: 2, 4 — контрольного с количеством отвердителя соответственно 2 и 1,4 %; 1, 3 — механомодифицированного с количеством отвердителя соответственно 2 и 1,4 %; стрелками обозначен момент гелеобразования



Анализ результатов

Как видно из рис. 1, механомодификация карбамидного олигомера приводит к сокращению времени отверждения. Из литературных источников [1, 3, 7] можно предположить, что причиной сокращения времени гелеобразования служит образование новых активных функциональных групп или увеличение полярности имеющихся. Однако это справедливо лишь в том случае, если надмолекулярная организация контрольного и механомодифицированного олигомеров тождественна. Убедиться, что сокращение времени отверждения обусловлено химической структурой олигомера, не представляет труда.

Нами проведены калориметрические опыты, где экзотерму отверждения карбамидного олигомера рассматривали как кинетическую зависимость. В соответствии с результатами опыта (рис. 1) следовало ожидать существенной разницы как в скорости тепловыделения, так и в суммарном тепловом эффекте. (Это имеет место, если олигомер отверждается при различной концентрации отвердителя). Однако проведенный эксперимент показал (рис. 4), что ни в скорости, ни тем более в энтальпии отверждения нет заметных различий между контрольным и механоактивированным олигомерами.

Полученный результат приводит к выводу, что скорейшее нарастание вязкости в механомодифицированном олигомере вызывают не химические реакции, а процессы взаимодействия надмолекулярных образований, которые и образуют пространственную трехмерную структуру.

Помимо регистрации тепловыделения в процессе отверждения фиксировали момент гелеобразования и устанавливали связь между моментом гелеобразования и степенью превращения функциональных групп. Как видно из рис. 4, контрольный олигомер переходит в отвержденное состояние при степени превращения 90...98%, а механомодифицированный — при 60...70%.

Из этого следует, что в механомодифицированном олигомере процесс отверждения ускоряется за счет скорейшего взаимодействия надмолекулярных агрегатов (глобул), размеры которых в активированном олигомере в 2...3 раза меньше, чем в контрольном [9]. Справедливость высказанных положений подтверждается еще и тем, что инфракрасные спектры контрольного и механомодифицированного олигомеров как в жидком, так и в отвержденном состоянии полностью совпадают.

Следовательно, обретаемые в результате активации свойства определяются именно надмолекулярной структурой олигомера. Из рис. 4 следует также и то, что в механомодифицированном олигомере возникают взаимопроникающие сетки, поскольку химические реакции, а следовательно, и надмолекулярная структура продолжает формироваться еще долго после момента гелеобразования.

Это означает, что надмолекулярные образования в механомодифицированном олигомере встраиваются в трехмерную сетку в весьма широком интервале времени, что способствует сокращению малых периодов релаксации внутренних напряжений [4, 8]. На макроуровне этот процесс должен проявиться в развитии тиксотропных свойств в ходе отверждения механомодифицированного олигомера.

На рис. 2 показана зависимость вязкости от напряжения сдвига для контрольного и механомодифицированного олигомеров в процессе их отверждения. В исследованном интервале времени отверждения и напряжений сдвига в контрольном олигомере не обнаружено тиксотропных свойств, в то время как в механомодифицированном они ярко выражены [2, 8]. Следовательно, возникновение взаимопроникающих структур в отверждающемся олигомере (рис. 4) и наличие тиксотропных

свойств (рис. 2) в конечном итоге обуславливают снижение внутренних напряжений в отвержденном механомодифицированном олигомере по сравнению с контрольным (что видно из рис. 3).

Обратим внимание на рис. 1, а именно на характер временных зависимостей в процессе ротации. Так, в отверждающемся контрольном олигомере под действием вращающегося ротора происходит разрушение трехмерной сетки из макроагрегатов, что указывает на низкую энергию связи глобул между собой. В механомодифицированном олигомере, несмотря на непрерывную ротацию, наблюдается стремительный рост вязкости. Это говорит о том, что энергия взаимодействия глобулярных агрегатов в механомодифицированном олигомере настолько велика, что внешние механические воздействия не в состоянии нарушить образующейся трехмерной сетки.

Из сказанного следует, что можно ожидать большую прочность склеивания там, где энергия межагрегатных связей выше еще на стадии отверждения. Данное положение подтверждается экспериментальными результатами, приведенными в таблице.

Таким образом, в результате механомодификации карбамидных олигомеров сокращается время гелеобразования. Механомодификация приводит к изменению механизма отверждения олигомера и образования пространственной структуры, но не оказывает влияния на химическое строение олигомера, а все изменения происходят на надмолекулярном уровне. Внутренние напряжения в отвержденном механомодифицированном олигомере меньше, а прочность склеивания выше, чем в контрольном.

Все это позволяет считать метод механомодификации карбамидных олигомеров перспективным для повышения физико-механических характеристик клеевых соединений древесины и древесных композиционных материалов на их основе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барамбойми Н. К. Механохимия высокомолекулярных соединений.— М.: Химия, 1971.— 364 с. [2]. Зубов П. И., Сухарева Л. А. Структура и свойства полимерных покрытий.— М.: Химия, 1982.— 256 с. [3]. Казале А., Портёр Р. Реакции полимеров под действием напряжений.— Л.: Химия, 1983.— 440 с. [4]. Липатов Ю. С. Будущее полимерных композиций.— Киев: Наукова думка, 1984.— 134 с. [5]. СКТБ «Дезинтегратор» УДА-технология: Тез. докл. семинара.— Таллин, 8—10 сент. 1982 г.— 48 с. [6]. СКТБ «Дезинтегратор» УДА-технология: Тез. докл. 2-го семинара.— Таллин, 6—8 сент. 1983 г.— 116 с. [7]. СКТБ «Дезинтегратор» ТПО «Пигмент» УДА-технология: Тез. докл. 3-го семинара 4—6 сент. 1984 г.— 124 с. [8]. Сухарева Л. А. Долговечность полимерных покрытий.— М.: Химия, 1984.— 240 с. [9]. Тележкин В. В., Карасев Е. И., Цветков В. Е. Влияние механомодификации на оптические свойства карбамидных олигомеров // Технология древесных плит и пластиков: Науч. тр. МЛТИ, 1986.— Вып. 179. [10]. Фрейдин А. С., Вуба К. Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 224 с.

Поступила 23 марта 1987 г.

УДК 630*813 : 0.867

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ

Н. И. БОГДАНОВИЧ

Архангельский лесотехнический институт

Тепловые расчеты процессов пиролиза древесины выполняют при определении теплового эффекта реакций термического разложения и связанных с ним затрат теплоносителя. Исходные данные для расчета: высшая теплота сгорания, элементный состав, влажность и зольность

сырья, выход и состав продуктов пиролиза [1—3]. Обычно при расчетах используют методику, предложенную В. Н. Козловым [3]. Однако указанная методика не учитывает баланса элементов, изменений теплоемкости при нагреве сырья и продуктов и др. Ее нельзя использовать при машинных расчетах.

Как следует из первого начала термодинамики, тепловой эффект любых процессов не зависит от пути протекания и однозначно определяется начальным и конечным состояниями системы. Применительно к процессам пиролиза тепловой эффект определяется лишь выходом и составом парогазов и коксового остатка, а также их температурой на выходе из реактора. Теплоту подобного сложного процесса можно найти по данным материального баланса и теплотам сгорания ΔH_i единиц массы сырья и продуктов. Если на пиролиз израсходована масса G_d древесного сырья и получены G_1, G_2, \dots, G_k продуктов, то теплота такого процесса

$$\Delta H_{T_1}^0 = G_d \Delta H_d^0 - \sum_{i=1}^k G_i \Delta H_i^0. \quad (1)$$

Уравнение (1) применимо для расчета процессов, протекающих в стандартных условиях. Оно не учитывает фазовых превращений, имеющих место в реальных процессах термического разложения древесного сырья, а также изменений теплосодержания системы с изменением температуры. Учесть влияние фазовых переходов, так же как и изменения теплоемкости реагирующей системы, можно на основе известного уравнения Кирхгофа, которое в данном случае имеет вид:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{T_1}^0 - \left(W r_w + \sum_{i=1}^k G_i r_i \right) - \int_{T_0}^T \Delta c_p dT. \quad (2)$$

Второе слагаемое в уравнении (2) характеризует затраты тепла на испарение влаги древесины и образовавшихся жидких продуктов при температуре фазовых переходов T_{ϕ} . Третье слагаемое информирует о тепловом эффекте нагрева исходного древесного сырья от начальной температуры T_0 до температуры T_{ϕ} и на перегрев образовавшихся продуктов до температуры их вывода из реактора T .

Так как не всегда можно точно определить выход и состав индивидуальных продуктов G_i , то расчет следует вести, основываясь на выходе лишь некоторых, наиболее массовых компонентов, с определением элементного состава и выхода «остальных» из баланса элементов. Следовательно, остальные вещества будем характеризовать брутто-формулой $C_n H_m O_k$. В случае газификации, окислительного пиролиза или сжигания при подсчете необходимо учитывать только газообразные компоненты и недожег.

В литературе [3, 5, 8] можно найти справочные данные по теплотам сгорания древесины и некоторых продуктов пиролиза. Однако для большинства продуктов они не систематизированы или вовсе отсутствуют. Поэтому при расчете теплотворной способности часто приходится пользоваться приближенными формулами [7], из которых формула Менделеева, предложенная для органических топлив, дает наиболее точные результаты:

$$\Delta H_i^0 = 339 C + 1256 H - 109 (O - S) \text{ кДж/кг}. \quad (3)$$

По формуле (3) рассчитываем высшую теплоту сгорания как остальных веществ, так и известных по их элементному составу.

Для решения подынтегральных выражений в уравнении (2) необходимо задаться температурой T_{ϕ} , при которой начинается и заканчи-

вается активный пиролиз, протекающий в реальных условиях в широком интервале температур. Поэтому сделанное допущение о температуре «фазовых переходов» T_{ϕ} условно, однако оно необходимо для проведения расчетов. В качестве условной температуры превращения предлагаем задаться 300°C , так как до этой температуры в условиях медленного нагрева образуется около половины всех парогазовых продуктов. Тогда решение подынтегрального выражения уравнения (2) в определенном температурном интервале от T_0 до T можно представить в виде суммы слагаемых:

$$\int_{T_0}^T \Delta c_p dT = G_d \int_{T_0}^{T_{\phi}} c_d dT + \sum_{i=1}^k G_i dT = G_d (300 c_d^{300} - T_0 c_d^0) + G_z (T c_z^t - T_0 c_z^0) + W (100 c_w^{100} - T_0 c_w^0 + T c_n^t - 100 c_n^{100}) + \sum_{i=1}^k G_i (T c_i^t - 300 c_i^{300}), \quad (4)$$

где c — средняя удельная теплоемкость.

Температуру T в уравнении (4) желательно выражать в градусах Цельсия. Индекс «0» означает, что параметр взят при температуре T_0 , индекс «t» — при температуре T . Индексы «д, з, н» относят данный параметр соответственно к древесине, воде, золе и водяному пару.

Объединив уравнения (2) и (4), после несложных преобразований получаем значение теплового эффекта в виде уравнения теплового баланса, удобного для практического использования:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{T1}^0 - G_d (300 c_d^{300} - T_0 c_d^0) - G_z (T c_z^t - T_0 c_z^0) - W (100 c_w^{100} - T_0 c_w^0 + T c_n^t - 100 c_n^{100} + r_w) - \sum_{i=1}^k G_i (r_i + T c_i^t - 300 c_i^{300}). \quad (5)$$

Для расчета ΔH_T^0 по уравнению (5) необходимо знать выход продуктов пиролиза, содержание влаги и золы в расчете на единицу органической массы сырья (лучше на 100 кг), а также высшую теплотворную способность этих продуктов и их средние теплоемкости в трех интервалах температур: T_0 , $T_{\phi} = 300^{\circ}\text{C}$ и T . В случае низкой зольности сырья третьим слагаемым в уравнении (5) можно пренебречь.

Недостаточно изучено влияние температуры на значения теплоемкости сырья, смолы и угля, необходимые для машинного расчета ΔH_T^0 по уравнению (5). Не сложилось пока единого мнения относительно температурной зависимости теплоемкости древесины и ее компонентов [10]. Практически нет сведений по теплоемкости паров смолы в период их вывода из реакционной зоны и из реактора. Недостаточно данных для расчета теплоемкости древесного угля. Учитывая сложность и изменчивость состава названных выше продуктов, вычислить точное значение их теплоемкости не представляется возможным. Поэтому приходится довольствоваться приближенными эмпирическими или вычисленными данными.

Однако необходимо отметить, что энтальпийная составляющая единиц массы сырья и продуктов, связанная с изменением теплоемкости, составляет лишь несколько (по нашим данным 3...3,5) процентов от теплоты их сгорания и испарения. Поэтому ошибка на 10 % в расчете подынтегрального выражения в уравнении (2) повлечет за собой ошибку в определении теплового эффекта на 0,3...0,35 %, что вполне допустимо при инженерных расчетах. Вместе с тем точное вычисление значения ΔH_{T1}^0 необходимо, а значит накладываются жесткие ограничения на достоверность информации о теплоте сгорания сырья и продуктов.

С учетом имеющихся данных, для расчета средних удельных теплоемкостей мы предлагаем пользоваться следующими формулами:

$$c_d^t = 1,11 + 4,85 \cdot 10^{-3} T \text{ кДж/кг К}; \quad (6)$$

при $T \leq 300 \text{ }^\circ\text{C}$

$$c_y^t = 1,48 + 1,09 \cdot 10^{-3} T - 4,55 \cdot 10^{-7} T^2 \text{ кДж/кг К}; \quad (7)$$

при $T > 300 \text{ }^\circ\text{C}$

$$c_c^t = 1,62 + 2,80 \cdot 10^{-3} T \text{ кДж/кг К}; \quad (8)$$

$$c_i^t = \left[A_0 + A_1 \frac{T}{1000} + A_2 \left(\frac{T}{1000} \right)^2 + A_3 \left(\frac{T}{1000} \right)^3 + \right. \\ \left. + A_{-2} \left(\frac{T}{1000} \right)^{-2} / M_1 \right] \text{ кДж/кг К}, \quad (9)$$

где T — абсолютная температура, К;

M — молекулярная масса индивидуального компонента.

Учитывая линейность уравнения (6), предложенного Данлоком для расчета истинной теплоемкости абс. сухой древесины [10], его можно рекомендовать и для расчета средней удельной теплоемкости в температурном интервале до $300 \text{ }^\circ\text{C}$. Для расчета средней теплоемкости угля по уравнению (7) были использованы экспериментальные данные, полученные Левиным [6]. При выводе уравнения (8) для определения теплоемкости смолы математически обрабатывали данные, учитывающие ее состав при отборе из реторты. Теплоемкость золы, рассчитанная по уравнению (9), — аддитивная величина ее состава [4]. Значения коэффициентов $A_0, A_1 \dots$ в уравнении теплоемкости c_i^t для некоторых индивидуальных продуктов пиролиза можно позаимствовать из справочных данных [9]. Однако необходимо иметь в виду, что уравнение (9) справедливо в температурном интервале до 1000 К . И лишь для неконденсируемых газов и водяного пара уравнение можно экстраполировать в область более высоких температур. Поэтому в расчетах процессов окислительного пиролиза, газификации и сжигания данное уравнение применимо практически без ограничений.

Порядок расчета теплового эффекта пиролиза по уравнению (5) должен быть следующим. Первоначально по данным материального баланса рассчитывают выход и брутто-формулу «остальных» компонентов пиролиза. Зная теплоту сгорания индивидуальных и суммарных продуктов, а при необходимости используя формулы, в которых ΔH_i^0 связывают с элементарным составом (формула (3)), рассчитывают тепловой эффект $\Delta H_{\text{тп}}^0$. По уравнению (5) вычисляют алгебраические суммы, характеризующие затраты тепла на нагрев древесины до температуры фазовых переходов $T_{\text{ф}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ (второе слагаемое); на нагрев золы до температуры T (третье слагаемое); на нагрев, испарение воды, содержащейся в сырье, и перегрев образовавшихся паров до температуры T (четвертое слагаемое). После этого вычисляют выражение, находящееся под знаком суммы. При ручном счете эту процедуру удобнее свести в таблицу. При машинном счете после каждого цикла вычисления результаты поступают в накопитель данных.

Несмотря на кажущуюся простоту и универсальность предложенного метода, его применение накладывает определенные требования к экспериментам и анализам. Во-первых, необходима уверенность в данных о выходе и составе продуктов пиролиза, особенно угля, смолы и реакционной воды. Во-вторых, необходимо знать элементарный состав суммарных и индивидуальных продуктов, по которым ведется расчет.

Однако отмеченные ограничения в большей мере нивелируются расчетом «разных» веществ, что делает его более корректным по сравнению с имеющимися методами расчета.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жоров Ю. М. Термодинамика химических процессов.— М.: Химия, 1985.— 464 с. [2]. Козлов В. Н. Пиролиз древесины.— М.: Изд-во АН СССР, 1952.— 284 с. [3]. Козлов В. Н., Нимвицкий А. А. Технология пирогенетической переработки древесины.— М.; Л.: Лесн. пром-сть, 1954.— 620 с. [4]. Коробкин В. Н. Углежжение, теория и практика.— Москва; Свердловск: Металлургиздат, 1948.— 340 с. [5]. Лазорин С. Н., Скрипник Е. А. Каменноугольная смола, получение и переработка.— М.: Металлургия, 1985.— 118 с. [6]. Левин Э. Д. Теоретические основы производства древесного угля. М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 151 с. [7]. Равич М. Б. Эффективность использования топлива.— М.: Наука, 1981.— 344 с. [8]. Справочник лесохимика.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 372 с. [9]. Справочник нефтехимика. Т. 1 / Под ред. С. К. Огородникова.— Л.: Химия, 1978.— 496 с. [10]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины.— М.: Наука, 1968.— 256 с.

Поступила 5 мая 1987 г.

УДК 674.817-41.001.5

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

*И. М. ГРОШЕВ, В. Н. МАРЦУЛЬ, С. В. ЧИРУН,
Т. В. СУХАЯ*

Белорусский технологический институт

Решение вопросов охраны окружающей среды и комплексного использования древесного сырья в производстве древесноволокнистых плит (ДВП) связано с очисткой сточных вод и созданием на ее основе замкнутой системы водооборота. Несмотря на сходство с целлюлозно-бумажным и гидролизным производствами, технология ДВП характеризуется специфическим сочетанием операций с различными по виду и интенсивности воздействиями на древесину: механическими, гидро- и пьезотермическими, химическими и другими. Это определяет особый состав и свойства сточных вод, сбрасываемых при производстве ДВП, эффективность их очистки различными методами. Известно, что загрязнения, содержащиеся в этих водах, образуют сложную дисперсную систему с широким спектром загрязнений: от низко- до высокомолекулярных соединений, от растворенных до взвешенных частиц различного размера [2].

Очистка в системе замкнутого водопотребления должна обеспечить удаление грубодисперсных и коллоидных частиц. Этому требованию отвечают механические и физико-химические методы очистки, представляющие собой процесс разделения (фракционирования) дисперсной системы на дисперсную фазу и дисперсную среду. Выбор того или иного способа очистки определяется требованиями к качеству очищенной воды, степени дисперсности загрязнений, их составом и концентрацией. В связи с этим в данной работе проведено сравнение эффективности различных способов фракционирования сточных вод производства ДВП.

В экспериментах использовали воду, сбрасываемую цехом ДВП производственного объединения Витебскдрев (перелив из бассейна оборотной воды), с содержанием сухого остатка 5400 мг/л и значением рН 4,5. Цех оснащен линией «Земак-10», выпускает плиты марки Т-400, перерабатывает преимущественно листовую древесину (70 %) с содержанием коры 7 %, гнили — 2 %, объем сточных вод 17...18 м³ на 1 т плит.

Фракционирование сточных вод проводили с использованием капронового сита № 55 к, стеклянных пористых фильтров со средними размерами пор 160, 100, 40

и 16 мкм. Фракционный состав волокнистых частиц, задержанных на сите, определяли по методике, сущность которой заключается в измерении с помощью микроскопа и фотографирования окрашенных раствором хлор-цинк-йода волокон. На основании результатов измерений построена дифференциальная кривая распределения волокон по длине*.

Загрязнения в поле центробежной силы осаждали на центрифуге ЦВР-1. С целью сравнения молекулярно-массового распределения коллоидные вещества после их растворения в диметилсульфоксиде фракционировали на колонке (размером $1,1 \times 36,7$ см), заполненной гелием Сефадекса G-75. Дзета-потенциал определяли методом микроэлектрофореза [4]. Мутность измеряли с помощью фотоколориметра ФЭК-56М при длине волны 670 нм [6]. Эффективную дозировку полиэлектролита (пороговую концентрацию) определяли по кривой изменения мутности воды в зависимости от расхода полиэлектролита [5].

Фракционирование показало, что капроновым ситом № 55 к задерживается 1,1 % веществ от массы сухого остатка исследуемой воды (фракция 1) или 88,5 % волокна, содержащегося в воде. Частицы размером 16...160 мкм (фракционирование на стеклянных фильтрах) составляют 53 % (фракция 2). Остальные загрязнения представлены растворимыми соединениями и коллоидами (фракция 3).

Фракция 1 содержит 65...70 % волокнистых частиц длиной 100...200 мкм, 5...12 % — длиной 250...600 мкм и менее 5 % от массы фракции — длиной более 600 мкм (рис. 1).

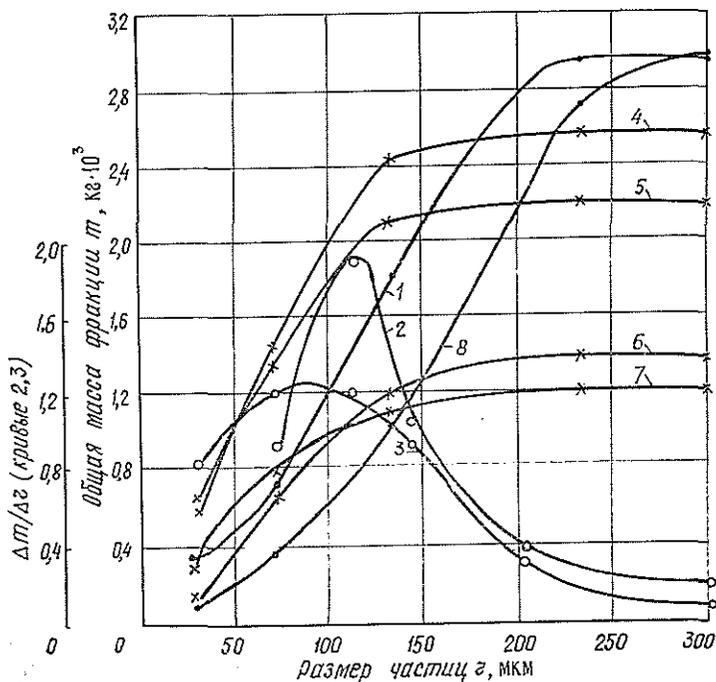


Рис. 1. Интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам: 1 — исходная вода; 2 — фракция 1; 3 — фракция 2; 4, 5, 6, 7 — фугат, полученный соответственно при 6000 мин^{-1} , 11000 , 1600 и 22000 мин^{-1} ; 8 — исходная вода, обработанная 200 мг/л ВПК-402

Фракция 2 представлена главным образом частицами неволокнистой природы. Как установлено химическим анализом [3], эти частицы

* Авторы благодарят сотрудников УкрНПОбумпрома канд. техн. наук В. П. Свительского и Ю. К. Погромского за предоставление методики микроскопического анализа фракционного состава волокон в сточной воде и за оказанную помощь в проведении микрофотографического анализа.

на 70 % состоят из веществ, определяемых как лигнин, и имеют размеры 60...120 мкм.

Из рис. 2 видно, что лигнин, содержащийся в частицах различных размеров, отличается молекулярно-массовым распределением (ММР): с увеличением размера частиц повышается молекулярная масса содержащегося в них лигнина.

Состав фракции 3 определяется наличием углеводов (69 %) и лигнина (22,7 %), содержащихся в виде растворенных соединений и мелкодисперсной взвеси [2].

Как свидетельствуют результаты фракционирования, больше половины загрязнений, содержащихся в исследуемых водах, представляют собой взвешенные частицы различных размеров и форм. Осветление таких вод обычно осуществляется на оборудовании механической очистки: отстойниках, центрифугах, фильтрах. В лабораторных и промышленных ПО Витебскдрев были проведены испытания упомянутых способов механической очистки.

Отстаивание в течение 24 ч позволяет перевести в осадок около 15 % загрязнений. Средняя скорость их осаждения — 0,07 мм/с. Объем осадка — 1 % от объема отстаиваемой воды. Увеличение времени отстаивания практически не приводит к повышению степени очистки.

Испытания шнековой осадительной центрифуги НОГШ с фактором разделения 2200 в условиях цеха ДВП ПО Витебскдрев показали, что эффективность осаждения составляла 21 %. Изменение фактора разделения в пределах 2800...30000 при частоте вращения 6000...22000 мин⁻¹ и времени обработки 5 мин дает возможность добиться более высокой степени очистки за счет перевода в осадок крупных коллоидов. При этом концентрация взвешенных частиц уменьшается при незначительном изменении их фракционного состава. Однако и в этом случае эффект очистки не превышает 31,8 %.

Эффективность фильтрования как метода выделения дисперсной фазы определяется размерами пор фильтрующей перегородки и частиц суспензии, свойствами образовавшегося при фильтровании осадка, движущей силой процесса и рядом других факторов.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, чем меньше размер пор и выше эффективность очистки, тем меньше скорость фильтрации и производительность фильтрования. Это существенно затрудняет практическое использование этого метода очистки. Однако фильтровальные перегородки с большими размерами пор можно применять на любом предприятии. Опыт эксплуатации капроновых сит в качестве фракционирующих элементов фракционатора в цехе ДВП объ-

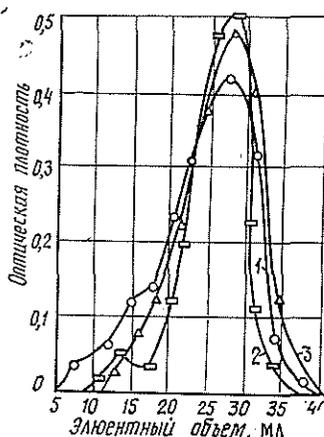


Рис. 2. Гель-хроматограммы лигнина, содержащегося в воде после удаления частиц размером более 160 мкм (1), 100 мкм (2), 16 мкм (3)

Таблица 1
Результаты осветления сточных вод фильтрованием

Средний размер пор фильтра, мкм	Эффективность удаления загрязнений, % к сухому остатку	Видимая скорость фильтрации ($\Delta p = 39 \text{ Па}$)*, м ³ /м ² · ч
359	1,1	34,5**
160	7,0	28,0
100	17,0	19,0
40	36,0	14,7
16	53,0	0,5

* Фильтрование с постепенным закупориванием пор фильтровальной перегородки. ** Без перепада давления.

единения Витебскдрев показал, что за сутки с помощью сита № 55 к улавливается 120 кг волокна (в пересчете на абс. сухое), что позволило в течение года изготовить дополнительно 13 000 м² плит.

Приведенные данные свидетельствуют о высокой агрегативной устойчивости исследуемой дисперсной системы. Устойчивость систем такого вида характеризуется дзета-потенциалом, который определяется размерами частиц (табл. 2). Нарушение устойчивости системы (коагуляция) может быть вызвано различными способами, самый распространенный из них — добавка химических веществ-коагулянтов [1]. В условиях производства ДВП наиболее приемлемо применение для коагуляции полимеров катионного типа [3]. Введение в сточные воды полиэлектролита ВПК-402 приводит к изменению устойчивости системы и фракционного состава загрязнений (рис. 1, кривая 8), что повышает эффективность отстаивания и фильтрования. Значение рН при этом практически не меняется.

Таблица 2

Влияние ВПК-402 на эффективность осветления сточной воды производства ДВП

Дозировка ВПК-402, мг/л	Дзета-потенциал, мВ, частиц размером, мкм*				Видимая скорость фильтрования** при среднем размере пор, мкм		Отстаивание	
	160 ... 220	100 ... 160	40 ... 100	16 ... 40	160	100	Продолжительность отстаивания, ч	Эффективность удаления загрязнений, %
—	—14...—15	—14...—15	—16...—17	—26...—27	28,0	19,0	24	15,0
50	—13...—14	—14...—15	—18...—19	—18...—19	39,0	28,0	2	10,2
100	—9...—10	—5...—6	—6...—7	—10...—12	62,5	42,3	2	25,3
150	+12...+13	+7...+8	+8...+9	—9...—10	65,8	53,2	2	46,8
200	+16...+17	+8...+9	+21...+22	+15...+16	31,8	50,5	2	52,8
250	+8...+9	+9...+10	+24...+25	+17...+18	49,0	36,7	2	49,7
500	+8...+9	+8...+9	+24...+25	+16...+17	56,8	39,7	2	39,4

* Значение рН суспензии перед добавлением полиэлектролита во всех случаях равнялось 4,5. ** Перепад давления $\Delta p = 39$ Па.

Как видно из данных табл. 2, эффективность очистки отстаиванием находится в непосредственной связи с величиной и знаком дзета-потенциала.

Наибольшая скорость фильтрования наблюдается при дзета-потенциале, близком к нулю (доза ВПК-402 — 125 мг/л). Наибольшая степень осаждения загрязнений отстаиванием достигается при добавке 200 мг/л полиэлектролита. При этой дозировке на фильтрах со средними размерами пор 160, 100, 40, 16 мкм задерживается соответственно 41,5; 53,4; 61,2 и 62,3 % загрязнений, а центрифугированием с фактором разделения 30 000 в течение 5 мин — 62,5 %. Причем эффективность отстаивания определяется перезарядкой прежде всего частиц размерами меньше 40 мкм. Поэтому, чем больше во взвешенных веществах доля частиц размерами менее 40 мкм, тем больше расход полиэлектролита для достижения требуемого эффекта очистки. Это подтверждается существенным снижением эффективности осветления при удалении из взвешенных веществ грубодисперсной фракции.

Важный фактор, определяющий эффективность использования ВПК-402 для осаждения загрязнений, — их концентрация в очищаемой воде.

Таблица 3
Эффективность использования ВПК-402
в процессе очистки

Концентрация загрязнений в очищаемой воде, мг/л	Дозировка ВПК-402, мг/л	Эффективность очистки, %	Отношение массы осажденных загрязнений к массе добавленного полиэлектролита, мг/мг
787	50	9,3	1,46
1 415	100	39,8	5,63
3 612	150	47,6	11,40
5 929	200	56,0	16,60
6 108	250	52,3	12,80

Как видно из данных табл. 3, при уменьшении концентрации дисперсной фазы резко снижается эффективность применения ВПК-402 для осаждения загрязнений. Это, вероятно, объясняется стерическими затруднениями. В результате снижения объемной концентрации дисперсной фазы частицы с адсорбированными макромолекулами полимера находятся на расстояниях, превышающих действие сил притяжения, что препятствует их укрупнению и последующему осаждению.

Проведенные исследования показали, что очистка сточных вод производства древесноволокнистых плит отстаиванием в течение 24 ч, центрифугированием с фактором разделения 30 000 в течение 5 мин и фильтрованием на перегородке с размером пор 16 мкм позволяет удалить 15,0; 31,8; 53,0 % загрязнений. Использование в процессе очистки катионного полиэлектролита ВПК-402 в количестве 200 мг/л позволяет повысить эффективность отстаивания до 56,0 %, фильтрования — до 62,3 %, центрифугирования — до 62,5 %. Эффективность очистки сточных вод в присутствии ВПК-402 определяется концентрацией дисперсной фазы и содержанием в ней частиц размерами менее 40 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вейцер Ю. М., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод.— М.: Стройиздат, 1984.— 201 с. [2]. Марцуль В. Н. Технология древесноволокнистых плит с сокращенным водопотреблением: Автореф. дис. . . канд. наук.— Л., 1983. [3]. Марцуль В. Н., Грошев И. М. ВПК-402 — эффективная комплексная добавка в производстве древесноволокнистых плит // Современное состояние и пути совершенствования качества древесных плит и пластиков: Тез. докл. конф.— Свердловск, 1984.— С. 40—41. [4]. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / О. Н. Григоров, Н. Ф. Жаркова, З. П. Козьмина и др.— М.; Л.: Химия, 1964.— 340 с. [5]. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л. А. Кульский, Н. Г. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко.— Киев: Наукова думка, 1980.— 1206 с.

Поступила 13 апреля 1987 г.

УДК 630*284

ОСОБЕННОСТИ ПРОСМОЛЕНИЯ ПОДСОЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ВЫХОД КАРРОВОГО ОСМОЛА С ОТРАБОТАННОЙ КАРРЫ

Г. В. КОЧКИН

СибНПЛО

Один из основных показателей при заготовке каррового осмола — толщина снимаемого слоя просмоленной древесины. Просмоление древесины зависит от многих технологических элементов подсочки, лесо-

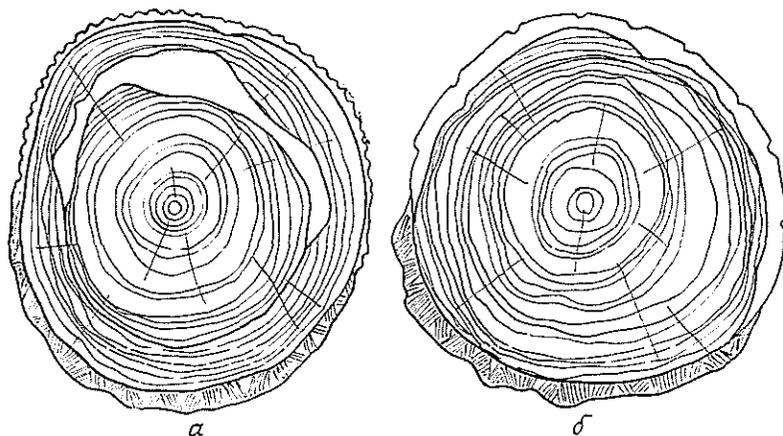


Рис. 1. Поперечный разрез подсоченной древесины сосны в зоне карры: а — сульфитно-спиртовой бардой и кормовыми дрожжами; б — кислотой

водственных и таксационных показателей древостоя. Однако влияние подсочки на просмоление древесины еще недостаточно изучено [1—4].

Наши исследования проведены в химлесхозах ПО Красноярскхимлес и Иркутскхимлес в сосновых насаждениях, подсоченных с сульфитно-спиртовой бардой (ССБ), кормовыми дрожжами, серной кислотой. С модельных деревьев со средних и крайних годичных карр выпиляли диски толщиной 1 см. Образцы обрабатывали в растворе ацетата меди, при этом просмоленная часть не окрашивалась (рис. 1). В зоне карры при подсочке с ССБ и с кормовыми дрожжами слой осмоления равномерен и тонок. Под полукаррой, расположенной с южной стороны, наблюдается наибольшая толщина осмоления, превышающая северную часть на 2...3 мм.

Для определения глубины просмоления использовали планиметрический метод. Среднюю глубину просмоления определяли как частное от деления площади просмоления на ее основание. Результаты исследований показали, что глубина просмоления древесины при подсочке с кислотой в 2 раза больше, чем при подсочке с ССБ и кормовыми дрожжами, и зависит, как правило, от продолжительности подсочки (табл. 1).

Изменения глубины просмоления по годам подсочки отмечены в работах Я. Г. Зандерсона, Э. А. Мельниченко, Я. Г. Дрочнева [1—3], в которых указывалось, что просмоление древесины как над каррами (по вертикали), так и под зеркалом карр находится в прямой связи с особенностями распространения серной кислоты.

Увеличение глубины просмоления в радиальном направлении по годам подсочки можно объяснить патологией перерезанной древесины и воздействием на нее стимулятора, а также годичным приростом древесины выше карры. Распространение стимулятора в 1-й год подсочки в радиальном направлении незначительно, а вниз и особенно вверх по стволу при проникновении его в перерезаемые вертикальные смоляные ходы ведет к просмолению древесины в зоне карры и выше ее. В это время выше карры первого года подсочки происходит годичный прирост древесины. На следующий год разница между 1- и 2-м годами подсочки по глубине просмоления равна величине годичного прироста, что подтверждается поперечным разрезом многолетней карры (рис. 2).

Изменение толщины и плотности просмоленной древесины в зоне ограненной карры

Таблица 1

Год подсочки	Глубина просмоления заподсоченной древесины от дна подновки, см, при подсочке			Плотность древесины при 12 %-ной влажности, кг/м ³ , при подсочке			
	с кислотой, затущенной каульном	с концентрированной кислотой	с кормовыми дрожжами	с сульфитной бардой (ССБ)	с концентрированной кислотой	с ССБ, кормовыми дрожжами	с неподсоченной древесиной
1-й	0,7...0,9	1,0...1,2	0,3...0,4	0,3...0,5	520	480	—
3-й	1,2...1,4	1,8...2,0	—	—	630	—	460
4-й	—	—	0,6...0,7	0,7...0,9	—	524	—
5-й	1,6...1,8	—	—	1,0...1,2	—	—	—
8-й	—	—	—	—	—	574	—

Таблица 2

Характеристика образцов просмоленной древесины в радиальном направлении

Показатели	Глубина снятия просмоленной древесины, мм							
	Ребра + баррас	0...3	3...6	6...9	9...12	12...15		
Выход с единицы площади, г/дм ²	$\frac{32,41 \pm 1,25}{39,44 \pm 1,35}$	$\frac{18,31 \pm 0,78}{19,93 \pm 0,65}$	$\frac{17,26 \pm 0,66}{18,11 \pm 0,79}$	$\frac{17,20 \pm 0,73}{17,78 \pm 0,75}$	$\frac{15,94 \pm 0,55}{17,25 \pm 0,80}$	$\frac{16,93 \pm 0,70}{22,40}$		
Массовая доля канифоли, % к с. о. л.	$\frac{92,70}{62,10}$	$\frac{32,10}{34,90}$	$\frac{22,30}{24,10}$	$\frac{16,00}{23,20}$	$\frac{14,30}{24,10}$	$\frac{22,40}{0,6}$		
Летуче	4,7	3,0	1,6	1,0	0,8			

Примечание. В числителе приведены показатели при подсочке ССБ и кормовыми дрожжами; в знаменателе — при подсочке кислотой.

Влияние межсезонных перемишек на просмоление древесины показано на рис. 3. В образцах, взятых в зимний период, после размораживания хорошо просматривается разделение слоев на жизнедеятельную древесину (а — влажная) и просмоленную (б — сухая). Следовательно, межкарровая перемишка способствует меньшему просмолению и увеличению годовичного прироста (рис. 3).

По годам подсочки измеряли также число перерезаемых годовичных колец (рис. 2). Так, в первый год подсочки перерезалось 3...4 и в восьмой год, за счет сокращения прироста, 6...7 годовичных слоев.

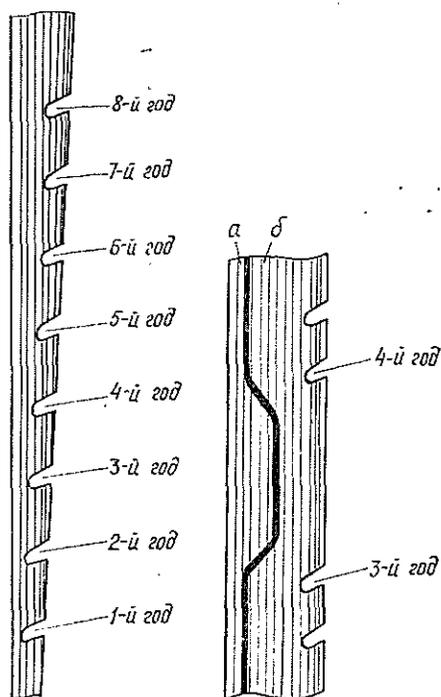


Рис. 2. Просмоленные древесины по годам подсочки

Рис. 3

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что глубина просмоления в радиальном направлении зависит от вида применяемого стимулятора и продолжительности подсочки. Для более качественной оценки этого вывода дополнительно с полукарр были взяты образцы и определена их плотность в соответствии с ГОСТ 164830—70. Перед взятием образцов ребра предварительно срезали. Результаты исследований также указывают на изменение плотности в зависимости от применяемого стимулятора и срока подсочки (табл. 1).

Для определения выхода каррового осмола по годам подсочки выкалывали полукарры. С образцов полукарр в радиальном направлении по годичным слоям со всей площади вначале снимали древесину просмолившихся ребер с баррасом и корой, а затем древесину заболони на глубину 15 мм с интервалом в 3 мм. После снятия каждого слоя древесины замеряли обрабо-

танную площадь, определяли массу снятого слоя древесины и содержание в ней смолистых. При обработке данных была получена зависимость выхода осмола по годам подсочки (рис. 4, а).

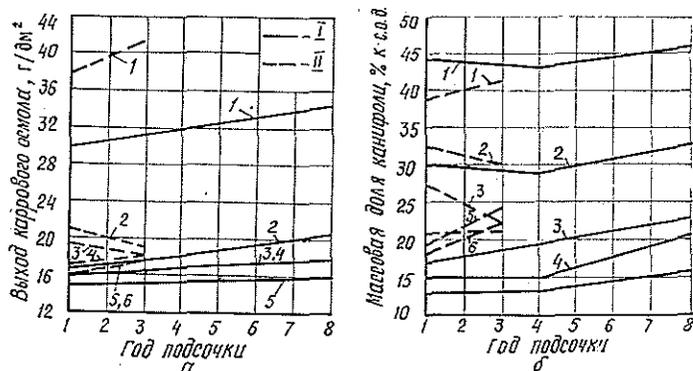


Рис. 4. Изменение показателей каррового осмола по годам подсочки: а — выход с единицы площади; б — содержание канифоли; I — подсочка ССБ и кормовыми дрожжами; II — подсочка кислотой; 1 — ребра, баррас, кора; 2 — 0...3 мм; 3 — 3...6; 4 — 6...9; 5 — 9...12; 6 — 12...15 мм

Влияние продолжительности подсочки сказывается на выходе как живицы, так и каррового осмола. Разница между первым годом подсочки с ССБ и с кормовыми дрожжами и последним составила у пер-

вого слоя ребер с баррасом 3 г/дм², при снятии второго слоя древесины 0...3 мм — 2 г/дм², у остальных — по 1 г/дм². При подсочке с кислотой у второго и третьего слоев эти показатели меньше соответственно на 2 и 1 г/дм².

Возрастание выхода каррового осмола по годам подсочки в снимаемых слоях в радиальном направлении возможно только за счет увеличения содержания смолистых. Как видно из рис. 4, б, содержащие канифоли возрастает по годам подсочки и по мере удаления от периферии постепенно уменьшается. Однако при подсочке с кислотой пятый слой 9...12 мм по содержанию канифоли превышает четвертый слой 6...9 мм. Возможно, действие серной кислоты до глубины 12 мм угнетает дерево, а дальше сопротивляемость дерева воздействию стимулятора возрастает, идет интенсивное просмоление древесины.

Разница по первому и последнему годам подсочки показателей глубины просмоления, выхода каррового осмола, содержания смолистых и плотности указывают на значительное влияние продолжительности подсочки. Это дает основание сделать вывод о том, что просмоление древесины на протяжении всей карры неравномерно. Так, при подсочке ССБ и кормовыми дрожжами в последний год подсочки можно снимать слой древесины 1,0 см, а в первый — 0,5 см от дна подновки. С кислотой при трехлетней подсочке — соответственно от 2,0 до 1,5 см. Однако, учитывая сбежистость ствола, а также оставляемый защитный слой просмоленной древесины, целесообразно снимать равномерный, более интенсивно просмоленный слой древесины. При подсочке ССБ и кормовыми дрожжами он составляет 0,5 см и с кислотой — 1,0 см от дна подновки.

Статистическая обработка материалов исследований показала, что выход каррового осмола с единицы площади в радиальном направлении обусловлен случайной совокупностью и характеризуется изменчивостью от 9,8 до 16,4 %. Точность определения средних величин выхода каррового осмола составила 3,1...4,2 %. Так, выход каррового осмола (табл. 2) с растущего древостоя на 1 дм² зеркала карры в среднем составил при подсочке с ССБ и с кормовыми дрожжами 67 г и с кислотой — 98 г. При среднем размере одногодичной карры 35 × 35 см (площадь зеркала карры 12,25 дм²) выход осмола составит соответственно 820 и 1200 г. Зная параметры элементов технологии, несложно рассчитать выход каррового осмола со всей карры.

Проведенные опытные работы по заготовке и переработке каррового осмола [4] показали, что вовлечение его в эксплуатацию не требует больших капитальных вложений и позволит получать значительное количество дополнительной экстракционной канифоли хорошего качества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Влияние подсочки с новыми стимуляторами на некоторые физиологические показатели сосны обыкновенной / Я. Г. Дрочнев, В. В. Собакинский, В. В. Колобов, Н. М. Вишневская: Сб. тр. ЦНИЛХИ.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— № 22.— С. 93—105.
- [2]. Зандерсон Я. Г. Зависимость технологии десятилетней подсочки с химическим стимулированием от действия серной кислоты на смолоносную систему сосен: Автореф. дис... канд. хим. наук.— Елгово, 1966. [3]. Мельниченко З. А., Вишневская Н. М. Просмоление тканей и состояние смолоносной системы у деревьев сосны обыкновенной, подсачиваемых серной кислотой: Сб. тр. ЦНИЛХИ.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— Вып. 19.— С. 117—134. [4]. Переработка опытной партии каррового осмола / А. К. Бедрин, И. С., Сластников, В. А. Манаков и др. // Гидролиз. и лесохимич. пром-сть.— 1984.— № 8.— С. 20—21.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 684 : 331

АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ РУЧНОГО ТРУДА
НА МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВПО СЕВЗАПМЕБЕЛЬЛ. Б. ИВАНОВ, И. В. ГЕЛЬМАН, И. И. ИСАЕВА,
Т. А. ШАГАЛОВА

Ленинградская лесотехническая академия

ВПО Севзапмебель — крупнейший производитель мебели в Северо-Западном экономическом районе. По состоянию на 1 января 1986 г., в состав ВПО входят десять производственных объединений, три мебельных и один фанерный комбинат. Показатель удельных затрат ручного труда (УЗРТ) для мебельных предприятий Севзапмебели менялся от 23 % для Гатчинского мебельного комбината (МК) до 62 % для Ломоносовской мебельной фабрики (МФ).

Основная цель настоящей статьи — описание показателей, изменение которых одновременно направлено на рост производительности труда (ПТ) и снижение УЗРТ для группы мебельных предприятий ВПО Севзапмебель. Здесь продолжено исследование, начатое в работе авторов [1], в которой методами статистического моделирования аналогичная задача решена для Гатчинского МК.

Переменные x_i , характеризующие численные значения показателей роста ПТ, назовем определяющими.

Численные значения УЗРТ (y) равны отношению числа рабочих, выполняющих работу вручную (при механизмах и машинах и без них), к общей численности промышленно-производственных рабочих (в долях единицы).

Определяющую переменную x_i назовем управляющей, если при возрастании x_i уменьшается результирующая переменная y .

В результате статистического анализа характер зависимости y от переменной x_i может быть охарактеризован уравнением множественной регрессии, содержащим x_i как одну из объясняющих переменных.

Экспертным путем установлены следующие определяющие переменные для мебельных предприятий:

x_1 — коэффициент выбытия активной части основных производственных фондов (ОПФ);

x_2 — коэффициент годности активной части ОПФ;

x_3 — электровооруженность труда, тыс. кВт · ч/чел. в год;

x_4 — коэффициент интенсивности использования активной части ОПФ;

x_5 — коэффициент прироста активной части ОПФ;

x_6 — техническая вооруженность труда, тыс. р./чел. в год;

x_7 — средний разряд работ;

x_8 — коэффициент специализации;

x_9 — материалоотдача*.

Для достижения качественной однородности исходных данных статистического анализа из общей совокупности были исключены предприятия, у которых мебель не является основным видом продукции.

* В [1] переменные x_8 , x_9 не рассматривались.

В итоге была сформирована статистическая совокупность данных работы 11 мебельных предприятий за 3 года (1983—1985) на основе статистической отчетности. В соответствии с известными правилами группировки, полученные 33 объекта статистических наблюдений были расчленены на 3 более однородные группы по результативному признаку y . В пределах всей совокупности результативный признак менялся в диапазоне $0,23 \leq y \leq 0,62$. В первую группу вошли предприятия с диапазоном изменения УЗРТ $0,23 \leq y < 0,36$, во вторую — $0,36 \leq y < 0,49$, в третью — $0,49 \leq y \leq 0,62$. Число объектов статистических наблюдений в этих группах — соответственно 15, 12 и 6.

Считая, что статистический анализ по 6 объектам нецелесообразен, мы провели моделирование только для первых двух групп. В первую группу вошли Гатчинский МК, Боровичская МФ, Невельская МФ, Охтинский деревообрабатывающий комбинат (ДОК) и МК «Великие Луки»; предприятия второй группы: Ленинградский МК № 1, Новгородский МК, фабрика мягкой мебели, МФ «Ладога». Не приводя, ввиду недостатка места, статистического материала по показателям x_1, \dots, x_9, y для предприятий этих двух групп за 1983—1985 гг., изложим результаты корреляционно-регрессионного анализа по каждой группе.

Для диапазона изменения УЗРТ $0,23 \leq y < 0,36$ управляющими переменными являются: электровооруженность и техническая вооруженность труда, средний разряд работ, коэффициенты годности, интенсивности использования и прироста активной части ОПФ, материалоотдача. Коэффициенты специализации и выбытия активной части ОПФ управляющими переменными не являются.

Управляющие переменные для диапазона изменения УЗРТ $0,36 \leq y < 0,49$: коэффициенты годности, интенсивности использования, прироста активной части ОПФ, средний разряд работ, коэффициент специализации, материалоотдача. Техническая вооруженность и электровооруженность труда управляющими переменными не являются. Не получено статистически достоверных выводов о роли коэффициента выбытия активной части ОПФ.

Таким образом, для различных диапазонов изменения УЗРТ наборы управляющих переменных неодинаковы.

Объяснение роли переменных x_1, \dots, x_7 дано в [1]. Рассмотрим x_8, x_9 . Коэффициент специализации (x_8) для предприятий первого диапазона изменения y был очень высоким (например, для Гатчинского МК $0,97 \leq x_8 \leq 0,99$), и дальнейшее возрастание x_8 не может оказать заметного влияния на УЗРТ. Для предприятий второго диапазона среднее значение коэффициента специализации $\bar{x}_8 = 0,76$. С другой стороны, среди различных производств деревообрабатывающей промышленности показатель УЗРТ самый низкий в мебельном производстве. Поэтому чем выше коэффициент специализации мебельного предприятия, тем меньше его общий показатель УЗРТ, и переменная x_8 — управляющая.

Возрастание материалоотдачи (x_9) происходит за счет стандартизации и применения более дешевых материалов. При этом снижается необходимость в ручной обработке, повышается уровень механизации производства и, значит, уменьшается показатель УЗРТ.

Статистический анализ, подтверждающий сформулированный выше результат, был выполнен по стандартным программам в ИВЦ ЛТА на ЭВМ ЕС-1022. Схема анализа описана ранее [1]. Здесь подчеркнем лишь следующее.

По 12—15 объектам статистических наблюдений невозможно построить достоверную модель вида $y = f(x_1, \dots, x_9)$. В связи с этим оправдан имитационный эксперимент, в котором исследуют различные варианты региональных зависимостей y от двух или трех переменных из набора x_1, \dots, x_9 в каждом диапазоне изменения y . Из них выбирают

варианты, оптимальные по коэффициенту детерминации, критерию Фишера, среднему значению остаточной суммы квадратов. Не все оптимальные в этом смысле варианты моделей, полученных для предприятий ВПО Севзапмбель в целом, пригодны для любого конкретного предприятия. В качестве критерия пригодности в работе использован следующий:

$$|y - \hat{y}| \leq 0,02. \quad (1)$$

Здесь y — фактическое значение УЗРТ на предприятии в 1985 г.;

\hat{y} — расчетное значение по испытываемому варианту модели.

Те из оптимальных вариантов, которые удовлетворяют критерию (1), могут быть использованы на предприятии.

В табл. 1 приведены оптимальные варианты зависимостей для диапазона $0,23 \leq y < 0,36$.

Таблица 1

Номер модели	Оптимальный вариант модели
1	$y = 0,769 x_3^{-1} + 0,707 x_6^{-1} - 0,043 x_8^{-1}$
2	$\lg y = -0,412 \lg x_3 - 0,3351 \lg x_6 + 0,293 \lg x_8$
3	$y = 0,121 x_4^{-1} + 0,184 x_6^{-1}$
4	$y = 0,179 x_1 + 1,283 x_3^{-1} + 0,001 x_5^{-1}$
5	$y = 0,0002 x_5^{-1} + 0,8081 x_6^{-1}$
6	$y = 0,531 x_6^{-1} + 0,192 x_9^{-1}$
7	$y = 0,546 x_3^{-1} + 0,337 x_9^{-1}$
8	$y = 0,098 x_4^{-1} + 0,376 x_7^{-1}$
9	$y = 0,079 x_2^{-1} + 0,103 x_4^{-1}$

Таблица 2

Предприятия первой группы	Номер предлагаемой модели
Гатчинский МК	5, 7, 8, 9
Боровичская МФ	3, 5, 8, 9
Невельская МФ	5, 6, 9
Охтинский ДОК	2, 3, 8, 9
МК «Великие Луки»	2

Таблица 3

Номер модели	Оптимальный вариант модели
1	$y = 0,152 x_4^{-1} + 0,001 x_5^{-1} + 0,021 x_6$
2	$y = 0,117 x_4^{-1} + 0,019 x_6 + 0,122 x_9^{-1}$
3	$y = 0,013 x_6 + 0,174 x_7^{-1}$
4	$y = 0,005 x_3 + 0,191 x_7^{-1}$
5	$y = 0,021 x_6 + 0,187 x_8^{-1}$
6	$y = 0,012 x_3 + 0,168 x_8^{-1}$
7	$y = 0,009 x_3 + 0,378 x_9^{-1}$
8	$y = 0,105 x_2^{-1} + 0,018 x_3$

В табл. 2 указаны номера региональных моделей табл. 1, отобранных для каждого предприятия первой группы по критерию (1), исходя из его особенностей.

Оптимальные варианты зависимостей для диапазона $0,36 \leq y < 0,49$ приведены в табл. 3.

В табл. 4 указаны номера региональных моделей табл. 3, отобранных для каждого предприятия второй группы по критерию (1).

Таблица 4

Предприятия второй группы	Номер предлагаемой модели
Ленинградский МК № 1	2
Новгородский МК	3, 4, 5, 6, 7
Фабрика мягкой мебели	6, 7
МФ «Ладога»	3, 4, 6

Таким образом, вопросы сокращения применения ручного труда на предприятиях различных типов надо решать индивидуально, в зависимости от условий производства. В частности, такие показатели научно-технического прогресса, как электровооруженность и техническая вооруженность труда, управляют процессом сокращения УЗРТ, если достаточно высок организационно-технический уровень производства и, особенно, если проведено техническое перевооружение предприятий. Наоборот, само по себе возрастание электровооруженности и технической вооруженности труда не приводит к снижению УЗРТ, если велика доля физически и морально устаревшего оборудования, малы значения коэффициентов годности, интенсивности использования и прироста активной части ОПФ.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Статистический анализ удельных затрат ручного труда на Гатчинском мебельном комбинате / Л. Б. Иванов, И. В. Гельман, И. И. Журавлева, Т. А. Шагалова // Лесн. журн.— 1986.— № 6.— С. 99—102.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 20 марта 1987 г.

УДК 630* : 658.012.011.56

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ

В. В. КУЗЬМИН, А. М. СОКОЛИКОВА, Ю. И. ДУХОН

Московский лесотехнический институт

Воспроизводство лесоперерабатывающих мощностей как одна из сторон функционирования лесного комплекса определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются производственно-технологическая и экономико-организационная структуры, территориальный и динамический факторы. Вопросы динамики процесса воспроизводства мощностей исследованы слабо. Остальные указанные факторы достаточно адекватно представлены в имеющихся моделях развития и размещения лесного комплекса. При разработке предложенных экономико-математических моделей ставилась цель ликвидировать данный пробел.

При этом были учтены следующие обстоятельства. Во-первых, капитальное строительство в планируемой пятилетке разделено на два вида: переходящее, подлежащее безусловному завершению, и вновь начинаемое. Во-вторых, учитывается динамика освоения по годам капитальных вложений (КВ), строительно-монтажных работ (СМР), ввода мощностей отраслевой номенклатуры, а также заделные мощности. В-третьих, введено в рассмотрение два типа объектов: поименно-планируемые объекты (ППО) для сверхлимитного строительства и условно-планируемые объекты (УПО) для нижелимитного строительства, при этом нормативы для них учитывают динамику строительства этих объектов [2]. Выделены три оптимизационные задачи, составляющие основу для принятия решений на различных этапах процесса планирования.

Задача А — при ограничениях на объемы вводимых и заделных мощностей определить решение, обеспечивающее минимум суммарных приведенных затрат. Постановка задачи целесообразна на ранних этапах планирования (разработка основных направлений) для определения рациональной потребности в КВ и СМР.

Задача Б — при ограничениях на объемы КВ, СМР и заделных мощностей определить плановое решение, обеспечивающее максимум объемов вводимых мощностей в заданных пропорциях. Постановка задачи целесообразна на поздних этапах планирования (разработка проекта плана), когда известны выделенные лимиты КВ и СМР.

Задача В — при ограничениях на объемы КВ, СМР, вводимых и заделных мощностей определить плановое решение, обеспечивающее максимум суммарной дисконтированной прибыли. Постановка задачи целесообразна при выборе наиболее выгодного для отрасли распределения КВ между различными лесоперерабатывающими производствами либо предприятиями.

Оптимизационные задачи формулируются для группы ППО и УПО, соответствующих отрасли (подотрасли) или региону. При этом предусматривается возможность включения в область допустимых решений моделей множества возможных вариантов строительства ППО и УПО. В любом случае каждый вариант соответствует определенному виду воспроизводства мощностей. При этом конкретный вид воспроизводства в общем случае может быть реализован несколькими альтернативными вариантами.

Рассмотрим экономико-математическую постановку задач оптимального планирования, сформулированных выше на содержательном уровне.

Введем условные обозначения для индексов:

i — номер ППО (предприятия);

m — вид лесоперерабатывающих мощностей;

k — вариант воспроизводства мощностей;

τ — год планируемой пятилетки;

j — год освоения КВ относительно начала строительства объекта;

l — индекс: 1 для КВ и 2 для СМР.

Введем обозначения для компонент вектора решений моделей:

x_{ik}^{τ} — целочисленная переменная, равная 1, если в году τ планируемой пятилетки начинается капитальное строительство для ППО i по варианту k ;

u_{mk}^{τ} — объем проектных мощностей m для УПО, строительство которых по варианту k начинается в году τ .

Рассмотрим экономико-математические соотношения для расчета основных показателей моделей, соответствующие вектору плановых решений.

Объемы КВ и СМР равны

$$R^{l\tau}(x, y) = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{\tau} R_{ik}^{lj} x_{ik}^{\tau+1-j} +$$

$$+ \sum_{m \in M} \sum_{k \in K} r_{mk}^l \sum_{j=1}^{\tau} a_{mk}^{lj} y_{mk}^{\tau+1-j}, \quad l = 1, 2, \quad \tau = \overline{1, 5},$$

где R_{ik}^{lj} — объемы КВ (СМР) в году j при строительстве ППО i по варианту k ;

r_{mk}^l — нормативы удельных КВ (СМР) для строительства мощностей m УПО по варианту k ;

a_{mk}^{lj} — нормативы распределения КВ (СМР) в процентах по годам j строительства мощностей m УПО по варианту k .

Объемы вводимых мощностей

$$Q^{m\tau}(x, y) = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{\tau} Q_{ik}^{mj} x_{ik}^{\tau+1-j} + \sum_{k \in K} y_{mk}^{\tau - T_{mk} + 1}, \quad m \in M, \quad \tau = \overline{1, 5},$$

где Q_{ik}^{mj} — объемы вводимых мощностей m в году j строительства ППО по варианту k ;

T_{mk} — нормативный срок строительства мощностей m УПО по варианту k . При этом предполагается ввод проектных мощностей в полном объеме в последний год строительства.

Объемы заделных мощностей

$$P^m(x, y) = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{\tau=6}^{4+T_{ik}} \sum_{j=1}^{\tau} Q_{ik}^{mj} x_{ik}^{\tau+1-j} + \sum_{k \in K} \sum_{\tau=6}^{4+T_{mk}} y_{mk}^{\tau - T_{mk} + 1},$$

где T_{ik} — расчетная продолжительность строительства ППО по варианту k ; при этом заделные мощности соответствуют мощностям, вводимым в годы $6 \leq \tau \leq 10$ последующей пятилетки.

Заметим, что сроки строительства T_{ik} и T_{mk} учитываются в приведенных соотношениях либо в явной форме, либо неявно. В последнем случае имеет место

$$R_{ik}^{lj} = 0; \quad Q_{ik}^{mj} = 0; \quad \forall j > T_{ik};$$

$$a_{mk}^{lj} = 0; \quad \forall j > T_{mk}.$$

С учетом введенных соотношений экономико-математические модели задач, сформулированных выше, имеют следующий вид.

Модель А. Критерий — минимум суммарных приведенных капитальных затрат:

$$\sum_{\tau=1}^5 \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{T_{ik}} \frac{R_{ik}^{lj}}{(1+E_{ik})^{j+\tau-1}} x_{ik}^{\tau} +$$

$$+ \sum_{\tau=1}^5 \sum_{m \in M} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{T_{mk}} \frac{r_{mk}^l a_{mk}^{lj}}{(1+E_{mk})^{j+\tau-1}} y_{mk}^{\tau} \rightarrow \min.$$

Ограничения на объемы вводимых мощностей:

$$Q^{m\tau}(x, y) \geq Q^{m\tau}, \quad m \in M, \quad \tau = \overline{1, 5}.$$

Ограничения на объемы заделных мощностей:

$$P^m(x, y) \geq P^m, \quad m \in M.$$

Здесь E_{ik} и E_{mk} — расчетные коэффициенты эффективности капитальных вложений для ППО и УПО соответственно.

Модель Б. Критерий — максимум вводимых мощностей в заданных пропорциях:

$$\sum_{m \in M} \gamma_m \sum_{\tau=1}^5 Q^{m\tau}(x, y) \rightarrow \max.$$

Ограничения на объемы КВ и СМР:

$$R^{l\tau}(x, y) \leq R^{l\tau}, \quad l=1, 2, \quad \tau=\overline{1, 5}.$$

Ограничения на объемы заделных мощностей:

$$P^m(x, y) \geq P^m, \quad m \in M.$$

Здесь γ_m — нормирующие весовые коэффициенты, определяющие пропорции вводимых мощностей.

Модель В. Критерий — максимум суммарной дисконтированной прибыли:

$$\begin{aligned} & \sum_{\tau=1}^5 \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{T_{ik}^a} \frac{d_{ik}^j - R_{ik}^{1j}}{(1 + E_{ik})^{j + \tau - 1}} x_{ik}^{\tau} + \\ & + \sum_{\tau=1}^5 \sum_{m \in M} \sum_{k \in K} \sum_{j=1}^{T_{mk}^a} \frac{d_{mk}^j - r_{mk}^1 a_{mk}^{1j}}{(1 + E_{mk})^{j + \tau - 1}} y_{mk}^{\tau} \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Ограничения на объемы КВ и СМР:

$$R^{l\tau}(x, y) \leq R^{l\tau}, \quad l=1, 2, \quad \tau=\overline{1, 5}.$$

Ограничения на объемы вводимых мощностей:

$$Q^{m\tau}(x, y) \geq Q^{m\tau}, \quad m \in M, \quad \tau=\overline{1, 5}.$$

Ограничения на объемы заделных мощностей:

$$P^m(x, y) \geq P^m, \quad m \in M.$$

Здесь d_{ik}^j и d_{mk}^j — прибыль, получаемая при эксплуатации мощностей ППО и УПО соответственно по годам j , начиная с начала строительства и на протяжении периода эксплуатации объектов T_{ik}^a и T_{mk}^a .

Каждая из приведенных моделей содержит также ограничения на переменные вектора решений (x, y) :

$$x_{ik}^{\tau} \in \{0, 1\}, \quad y_{mk}^{\tau} \geq 0$$

и ограничения на единственность выбора варианта развития ППО и года начала строительства:

$$\sum_{\tau=1}^5 \sum_{k \in K} x_{ik}^{\tau} \leq 1, \quad i \in I.$$

При этом случай строгого неравенства соответствует тому, что ППО в планируемой пятилетке строиться не будет.

Анализ моделей показывает, что оптимизация плановых решений вновь начинаемого капитального строительства обеспечивается за счет

многовариантности в выборе следующих факторов: для ППО — перечня объектов строительства, варианта развития, года начала строительства; для УПО — варианта развития и объемов проектных мощностей по каждому году планируемой пятилетки.

Предложенные модели не следует рассматривать как альтернативные варианты имеющихся к настоящему времени моделей оптимального планирования развития и размещения лесного комплекса. Они являются основой дальнейшего повышения адекватности имеющихся моделей за счет объединения с ними в целях учета фактора динамики, либо выступают как некоторое самостоятельное дополнение к этим моделям, обеспечивающее решение частных динамических задач планирования воспроизводства лесоперерабатывающих мощностей. Функционально и информационно предлагаемые модели совместимы с системой моделей оптимального планирования лесного комплекса, разработанных к настоящему времени, и учитывают тенденции развития этой системы.

Использование предлагаемых моделей возможно для различных уровней управления: отрасли, подотрасли, региона, объединения, предприятия. Например, для отраслевого уровня целесообразно использовать укрупненную сводную балансовую номенклатуру мощностей, пиломатериалы, фанеру клееную, ДСП, ДВП, мебель, стандартные дома, древесную муку, бумагу, целлюлозу, картон. В задачах нижних уровней целесообразно разукрупнение указанной номенклатуры.

С точки зрения численной реализации модели относятся к классу задач линейного частично-целочисленного программирования. Поэтому для решения этих задач можно использовать стандартные пакеты линейного программирования.

Экспериментальное исследование разработанного математического обеспечения было проведено на примере ЦБП [1]. Список объектов, включенных в модель, был сформирован на основании «Уточненной схемы развития и размещения ЦБП на 1976—1990 гг.». Результаты расчетов были рассмотрены и одобрены в УКСе Минлесбумпрома СССР и отделе лесной промышленности и лесного хозяйства Госплана СССР и использовались при расчетах отраслевого плана капитальных вложений на двенадцатую пятилетку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Духон Ю. И., Кузьмин В. В., Соколик А. М. Комплекс задач по определению потребности отрасли в капитальных вложениях и их структуры в ОАСУ // Лесн. журн.— 1986.— № 1.— С. 96—99. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Кузьмин В. В. Синтез модели оптимизации капитальных вложений отрасли // Науч. тр. / МЛТИ.— 1982.— Вып. 145.— С. 18—19.

Поступила 14 июля 1987 г.

УДК 338.244 : 630*79.003.13

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

О. Л. ИВАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В переходе лесного комплекса СССР на новые условия хозяйствования важное место занимают вопросы создания новых организационных форм управления [1].

К числу новых прогрессивных форм территориально отраслевой организации производства и управления, обеспечивающих повышение эффективности комплексного использования лесных ресурсов, относятся территориальные лесопромышленные комплексы (ТЛПК), объединяющие в разном сочетании, в зависимости от конкретных условий, предприятия и организации разных подотраслей лесного комплекса: лесного хозяйства, лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Как новая форма организации общественного производства ТЛПК имеют большие перспективы развития как в многолесных, так и малолесных районах страны. В настоящее время функционирует ряд комплексов: Усть-Илимский, Карельский, Новгородский и др., формируются новые ТЛПК.

Однако ТЛПК не всегда является объектом планового управления как единое целое. В большинстве случаев управление предприятиями комплекса осуществляется разными органами отраслевого управления, поведомственно. Имеет место несоответствие между формой организации производства внутри комплексов и формой управления ими. ТЛПК как новая форма организации производства требует адекватных организационных форм управления — органов хозяйственного руководства комплексами. В связи с этим потребуются разработка методов оценки эффективности создания и функционирования ТЛПК, в том числе эффективности управления комплексами, с присущими каждому из них общехозяйственными и специфическими особенностями.

Наиболее распространены методы оценки эффективности управления, основанные на соизмерении показателей эффективности производства и экономичности управления [2]. В качестве показателя эффективности производства предлагается объем продукции на единицу совокупной величины примененных в производстве ресурсов. Экономичность управления определяется отношением затрат на управление к используемой части ресурсов производства. Повышение показателя эффективности производства и снижение показателя экономичности управления выступают как выражения роста эффективности управления.

Здесь, на наш взгляд, не находит достаточного отражения одна из существенных сторон управления — его целенаправленность. Сами по себе изменения эффективности производства и экономичности управления не свидетельствуют о достижении поставленных перед управлением целей, так как показатели роста могут быть ниже запланированных. При повышении показателей эффективности управления цели могут быть не достигнуты. Поэтому главным принципом определения эффективности управления должен быть принцип достижения поставленных целей, показателей плана.

Основная цель ТЛПК — повышение эффективности производства на основе комплексного освоения, использования и воспроизводства лесных ресурсов. Оценка эффективности управления производством должна учитывать достижение целей: общехозяйственной — рост эффективности производства и специфической (комплекса) — уровень использования древесного сырья и воспроизводства лесных ресурсов.

По мнению А. П. Петрова, эффект от формирования ТЛПК как единого производственного и хозяйственного органа можно разделить на две части. Первая часть — организационный эффект от проведения юридической акции соединения различных производств в одном комплексе может быть получен без значительных капитальных вложений за счет снижения управленческих расходов, концентрации и специализации деревоперерабатывающих и вспомогательных производств, совмещения рубок главного и промежуточного пользования, изменения режима работы для использования сезонных преимуществ лесозаготовок и

лесного хозяйства [3]. Вторая — эффект от развития ТЛПК, определяемый реализацией мер по освоению резервов лесопользования, совершенствованию технологических процессов, формированию и реализации долговременной инвестиционной политики, установлению рациональной структуры производства, созданию стабильных трудовых коллективов и развитой социально-бытовой инфраструктуры. Прирост эффекта по указанным направлениям совершенствования структуры и хозяйственных отношений выразится в росте показателей эффективности производства.

Наряду с известными показателями эффективности (производительность труда, фондо- и материалоотдача, производство продукции на единицу совокупной величины производственных ресурсов и др.), одним из главных показателей функционирования ТЛПК, выражающим его основную цель, должен быть показатель эффективности использования лесных ресурсов, в качестве которого может быть принята товарная конечная продукция комплекса на единицу переработанного древесного сырья. Для ТЛПК, включающего в свой состав лесное хозяйство, должны быть применены (как дополнительные) показатели воспроизводства лесных ресурсов.

В качестве показателя экономичности системы управления ТЛПК могут быть приняты трудоемкость управления комплексом как отношение затрат живого труда по управлению на единицу товарной конечной продукции комплекса или удельная трудоемкость управления как отношение трудоемкости управления к полной трудоемкости конечной продукции.

Достижение целей ТЛПК по росту эффективности производства на базе комплексного использования сырья и воспроизводства лесных ресурсов составляет одну сторону методического подхода к оценке эффективности управления. Другая сторона состоит в способности управления ТЛПК решать задачи, стоящие перед народным хозяйством в целом. На современном этапе развития народного хозяйства главной задачей экономики является ускорение социального и экономического развития на основе интенсификации производства и ускорения научно-технического прогресса. Как отмечает Г. Х. Попов, эффективным сегодня можно считать только то управление, которое способно кардинально ускорить темпы экономического роста, прежде всего, темпы НТП, роста производительности труда, эффективности [4].

В силу разного уровня рентабельности предприятий лесного комплекса при оценке эффективности управления ТЛПК могут быть разделены на три группы: не обеспечивающие эффективного производства, обеспечивающие его без ускорения темпов роста, обеспечивающие ускорение темпов роста эффективности. Переход ТЛПК из одной группы в другую свидетельствует об изменениях в эффективности управления.

Определенные требования к оценке эффективности управления вытекают из новых условий хозяйствования, основанных на полном хозяйственном расчете и самофинансировании. Эффективным можно признать только такое управление, которое обеспечивает получение хозрасчетного дохода в размерах, необходимых для формирования фонда оплаты труда, развития производства и социального развития коллектива.

Таким образом, система оценки эффективности управления ТЛПК в новых условиях хозяйствования должна базироваться на достижении целей, установленных в плане; отражать изменения в эффективности производства; характеризовать ускорение развития на основе показателей темпов роста; учитывать затраты на управление и его экономичность, а также величину хозрасчетного дохода как условия самофинансирования.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горбачев М. С. Коренной вопрос экономической политики партии // Коммунист.— 1985.— № 9.— С. 31. [2]. Иванов Л. Б. Проблемы определения экономической эффективности управления производством (на примере мебельной промышленности): Автореф. дис... докт. экон. наук.— Л.: ЛТА, 1981.— 37 с. [3]. Петров А. П., Бурдин Н. А., Кожухов Н. И. Лесной комплекс. Вопросы теории и практики.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 296 с. [4]. Попов Г. Х. Эффективное управление.— М.: Экономика, 1985.— 335 с.

Поступила 6 апреля 1987 г.

УДК 502.55 : 674.815

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ВЫБРОСОВ ФОРМАЛЬДЕГИДА В АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Н. Н. СМЕРНОВ, С. Б. КОТЛИК, А. Е. АНОХИН

Уральский лесотехнический институт, ВНИИДрев

В настоящее время официальное признание получил подход, в соответствии с которым результативность затрат на защиту среды рассматривается как самостоятельное направление в теории и практике определения экономической эффективности [1, 2]. Затраты на очистные сооружения и установки предлагается выделять из общего объема инвестиций в предприятие и расходов по его эксплуатации, определять для этих затрат свой собственный экономический результат и далее сопоставлять затраты с результатом, в том числе через показатели абсолютной эффективности.

Универсальным результатом природоохранных затрат при этом предлагается считать предупреждение или ликвидацию (снижение) экономического ущерба, который уже нанесен или фактически наносится загрязнением окружающей среды народному хозяйству, населению и природным ресурсам. Под ущербом в данном случае понимают подпадающие учету потери или дополнительные затраты вследствие загрязнения среды.

Самым сложным при любой интерпретации ущерба оказался вопрос о том, как определить его натуральную величину, т. е. о том, как изменятся в результате загрязнения среды заболеваемость населения, урожайность сельскохозяйственных культур, сроки службы производственных фондов и т. д.

Пока решено (и это решение заложено во Временной типовой методике) оценивать ущерб укрупненно.

В случае загрязнения атмосферы расчет выполняется следующим образом [2, с. 62—75]:

$$Y = \gamma \sigma f M, \quad (1)$$

где γ — ущерб, наносимый условной тонной выбросов (с 1986 г.— 2,4 р.);

σ — показатель относительной опасности загрязнения воздуха над территориями различных типов (определяется табличным способом и варьирует от 10 — для территорий курортов, заповедников, заказников до 0,025 — для лесов III группы);

f — расчетная поправка на характер рассеяния примесей в атмосфере;

M — приведенная масса загрязнений, усл. т.

Последний параметр находят по формуле

$$M = \sum_{i=1}^N m_i A_i, \quad (2)$$

где N — общее число примесей;
 m_i — годовой выброс примеси i -го вида, т;
 A_i — показатель относительной агрессивности i -й примеси (определяется по специальной методике или табличным способом; для оксида углерода $A = 1$, так что все выбросы приводятся к СО).

В настоящей работе на основе изложенных рекомендаций дана оценка ущерба, наносимого загрязнением атмосферы формальдегидом, выбрасываемым цехом ДСП при годовом объеме производства 8 тыс. м³ плит марки П-3.

При этом показатель σ принят равным 4, поскольку зона активного загрязнения выбранного производства приходится в основном на территорию промышленных предприятий [2, с. 64].

Поправка f была рассчитана по формуле

$$f = \frac{100}{100 + \varphi h} \frac{4}{1 + u}, \quad (3)$$

где φ — поправка на тепловой подъем факела выбросов в атмосфере;
 h — средняя высота источника выбросов по отношению к уровню зоны активного загрязнения, м;
 u — среднегодовая скорость ветра на уровне флюгера, м/с.

В свою очередь, φ рассчитывали следующим образом:

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75}, \quad (4)$$

где ΔT — среднегодовое значение разности температуры в устье источника выбросов и в окружающей атмосфере, °С.

Для расчетов приняты средние многолетние значения температуры воздуха и скорости ветра и данные технического обследования вытяжных систем цеха. При $\Delta T = 19,2$ °С, $\varphi = 1,26$, $h = 16,9$ м и $u = 3,8$ м/с поправка f составила 0,69.

Годовой выброс формальдегида цехом ($m_{\text{ф}}$) определен на основе годового выпуска плит (8 000 м³), их средней плотности (790 кг/м³) и среднего значения выделения формальдегида в расчете на 1 кг плит (6 910 мг).

Последний показатель принят по результатам исследований, выполненных в ЦНИИфанеры под руководством одного из авторов статьи. С учетом сказанного $m_{\text{ф}} = 43,7$ т.

Показатель относительной агрессивности формальдегида ($A_{\text{ф}}$) определен в соответствии с [2] по формуле

$$A_{\text{ф}} = a_{\text{ф}} \alpha \delta, \quad (5)$$

где $a_{\text{ф}}$ — показатель относительной опасности присутствия формальдегида в воздухе, вдыхаемом человеком;

α — поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязнителей в компонентах окружающей среды и в цепях питания, а также поступления примеси в организм человека неингаляционным путем;

δ — поправка, учитывающая действие на других реципиентов.

В свою очередь, $a_{\text{ф}}$ рассчитан по формуле

$$a_{\text{ф}} = \left(\frac{\text{ПДК}_{\text{ср}}^{\text{СО}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з}}^{\text{СО}}}{\text{ПДК}_{\text{ср}}^{\text{Ф}} \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з}}^{\text{Ф}}} \right)^{1/2}, \quad (6)$$

где $\text{ПДК}_{\text{cc}}^{\text{CO}}$ и $\text{ПДК}_{\text{cc}}^{\text{Ф}}$ — предельно допустимая среднесуточная концентрация, соответственно, оксида углерода и формальдегида в воздухе населенных мест, мг/м³;

$\text{ПДК}_{\text{р.з}}^{\text{CO}}$ и $\text{ПДК}_{\text{р.з}}^{\text{Ф}}$ — то же в воздухе рабочей зоны, мг/м³.

При α и δ , равных 1, $A_{\text{ф}} = a_{\text{ф}} = 200$, а M составило 8 740 усл. т в соответствии с формулой (2).

С учетом выполненных расчетов ущерб от загрязнения атмосферы составил 58 тыс. р.

В порядке обсуждения полученного результата отметим незначительную производительность цеха, выбранного в качестве базы для расчетов. Если учесть, что мощность производств ДСП достигает в некоторых случаях 250 тыс. м³ в год, то можно сделать вывод, что ущерб от загрязнения атмосферы формальдегидом достаточно велик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятиях по охране окружающей среды // Экон. газ.— 1980.— № 33.— С. 13—14.
[2]. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.— М.: Экономика, 1986.— 96 с.

Поступила 8 июля 1987 г.

УДК 630*6

ЕЩЕ РАЗ О ПРОДУКЦИИ И СУТИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

О. Н. АНЦУКЕВИЧ

ЛитНИИЛХ

В экономике лесного хозяйства важнейшее значение имеет правильная трактовка сути лесохозяйственного производства (ЛХП) и его продукции. К сожалению, в ряде публикаций Л. В. Овчинникова [2—4] эти положения были изложены довольно противоречиво, что не способствовало правильному уяснению их сути и содержания.

В качестве продукции ЛХП лесозаготовительного направления некоторые авторы признают лес на корню, переданный лесозаготовителям [2]. Отпуск леса по главному пользованию, который должен бы базироваться на объективном критерии, в действительности является субъективным фактором, результатом волевых решений. Его можно принять в большем или меньшем размере, утвердить как лесосечный фонд. Но это не значит, что он соответствует годичной продукции производства лесовыращивания.

Лесонасаждения защитного назначения, предназначенные к использованию за пределами лесного хозяйства, признаются продукцией, а в его пределах — это уже не продукция (или точнее продукция лишь в размере годичного отпуска леса по главному пользованию) [2]. Если же сажают в 2 раза больше леса, чем рубят, то половина посадок не будет включена в продукцию?!

Весьма настаивают утверждения: «На лесовыращивание затрачиваются государственные средства, поэтому и продукт в основной своей массе принадлежит непосредственно государству. Для удовлетворения общественных потребностей нет необходимости в его купле-продаже. Они удовлетворяются посредством распределения в прямой форме (например, централизованное распределение лесосечного фонда). Не-

посредственно общественный характер труда и его продукта в лесном хозяйстве не требует эквивалентности возмещения затрат при взаимодействии с другими отраслями» [2]. Согласно политэкономии социализма: «Сфера товарного обращения, где совершается превращение товарной формы стоимости в денежную и в товарную, составляет необходимую фазу общественного производства» [6, с. 408]. При этом: «Товарное обращение внутри государственного сектора народного хозяйства охватывает обращение средств производства между государственными производственными предприятиями, получившее название материально-технического снабжения. Здесь собственником товаров при их продаже и купле остается государство (общество). Движение товаров происходит на основе государственных планов, в соответствии с заключенными договорами и по ценам, утвержденным государством, в качестве и ассортимента, определяемых планом» [Там же, с. 411]. Поэтому ссылка Л. В. Овчинникова на исключительную собственность государства на леса ни в какой мере не доказывает, что лесное хозяйство не вовлекается в сферу товарных отношений.

Отрицание же необходимости эквивалентного возмещения затрат лесохозяйственного производства открывает дорогу нарушению элементарных основ самостоятельного функционирования любого производства.

В [3] говорится: «В самом общем понимании продукт представляет собою лес с конкретными полезными свойствами. В целесообразном отличии его от естественно выросшего леса и заключается результат труда». Это определение противоречит его же утверждениям, что лес на корню, кроме годовичного лесосечного фонда, не имеет стоимости и что продуктом труда является только лес в размере лесосечного фонда.

Требуют уточнения и высказывания типа: «На базе естественных производительных сил происходит превращение экономики, присваивающей продукты природы, в экономику, производящую их на основе естественных средств труда» [3].

Л. В. Овчинников пишет [2], что продуктом лесовыращивания является лес на корню, а затем утверждает, что лесовыращивание производит продукты на основе естественных средств труда. Созданные трудом лесонасаждения выступают не как естественные средства труда, а в качестве производственных фондов лесохозяйственного производства.

Противоречиво и такое утверждение: «...практически используются различные потребительные свойства или полезности леса, но они не могут быть отделены от него, поэтому ресурсами являются не эти свойства и полезности, а леса — их носители» [4]. Н. А. Монсеев придерживается другого мнения: «С точки зрения человеческих потребностей мы выделили следующие ресурсы: древесина, технические (недревесные), пищевые и кормовые, лекарственные, фауну, ресурсы охотничьего хозяйства, водные, защитные полезности, рекреацию, эстетику» [1, с. 55].

Неясным представляется и дальнейшее развитие Л. В. Овчинниковым понятия продукции лесохозяйственного производства. Так, он пишет: «...продуктом труда при лесовыращивании служит не весь запас или прирост запаса продукта леса, а лишь разница запасов или приростов естественно выросшего и выращенного леса и изменение природной формы его продуктов или самого леса как продукта» [4]. Получается, что выращенный лесной объект, если его параметры одинаковы или ниже, чем в естественно выросшем, — не продукт труда, хотя на него и затрачен общественный труд и он необходим для удовлетворения общественных потребностей. С другой стороны, автор утверждает, что и естественно выросший лес (продукт природы), но сохранившийся как

фонд для производственного и непроизводственного потребления, является продуктом лесохозяйственного производства [4]. В данном случае наблюдаем опять явное противоречие с предыдущим утверждением автора и опять отрицание трудовой основы продуктов труда.

В настоящее время во всех отраслях материального производства, в том числе и в отраслях агропромышленного комплекса последовательно проводится линия на расширение и углубление хозрасчета с переходом на самофинансирование предприятий. В явном противоречии с этой линией находится позиция, категорически отвергающая возможность и необходимость отраслевого финансирования процессов расширенного воспроизводства лесных ресурсов: «Затраты на накопление запаса ресурсов не должны возмещаться продуктом, поступающим в обращение» [5].

Автор этого утверждения пытается доказать теоретическую несостоятельность самофинансирования в лесохозяйственном производстве, заранее отвергая возможность полного хозрасчета в нем. В то же время он совершенно не поясняет, за счет каких источников должно совершаться расширенное воспроизводство лесных ресурсов.

В любом самостоятельно существующем производстве в условиях действия товарно-денежных отношений прежде всего подлежат стоимостной оценке все элементы его материальных средств. Л. В. Овчинников же утверждает: «Поэтому отпадает необходимость в стоимостной оценке накопленного запаса в процессе лесовыращивания. Учитывая, что остальной лес на корню не имеет стоимости, нет необходимости в стоимостной оценке леса на корню» [5], а также «...результаты производственной деятельности не выражаются стоимостными показателями (здесь не создается продукт и стоимость)» [4]. А доказательством последнего автор считает тот факт, что почти все услуги лесного хозяйства населению оказываются бесплатно.

Мало того, он считает, что производство продуктов леса и производство средоохранительных и рекреационных ресурсов леса нельзя свести к единой размерности и выразить в общей характеристике [4]. Все это ведет практически к отрицанию возможности экономической организации лесохозяйственного производства вообще и многоцелевого его назначения в частности, так как, если основной вид национального богатства — накопленные запасы древесины — не подлежат стоимостной оценке, они полностью исключаются из экономического оборота и из экономического процесса лесохозяйственного производства. Без стоимостного учета их нельзя учитывать и планировать в составе национального богатства страны. А это все открывает путь к бесхозяйственному и бесконтрольному их использованию и полностью противоречит задаче экономического стимулирования наиболее рационального и экономичного использования лесных ресурсов.

Сейчас уже почти никто не отрицает необходимости организации специализированных лесохозяйственных производств: эксплуатационного направления на древесину, рекреационного, защитного и т. п. Спрашивается, как можно организовать, скажем, лесохозяйственное производство рекреационного направления, если в результате его не получается никакой стоимости? С чем же сопоставлять в таком производстве производственные затраты и чем и в каком размере их покрывать?

Надо полагать, Л. В. Овчинников не отрицает наличия затрат общественно необходимого труда на специализированное рекреационное производство. Но тогда возникает вопрос, чем же, по его мнению, создается стоимость?

Подобное изложение основных положений экономики лесохозяйственного производства может привести к искаженному пониманию основ-

ных целей и задач экономической работы в области лесного хозяйства, тем более, что они предназначались в помощь изучающим экономику лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 264 с. [2]. Овчинников Л. В. Лесное хозяйство в системе народного хозяйства // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 8.— С. 17—20. [3]. Овчинников Л. В. Производительная сила труда в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во.— 1983.— № 4.— С. 8—10. [4]. Овчинников Л. В. Лесохозяйственное производство: результаты, затраты, критерии оценки эффективности // Лесн. хоз-во.— 1983.— № 11.— С. 21—23. [5]. Овчинников Л. В. Продукция лесохозяйственного производства // Лесн. хоз-во.— 1984.— № 10.— С. 34—37. [6]. Политическая экономия. Т. 2 / А. М. Румянцев, Т. С. Качатуров, О. Т. Богомолов и др.— М.: Политиздат, 1976.— 574 с.

Поступила 16 марта 1987 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*241 : 630*235.1

**СРАВНЕНИЕ
ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЧАСТИЧНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ПОСЛЕ КРОНОКОШЕНИЯ**

А. С. ТИХОНОВ, В. Ф. КОВЯЗИН

Брянский технологический институт
Ленинградская лесотехническая академия

В условиях тайги и подзоны смешанных лесов культуры ели часто подавляются березой и осиной. Для выращивания ели в I ярусе необходимы очень сильные рубки ухода уже в стадии чащи, но такие осветления и прочистки затруднены из-за дефицита рабочей силы, низкой механизации работ.

Одним из путей повышения производительности труда в текущей пятилетке должна стать механизация первых рубок ухода. Полная механизация (машинизация) осветлений и прочисток может быть внедрена при коридорном кронокошении [1, 4]. Приведем характеристику лесоводственно-таксационных показателей молодняка через 8 лет после рубок ухода этим способом.

Исследования проводили на опытном объекте А. С. Тихонова в квартале 95 Лисинского лесхоза Ленинградской области. Здесь на вырубке 1965 г. весной 1966 г. были высажены в пласт борозды 2-летние сеянцы ели. Густота культур 2 500 шт./га, расстояние между рядами 5 м и более. Первый лесоводственный уход проведен в 1975 г., когда ель имела высоту 0,7 м. Сомкнутость листового яруса была 0,8. Осветление выполняли коридорами шириной 3 м, срезая листовые породы по трем вариантам: на высоте 1; 1,5 и 2 м. Через 8 лет была проведена перечислительная таксация, данные обработаны по методикам А. С. Тихонова [3] и В. С. Моисеева [2]. Ко II ярусу относили ели с закрытой вершиной, листовые деревья с обрезанной вершиной и новое поколение, возникшее в осветленном коридоре. Наилучшие результаты получены при высоте среза 1 м (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение средних таксационных показателей 18-летнего молодняка через 8 лет после кронокошения на высоте 1 м

Время и место измерения	Ярус	Состав		Средние		Полнота	Густота, шт./га	Запас, м ³ /га
		по густоте	по запасу	высота, м	диаметр, см			
1984 г., контроль	I	5,6Ос	5,7Ос	6,4	3,5	0,71	5 363	21,4
		4,4Б	4,3Б	7,0	3,7		4 150	16,1
	II	10Е	10Е	2,3	2,0	0,20	2 466	2,7
1984 г., кронокошение	I	3,1Е	3,8Е	5,2	2,8	0,69	989	6,8
		4,6Б	3,9Б	6,8	4,0		1 467	9,2
		2,3Ос	2,3Ос	6,5	3,9		734	5,3
	II	4,8Е	4,1Е	3,0	1,8	0,24	1 206	4,6
		3,0Б	3,1Б	3,6	1,6		764	3,5
		2,2Ос	2,8Ос	3,6	1,5		542	3,2

Ель в коридорах находится в I ярусе и составляет более 3 единиц состава. Сомкнутость полога при всех высотах среза ниже контроля на 6...10,4 %, а общая густота ниже на 35...39 %, так как обезвершиненная осина погибла, а новое возобновление ее почти отсутствует.

Особый интерес представляет изменение таксационных показателей молодняка в зависимости от высоты среза мелколиственных пород (табл. 2).

Важнейшим показателем эффективности коридорного кронокошения является встречаемость ели. Она сохраняется высокой и при срезе на 1,5 м. При большей высоте среза встречаемость ели начинает снижаться.

Таблица 2

Таксационные показатели молодняка при ширине междурядий 6 м после кронокошения в 3-метровых коридорах при различной высоте среза

Высота среза, м	Ярус	Состав		Средние		Полнота	Сомкнутость пологая	Встречаемость ели, %	Густота, шт./га	Запас, м³/га
		по густоте	по запасу	высота, м	диаметр, см					
1	I	3,1Е	3,8Е	5,2	2,8	0,69	0,72	42	989	6,8
		4,6Б	3,9Б	6,8	4,0				1467	9,2
		2,3Ос	2,3Ос	6,5	3,9				734	5,3
	II	4,8Е	4,1Е	3,0	1,8	0,24	0,50	83	1206	4,6
		3,0Б	3,1Б	3,8	1,6				764	3,5
		2,2Ос	2,8Ос	3,8	1,5				542	3,2
1,5	I	3,3Е	3,9Е	5,3	3,0	0,68	0,70	48	926	9,4
		4,2Б	3,7Б	6,9	4,2				1196	8,3
		2,5Ос	2,4Ос	6,8	4,0				692	5,5
	II	4,5Е	4,1Е	3,2	2,0	0,18	0,29	83	1406	4,3
		3,0Б	3,1Б	4,0	2,1				937	3,3
		2,5Ос	2,8Ос	3,8	2,0				781	3,0
2	I	3,2Е	3,7Е	5,0	2,9	0,69	0,70	37	951	8,8
		4,3Б	4,1Б	6,8	4,0				1269	9,8
		2,5Ос	2,2Ос	6,8	4,0				721	5,3
	II	3,5Е	3,5Е	3,1	1,9	0,16	0,30	75	1009	4,5
		3,7Б	3,4Б	3,8	1,8				1079	4,3
		2,8Ос	3,1Ос	3,9	1,8				795	4,0

Таблица 3

Таксационные показатели молодняка при различной ширине междурядий и высоте среза 1 м

Ярус	Состав		Средние		Сомкнутость пологая	Встречаемость ели, %	Густота, шт./га	Запас, м³/га
	по густоте	по запасу	высота, м	диаметр, см				

Междурядья шириной 4 м

I	3,8Е	3,9Е	5,4	3,1	0,65	50	1095	7,7
	4,3Б	4,0Б	6,4	3,8			1246	7,0
	1,9Ос	2,1Ос	6,0	3,5			522	3,7
II	3,9Е	4,0Е	2,9	2,0	0,28		1100	8,9
	3,5Б	3,2Б	3,8	1,8			985	5,5
	2,6Ос	2,8Ос	3,9	2,0			724	4,8

Междурядья шириной 6 м

I	3,1Е	3,8Е	5,2	2,8	0,72	42	989	6,8
	4,6Б	3,9Б	6,8	4,0			1467	9,2
	2,3Ос	2,3Ос	6,5	3,9			734	5,3
II	4,8Е	4,1Е	3,0	1,8	0,30		1206	4,6
	3,0Б	3,1Б	3,8	1,6			764	3,5
	2,2Ос	2,8Ос	3,6	1,5			542	3,2

Междурядья шириной 8 м

II	2,6Е	2,7Е	4,9	2,7	0,74	38	882	5,4
	4,9Б	4,5Б	7,2	4,4			1664	9,3
	2,5Ос	2,8Ос	8,9	4,3			867	5,8
II	5,7Е	5,8Е	3,2	2,2	0,29		1313	8,1
	2,5Б	2,3Б	3,6	1,9			567	3,2
	1,8Ос	1,9Ос	3,5	1,8			409	2,7

Таким образом, состав молодняка улучшается при кронокошении на высотах 1,5 м и ниже. Средние высоты и диаметры ели также повышаются в молодняке, где срезаение проводили ниже 1,5 м. Отсюда можно заключить, что уход за елью нужно проводить на высотах не более 1,5 м. Повторные рубки ухода целесообразны через 10 лет селективным или схематичным методом.

Для практики важно знать изменения таксационных показателей молодняка при различной ширине междурядий культур. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Из таблицы видно, что кронокошение дает наилучший состав по ели при ширине междурядий 4 и 6 м. На этих участках встречаемость ели в I ярусе достигает 50 и 42 %. В контроле ель в I ярусе отсутствует. При 4-метровых междурядах коэффициент состава ели по запасу 3,9, при 6-метровых — 3,6 единицы. Сомкнутость полога во всех случаях высокая и достигает 0,9...1,0. Следовательно, кронокошение можно проводить в культурах ели, созданных рядами, с расстоянием между ними 4...6 м.

Итак, кронокошение следует проводить в 6—15-летних культурах ели с между-рядьями 4...6 м. Высота среза не должна превышать 1,5 м, ширина коридора 3...4 м. При этих условиях наблюдаются наилучшие таксационные показатели после рубок ухода по новому способу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ковязин В. Ф. Лесоводственные основы механизированного коридорного ухода за культурами ели: Автореф. дис... канд. с.-х. наук.— Л.: ЛТА, 1985.— 19 с.
[2]. Моисеев В. С. Таксация молодняков.— Л.: ЛТА, 1971.— 343 с. [3]. Тихонов А. С. Примесение отрицательных ступеней толщины в таксации молодняка // Лесн. журн.— 1972.— № 1.— С. 26—28.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Тихонов А. С. Новый способ ухода за еловыми культурами, заросшими березой и осинкой // Лесн. журн.— 1982.— № 6.— С. 35—38.— (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 631.524

ИНТРОДУЦЕНТЫ ЛЕСОВ УКРАИНЫ

А. А. КАЛИНИЧЕНКО

Украинская сельскохозяйственная академия

Региональной программой развития лесного хозяйства «Лес» перед лесоводами Украинской ССР поставлена задача увеличить средний прирост древесины на 1 га на 27 %, а средний запас — на 24 % [1]. Это значит, что средний прирост древесины на 1 га должен возрасти примерно на 1 м³, а средний запас — на 50...60 м³/га.

Такой интенсификации лесного хозяйства можно добиться в результате реализации комплекса мероприятий. В их число И. С. Мелехов [3], К. К. Калущкий и др. [2] включают также обновление и улучшение состава лесов путем внедрения быстрорастущих и высокопродуктивных местных и инорайонных древесных видов.

Первые опыты по использованию инорайонных древесных видов в лесных насаждениях Украины следует отнести, по-видимому, к концу XVIII — началу XIX столетий. Так, в 1787 г. были предприняты попытки создать лесные насаждения на южных черноземах вблизи Николаева путем посева желудей дуба, а затем в начале XIX столетия начали облесять Нижнеднепровские пески, используя различные виды деревьев и кустарников.

Около 200 лет назад в лесные культуры на южных склонах Вигорат-Гусинского хребта Карпат был введен каштан съедобный. Сейчас его высота достигает 28 м.

С 1804 г. в лесах Украины создают насаждения с участием лиственниц — европейской, польской, сибирской, а затем — западной, чешуйчатой, американской, даурской. В настоящее время на Украине нет лесхоззагов, которые не имели бы лиственничных лесных культур. Некоторые из них, например насаждения лиственницы польской в Дзержинском лесничестве Городницкого лесхоза Житомирского областного управления лесного хозяйства и лесозаготовок, являются примером целесообразности использования инорайонных древесных видов для повышения продуктивности лесов.

Кроме лиственницы польской, из числа местных видов на Украине расширяется ареал бука лесного и лиственницы европейской, отличающихся высокой продуктивностью, сосны крымской, обладающей высокой устойчивостью в тяжелых условиях произрастания, ели обыкновенной и др.

В использовании новых видов деревьев и кустарников в лесных насаждениях Украины важную роль сыграли опытные лесничества и лесные опытные станции, дендрологические и ботанические сады. Заметный вклад в это дело внесли в Киевской области работники Голосеевского, Белоцерковского, Томиловского, Клавдиевского, Фастовского, Старопетровского лесничеств, Ржищевской и Каневской ГЛМС; в Винницкой — Винницкого, Пятничанского, Жмеринского, Соболевского, Катюжанского; в Черкасской — Уманского, Тальновского, Корсунского; в Днепропетровской — Грушо-

ватского, Пятихатского; в Кировоградской — Знаменского; в Полтавской — Карловского, Россошенского; в Харьковской — Красно-Тростянецкого, Изюмского, Змеевского, Чугуево-Бабчанского; в Черниговской — Ичнянского, Покульского, Новоселицкого; в Львовской — Рудского; в Тернопольской — Гермаковского лесничества. Эти и другие лесничества республики вводили в лесные насаждения ель белую и сибирскую, пихту белую, бальзамическую и сибирскую, псевдотсугу Мензиези, сосну веймутову, Банка, горную, кедровую корейскую и сибирскую, тую западную, лиственницу сибирскую, тонкокошуйчатую и даурскую, можжевельник виргинский, биоту восточную, бархат амурский, орех грецкий, черный и маньчжурский, дуб бореальный, гикори косматый, белый и горький, акацию белую, карагану кустарниковую, аморфу кустарниковую, вяз туркестанский, клен ясенелистный и серебристый, лох узколистный, скумпию кожевную, софору японскую, гледичию трехлопчатую, каркас западный, ясен зеленый и пушистый, шелковицу белую, маклюру, липу серебристую, сирень обыкновенную, облепиху, птелею трехлистую, айлант высочайший, каштан конский обыкновенный, разные виды шиповника, боярышника, тамарисков, ив, тополей.

Всего в лесные насаждения Украины вводили около 100 видов древесных растений, но в большинстве случаев их испытание было ограниченным, высаживались они в небольшом количестве и без обстоятельного предварительного изучения. Поэтому в настоящее время нам удалось насчитать в лесах Украины 57 видов деревьев, кустарников и лиан, происходящих из Северной Америки, Дальнего Востока, Средней Азии, Кавказа, Западной Сибири, Восточной Сибири, Китая и Японии (см. таблицу).

Распределение числа видов по жизненным формам и происхождению интродуцентов

Происхождение интродуцентов	Деревья			Кустарники		Лианы	Всего
	I	II	IV	I	II		
Европейская часть СССР (кроме Украины)	—	—	—	1	1	—	2
Кавказ	1	2	—	—	—	1	4
Западная Сибирь	2	—	—	—	—	—	2
Восточная Сибирь	—	1	—	—	—	—	1
Средняя Азия	1	1	4	1	—	—	7
Дальний Восток	2	4	2	—	1	1	10
Северная Америка	19	4	—	—	5	—	28
Китай, Япония	—	—	—	—	3	—	3
Итого	25	12	6	2	10	2	57

Примечание. I—IV — величина деревьев и кустарников.

Следовательно, в лесах Украины испытано немногим более 1 % древесных видов природной флоры СССР и завезенных в дендропарки и ботанические сады из других стран мира. Больше всего в украинских лесах встречается североамериканских видов (около 50 %). Меньше половины всех лесных интродуцентов происходит из других районов Советского Союза.

При испытании интродуцентов лесоводы Украины отдают предпочтение деревьям первой (20 видов) и второй (10 видов) величины, как наиболее хозяйственно ценным и продуктивным. Мало испытано в культуре кустарников и лиан, хотя среди них тоже могут быть виды, перспективные для лесов, как почвоулучшающие, дающие ценное техническое и лекарственное сырье, съедобные плоды.

Из испытанных на Украине к числу перспективных можно отнести около 15 видов. Так, в Лесостепи и Карпатах высокопродуктивны насаждения псевдотсуги Мензиези, дуба бореального, ореха черного, акации белой. Заметно участие в лесных насаждениях сосны Банка, бархата амурского, клена ясенелистного и других пород, которые не являются лесообразующими на Украине, но отдельные их положительные свойства в ряде случаев могут быть использованы.

Отрицательные результаты получены при испытании в насаждениях ореха грецкого и маньчжурского в целях получения ценной древесины. Не выполняют роли подлеска аморфа кустарниковая, акация желтая, птелея трехлистая. Потеряли свое значение бархат амурский как пробконос и бересклеты как гутаперченосы.

Небольшой срок испытания в насаждениях Украины лиственницы даурской, сосны кедровой корейской и сибирской, лещины древовидной и некоторых других видов не дает возможности судить об их поведении в культуре, хотя по ряду признаков они представляют интерес для лесного хозяйства.

Таким образом, инорайонные древесные виды начали вводить в леса Украины более 200 лет назад. Длительное время многие исследователи эту работу вели эмпирически, поэтому лишь немногие интродуценты получили широкое распространение в культуре.

Внедрению новых древесных видов в лесные насаждения должно предшествовать глубокое теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности их использования в конкретных условиях местопроизрастания.

Для обогащения видового состава и повышения продуктивности лесных насаждений Украины в первую очередь должны быть использованы высокопродуктивные древесные виды других районов Советского Союза.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Байтала В. Д. Задачи украинских лесоводов // Лесн. хоз-во.—1983.— № 10.— С. 6—7. [2]. Калужский К. К., Крылов Г. В., Болотов Н. А. Опыт и перспективы интродукции древесных пород в создании лесов будущего // Лесн. журн.—1981.— № 5.— С. 6—14.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Мелехов И. С. Лесоведение и лесоводство.— М.: МЛТИ, 1970.— 148 с.

УДК 621.828.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ШАРНИРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

В. Н. АНДРЕЕВ, О. Л. ХРАМЦОВА, Г. Ф. ХРАМЦОВ

Ленинградская лесотехническая академия
Хабаровский политехнический институт

Как известно, каждое техническое устройство можно охарактеризовать определяющим параметром, который служит мерой изменения качества объекта. Для тяжело нагруженных шарниров соединений лесных машин это износ (I).

Износ — функция времени, в связи с чем одним из основных показателей его является скорость изнашивания ($V_{и}$), т. е. отношение величины износа ко времени, в течение которого он возникает:

$$V_{и} = \frac{dI}{dt}.$$

Износ шарниров, который вызывает изменение линейных размеров и увеличение зазоров между сопряженными деталями, протекает до определенного предельного значения $I_{пр}$. Превышение износа за предельно допустимый параметр повлечет чрезмерное увеличение динамических нагрузок на элемент или группу их, в частности, на элемент металлоконструкций технологического оборудования лесных машин.

Поэтому можно считать, что отказ в шарнирном соединении соответствует превышению износа или скорости изнашивания за предельно допустимые параметры $I_{пр}$ и $V_{и, пр}$. Износ и скорость изнашивания — величины случайные, зависящие от действия многих факторов. Для тяжело нагруженных низкоскоростных шарниров лесных машин характеристики износа зависят от нагрузки, которая, в свою очередь, является случайной величиной.

При прогнозировании показателей долговечности шарниров особенно важен учет случайного характера действующих нагрузок, а также случайного протекания процессов износа. Наиболее точно такой учет может быть произведен на основе всесторонних эксплуатационных испытаний и соответствующей статистической обработки информации. Однако этот путь трудоемок и дорог. Поэтому целесообразно достоверные характеристики получать комплексным методом, используя экспериментальные данные в качестве исходной информации.

При прогнозировании ресурса шарниров исходными данными являются математическое ожидание $mV_{и}$ и дисперсия $DV_{и}$ скорости изнашивания материала шарниров в стационарный период работы. Их можно определить в результате испытаний на стенде, имитирующих работу шарниров лесных машин, в характерном нагрузочно-скоростном диапазоне для нескольких значений нагрузок (P_1, P_2, \dots, P_n), с учетом вероятностных характеристик распределения нагрузок в шарнирах лесных машин mP и DP , полученных при эксплуатационных испытаниях.

Результаты стендовых испытаний позволяют установить зависимости

$$mV_{и} = f(P); \quad DV_{и} = f(P).$$

Они, как правило, имеют нелинейный характер и достаточно точно аппроксимируются уравнениями вида:

$$mV_{и} = a_0 + a_1P + a_2P^2; \quad (1)$$

$$DV_{и} = b_0 + b_1P + b_2P^2. \quad (2)$$

Однако, поскольку в реальных шарнирах случайная функция скорости изнашивания зависит от случайного аргумента нагрузки, стохастическая связь между которыми имеет вид:

$$\hat{V}_{и} = f(\hat{P}), \quad (3)$$

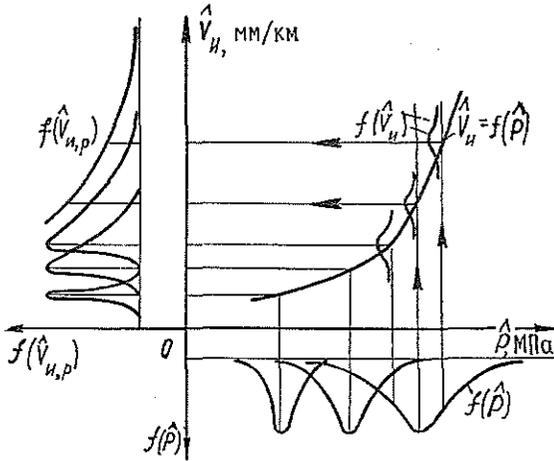


График зависимости скорости изнашивания шарниров ($\hat{V}_{и}$) от действующей на них нагрузки (\hat{P}): $f(\hat{V}_{и})$ — плотность распределения скорости изнашивания в характерном нагрузочном скоростном диапазоне для дискретных значений нагрузок; $f(\hat{P})$ — плотность распределения нагрузок в шарнире; $f(\hat{V}_{и, p})$ — плотность распределения скорости изнашивания, полученная с учетом случайного характера нагружения

представленный на рисунке, необходимо выполнить пересчет характеристик износа на реальные условия эксплуатации по нагрузке. Такой пересчет можно осуществить следующим образом. Имея в виду, что распределение нагрузок в шарнирах подчиняется нормальному закону распределения [1, 2] и зная величину mP и DP , можно случайную нагрузку \hat{P} представить в виде суммы:

$$\hat{P} = mP + DP\hat{\xi}_1, \quad (4)$$

где $\hat{\xi}_1$ — случайное число из таблиц случайных чисел, имеющих нормальное нормированное распределение.

Тогда, используя зависимости (1), (2), можно получить случайные величины $m\hat{V}_{и, p}$ и $D\hat{V}_{и, p}$:

$$m\hat{V}_{и, p} = a_0 + a_1\hat{P} + a_2\hat{P}^2; \quad (5)$$

$$D\hat{V}_{и, p} = b_0 + b_1\hat{P} + b_2\hat{P}^2. \quad (6)$$

Случайная величина $\hat{V}_{и, p}$ определяется по выражению

$$\begin{aligned} \hat{V}_{и, p} = & [a_0 + a_1(mP + DP\hat{\xi}_1) + a_2(mP + DP\hat{\xi}_1)^2] + \\ & + [b_0 + b_1(mP + DP\hat{\xi}_1) + b_2(mP + DP\hat{\xi}_1)^2]\hat{\xi}_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Процесс вычисления сводится к многократным расчетам искомой величины $\hat{V}_{и, p}$. Имея ряд дискретных значений $V_{и, p}$, можно получить закон распределения

и вероятностные характеристики $mV_{и,р}$ и $DV_{и,р}$, которые используются при прогнозировании технического ресурса шарниров.

Математическое ожидание наработки шарнира определяют по выражению

$$mT = \frac{I_{пр} - mI_0}{mV_{и,р}}, \quad (8)$$

где mI_0 — сумма начального зазора в сопряжении и приработочного износа.

По имеющимся данным легко определить параметры аппроксимирующей функции плотности распределения ресурса, величину гамма-процентного ресурса, вероятности безотказной работы шарниров от удельного давления и далее, задаваясь допустимым по условиям эксплуатации сроком службы шарнира, найти допускаемое удельное давление.

Приведенная методика позволяет учесть нелинейный характер связи между случайными величинами $\widehat{V}_{и}$ и \widehat{P} и прогнозировать вероятностные характеристики ресурса шарниров на стадии проектирования по результатам лабораторных испытаний с учетом условий реальной эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ерыгин Б. А. Исследование работоспособности узлов трения гидроманипуляторов лесосечных машин: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1982.— 19 с.
[2]. Кралин В. С. Статистическая оптимизация манипуляторов лесозаготовительных машин по критерию материалоемкости: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Л.: ЛТА, 1982.— 19 с.

УДК 674.072

СКОРОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВОЗГОРАНИИ

Р. И. РЫКОВ

Восточно-Сибирский технологический институт

При 270...290 °С древесина возгорается с изменением геометрических размеров сечения — наиболее существенных характеристик, определяющих предел огнестойкости конструкций. При 500...800 °С образуется слой угля, затем пламя может исчезнуть и начинается обезвоживание нижележащего слоя древесины [2]; при 800...1000 °С он воспламеняется и при дальнейшем нагреве превращается в пепел.

Время начала воспламенения зависит от влажности древесины. При 10...14 % воспламенение начинается через 2...4 мин, а при 18...26 % — через 5...6 мин [1]. В расчетах принимают $\tau_0 = 3...5$ мин [1]. Горение антипирированных деревянных конструкций из-за прогрева до температуры 600 °С, при которой загорается огнезащитная древесина, начинается через 8 мин. Воспламенение антипирированной фанеры наступает также позже непропитанной.

Глубина обугливания (деструкции) определяется непосредственно удалением сгоревшей части стальной щеткой, причем не установлена зависимость глубины обугливания от вида напряженного состояния конструкции.

Важно изучить процесс трещинообразования в зависимости от вида напряжения, особенно при растяжении, скалывании, растяжении в поперечном изгибе. Для несущей способности древесины неблагоприятно наличие трещин, которые при горении увеличиваются.

Глубину обугливания трещин можно определить по методике измерения глубины гнили по ГОСТ 18610—73 металлическим щупом, имеющим на конце сечение 0,5 × 4 мм. Щуп длиной 18 см имеет деления и позволяет измерять глубину деструктивировавшейся древесины с точностью до 0,5 мм.

Для определения предела огнестойкости деревянных конструкций важно найти скорость распространения пламени по поверхности древесного материала, по существу являющейся характеристикой разрушения сечения элемента вдоль его длины. С увеличением плотностей древесины распространение пламени уменьшается. М. Я. Ройтман считает экспериментально определяемую скорость распространения пламени пониженной в десятки раз по сравнению с реальной в условиях пожара (до 40 м/мин).

Следовательно, процесс разрушения древесины при пожаре можно представить как процесс, развивающийся в двух плоскостях: по поверхности и вглубь древесины. Это явление можно описать аналитически.

Скорость деструкции древесины при нагреве можно определить по времени достижения части элемента критических температур. При этом сопротивление древесины

определенной породы с учетом t (температура) и W (влажность) равно расчетному, по которому нагружается сечение. В случае недогрузки критическая температура наступает при равенстве сопротивления реальным напряжениям древесины от нагружения

$$R = R^{BP} m_t k_{дл},$$

где R — расчетное сопротивление;
 R^{BP} — временное сопротивление;
 m_t — коэффициент, учитывающий влияние температуры;
 $k_{дл}$ — коэффициент длительного сопротивления.

В левой части отражено изменение сопротивления древесины при нагреве с учетом длительного нагружения t , W при данном напряженном состоянии. Учитывая полученные данные, значения критических температур $t_{кр}$ (температур разрушения элементов) определяют из выражений для элементов различной влажности: при растяжении

$$R_p = R_p^{BP} (1 - 0,009 (W_i - 12) - 0,0383 (t_{кр} - 20)) k_{дл}. \quad (1)$$

Здесь R_p — расчетное сопротивление древесины на растяжение;

R_p^{BP} — временное сопротивление древесины на растяжение;

при сжатии

$$R_{сж} = R_{сж}^{BP} (1 - 0,03 (W_i - 12) - 0,0035 (t_{кр} - 20)) k_{дл}^c; \quad (2)$$

при поперечном изгибе

$$R_{из} = R_{из}^{BP} (1,587 - 0,474 (W_i - 12) - 0,205 \ln t_{кр}) k_{дл}^H; \quad (3)$$

при скальвании

$$R_{ск} = R_{ск}^{BP} (1 - 0,0153 (W_i - 12) - 0,0029 (t_{кр} - 20)) k_{дл}^{ск}. \quad (4)$$

при смятии:

а) поперек волокон по всей площади

$$R_{см} = R_{см}^{BP} (0,115/t_{кр} + 0,005) k_{дл}^{см}; \quad (5)$$

б) при местном поперек волокон

$$R_{см} = R_{см}^{BP} (1,71 - 0,25 \ln t_{кр}) k_{дл}^{см}; \quad (6)$$

в) под углом $40 \dots 50^\circ$

$$R_{см} = R_{см}^{BP} (1,25 - 0,0027 t_{кр} - 4,43/t_{кр}) k_{дл}^{см}. \quad (7)$$

Значения критических температур $t_{кр}$ определяем из формул (1)–(7) (табл. 1).

В формулах (2)–(7) обозначено:

$R_{сж}^{BP}$ — временное сопротивление на сжатие;

$R_{из}^{BP}$ — то же на изгиб;

$R_{ск}^{BP}$ — то же на скальвание;

$R_{см}^{BP}$ — то же на смятие;

W_i — влажность i -го слоя;

$k_{дл}^c$ — коэффициент длительного сопротивления на сжатие;

$k_{дл}^H$ — то же на изгиб;

$k_{дл}^{ск}$ — то же на скальвание;

$k_{дл}^{см}$ — то же на смятие.

По значениям критических температур можно вычислить скорость движения критической температуры в древесине. Для расчета воспользуемся данными по росту температуры в сечениях по площади.

В общем виде скорость термодеструкции a_i

$$a_i = \frac{\Delta b_i}{\tau_i(t_{кр}) - \tau_{i-1}(t_{кр})},$$

где Δb_i — толщина слоя;

τ_i, τ_{i-1} — время наступления $t_{кр}$ в i - и $i-1$ -м слоях.

Скорости термодеструкции определяют, например, для каждого из i слоев, в случае $\Delta b = 2$ см:

в 1-м слое

$$\alpha_1 = \frac{2}{(t_{кр} - 20)/7,3 + 20 - (t_{кр} - 20)/42,1}; \quad (8)$$

Таблица 1

Влаж- ность, %	Значения критических температур для характеристики элемента (СНиП-П-25-80, табл. 3, п. 1)											
	а			б			в			г		
	для сорта											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	233	235	233	220	222	202	208	208	181	—	195	202
6	181	183	181	169	170	150	156	157	129	—	143	150
11	139	141	138	126	127	107	114	114	94	—	101	107

Примечание. а, б, в, г — рубрикация по размерам сечения деревянных элементов по СНиП-П-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования.

во 2-м слое

$$\alpha_2 = \frac{2}{(t_{кр} - 20)/4,4 + 13,5 - (t_{кр} - 20)/7,9 + 2}; \quad (9)$$

в 3-м слое

$$\alpha_3 = \frac{2}{(t_{кр} - 20)/3,5 + 29 - (t_{кр} - 20)/4,4 + 13,5}; \quad (10)$$

в 4-м слое

$$\alpha_4 = \frac{2}{(t_{кр} - 20)/3,2 + 58 - (t_{кр} - 20)/3,5 + 29}. \quad (11)$$

Таким образом, можно аналитически описать скорости деструкции нагретой древесины с учетом сортности древесины, вида деревянного элемента, расположения слоя по толщине (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика элемента	Влаж- ность, %	Скорость термодеструкции изгибаемых элементов ($\times 10^{-5}$, м/мин) при нагреве для сорта											
		1				2				3			
		для слоя											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
а	11	117	76	83	61	131	82	87	62	9	64	74	58
б	6	—	—	—	—	51	42	55	52	—	—	—	—
>	11	144	86	9	62	164	93	94	63	144	86	9	62
в	6	55	44	57	53	65	5	63	55	61	48	61	54
>	11	176	97	96	64	206	105	101	64	194	102	99	64
г	6	—	—	—	—	82	6	71	57	—	—	—	—
>	11	—	—	—	—	261	117	107	66	143	86	9	62

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Отставнов В. А., Романенков И. С. Обеспечение огнестойкости деревянных конструкций // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов.-финск. симпоз.— Тбилиси: Б. И., 1980.— С. 15—20. [2]. Таубкин С. И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов.— М.: Минкомхоз РСФСР, 1960.— С. 246. [3]. Holm S. A survey of the goals and results of fire endurance investigations especially from the viewpoint of glued laminated structures // Огнестойкость деревянных конструкций: Тр. сов.-финск. симпоз.— Тбилиси: Б. И., 1980.— С. 17—45.

УДК 674.08

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ОТХОДОВ ОКОРКИ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ

Ф. Х. ХАКИМОВА, А. Д. КАЛЕГИН, Я. М. МЕЛЛЕР,
Т. Н. КОВТУН

Пермский политехнический институт

На целлюлозно-бумажных предприятиях значительную часть потерь древесины составляют отходы окорки. Утилизация их — наиболее слабое звено в системе комплексного использования древесного сырья.

В настоящее время основное направление использования отходов окорки — сжигание, что в большинстве случаев экономически нецелесообразно. По этой причине [2] сохраняется тенденция к увеличению на территориях предприятий ЦБП запасов коры, являющихся источником загрязнения окружающей среды, особенно водоемов. Вывоз же коры на свалки вызывает непроизводительные затраты, при этом бесмысленно уничтожается ценный органический продукт.

Из большого количества методов переработки отходов окорки наиболее перспективна, по нашему мнению, переработка в органоминеральные удобрения. Это направление гарантирует не только непрерывную реализацию готового продукта (компоста), но и несет общественно полезную функцию в выполнении продовольственной программы.

Производство удобрений из отходов окорки реализовано на ряде предприятий и на их качество разработаны технические условия. При этом важны устойчивые двусторонние связи между производством и потреблением удобрений. Примерами таких связей могут служить установившиеся взаимоотношения ПМО Кировмебель — совхоз «Красногорский», Балахнинский ЦБК — совхоз «Правдинский».

В данной работе приведены результаты изучения состава отходов окорки Пермского ЦБК различной продолжительности хранения и проверки возможности использования их в качестве органоминерального удобрения.

Пермский ЦБК относится к разряду небольших предприятий. Среднегодовой объем образующейся коры в последние годы невелик — 20...25 тыс. т/год, что связано с поставками на предприятие значительной части сырья в виде готовой технологической щепы. В качественном отношении эти отходы весьма неоднородны, так как предприятие производит не только полуцеллюлозу из лиственной древесины, но и древесную массу из еловой древесины.

Существующие в настоящее время методы переработки коры ориентированы либо только на хвойные или лиственные породы, либо на конкретную породу (осина, береза и т. п.).

Для рационального использования отходов окорки необходимы возможно полные сведения о химическом составе их. Химический состав свежей коры распространенных хвойных и лиственных пород изучен достаточно подробно [1]. Однако в литературе весьма ограничены сведения о химическом составе отходов окорки длительного хранения на открытых площадках (свалках). Поэтому нами определен химический состав отходов окорки Пермского ЦБК различной продолжительности хранения (ориентировочно от 1 до 20 лет, табл. 1). Образцы для анализа отбирали из отвалов с глубины примерно 1 м. В табл. 1 приведена также характеристика свежей коры еловой и березовой древесины — основных пород, используемых в производстве на Пермском ЦБК.

Как видно из данных табл. 1, около 50 % массы коры составляет лигнин — важнейшее звено в синтезе молекул гуминовых веществ. Кора богата также целлюлозой.

Кора ели и березы (образцы 1 и 2) различается по химическому составу весьма существенно, что соответствует данным литературы. Следует отметить повышенное содержание лигнина в березовой коре, возможно, вследствие того, что его определяли без предварительного выделения из коры суберина, количество которого в бересте значительно — около 40 %.

Старая кора (5...20 лет хранения) по внешнему виду имеет мелкозернистую структуру, хорошую сыпучесть, цвет от темно-бурого до черного в зависимости от продолжительности хранения, с многочисленной жизнедеятельной микрофлорой, микроорганизмами, что свидетельствует об отсутствии токсичных веществ в отходах окорки из куч.

В процессе хранения содержание в отходах окорки различных компонентов подвергается заметному изменению. Количество экстрактивных веществ снижается интенсивно в первые 3...5 лет хранения и затем стабилизируется. Аналогично изменяется содержание целлюлозы и пентозанов.

Таблица 1

Характеристика отходов окорки различного срока хранения

Номер образца	Влажность, %	Содержание, %								рН водной вытяжки
		веществ, экстрагируемых				целлюлозы (по Кюршнеру)	лигнина (по Комарову)	пентозанов	золы	
		водой при 20 °С		водной при 90 °С	этиловым эфиром					
		в образцах после экстракции этиловым эфиром	в образцах без экстракции							
Отходы свежие										
1 (ель)	14,96	5,25	...	9,09	5,45	35,29	45,99	5,98	2,50	5,8
2 (береза)	10,38	2,61	0,26	4,65	6,76	20,66	52,98	12,59	1,24	5,5
Отходы 1...2 лет хранения										
3	7,77	...	3,01	5,61	5,02	27,92	44,40	7,68	...	5,0
4	8,22	2,60	2,46	5,35	3,84	27,40	44,87	7,65	7,91	5,1
Отходы 5...20 лет хранения										
5	73,8	2,27	1,10	4,38	3,60	21,16	58,60	5,06	5,41	5,0
6	0,88	4,63	3,17	21,06	62,63	5,03	...	5,5
7	72,8	2,07	0,92	4,17	3,78	20,86	63,11	5,13	12,26	6,0
8	0,56	4,04	2,54	20,85	63,49	5,52	...	5,5
9	75,7	2,04	0,35	4,56	3,15	19,12	64,07	4,97	10,41	5,2
15	74,3	2,47	0,32	4,11	2,75	21,76	63,46	4,78	...	6,0
16	74,2	2,62	0,31	4,20	3,26	22,25	62,92	6,04	9,26	6,6
17	70,2	1,20	0,29	4,10	3,68	23,61	62,76	5,89	...	6,8
18	70,7	1,78	0,29	2,79	3,65	19,15	55,49	7,04	13,69	7,1
19	71,3	0,86	0,27	4,20	2,98	19,06	56,96	5,86	...	7,0
20	70,5	0,84	0,25	4,91	3,38	19,05	61,19	5,70	15,96	6,8

Примечание. Продолжительность хранения коры возрастает с увеличением номера образца.

Интенсивному разложению отдельных компонентов отходов окорки в начальной стадии хранения способствует, вероятно, повышение температуры внутри кучи, а также наличие воздуха, так как разложение органических веществ осуществляется, в основном, аэробными микроорганизмами. В дальнейшем кору заваливают следующими порциями, температура внутри куч постепенно понижается, доступ воздуха ограничивается. Содержание лигнина как компонента, наиболее устойчивого к микробиологическому разложению, при хранении коры не только не снижается, а даже наблюдается некоторое относительное его увеличение вследствие снижения содержания в коре других компонентов.

Содержание золы в отходах окорки возрастает весьма существенно и постоянно по мере увеличения срока хранения.

Влажность коры в кучах довольно высокая (70...75 %), что должно быть учтено при компостировании коры с целью получения удобрения.

Если рН водной вытяжки свежей коры и коры 1...5 лет хранения составляет 5,0...5,5, то с увеличением срока хранения рН возрастает, и кора 15...20 лет хранения имеет уже нейтральную реакцию.

Элементарный состав отходов окорки (табл. 2) также изменяется в зависимости от срока хранения. В изученных образцах с увеличением срока хранения содержание

Таблица 2

Продолжительность хранения, лет	Элементарный состав отходов окорки, %			
	С	Н	Нерастворимый остаток	Н
1...3	40,3	6,2	...	0,5
5...10	41,6...44,4	5,5...6,0	...	1,0...1,5
15...20	44,2...45,4	4,9...5,3	8,7...13,1	1,8...3,4

углерода возрастает с 40 до 45 %, азота с 0,5 до 3 %. Содержание водорода понижается с 6 до 5 %. Соотношение углерода и азота составляет 40 : 1.

В готовом корокомпосте содержание азота должно быть около 1 %, соотношение углерода к азоту не более 40 : 1 [3]. Как следует из вышеизложенного, кора 5... 20 лет хранения, отобранная из куч на глубине около 1 м, удовлетворяет указанным показателям и пригодна для непосредственного внесения в почву, что было проверено практически в совхозах Пермской области.

Следует, однако, иметь в виду, что с ростом глубины отбора проб содержание азота в образцах остается примерно постоянным и равным 0,5... 0,7 %, что недостаточно, т. е. при приготовлении удобрения требуется добавка азотного минерального удобрения.

В качестве источника азота для компостирования коры могут быть использованы упаренные азотсодержащие щелока [4]. На Пермском ЦБК это щелока от производства моносulfитной полуцеллюлозы на аммониевом основании (доля азота — 4,9 %). Возможность применения их для компостирования отходов окорки проверена на кафедре охраны окружающей среды ППИ и получены положительные результаты.

Следовательно, отходы окорки различной продолжительности хранения (до 20 лет) при получении органоминеральных удобрений нуждаются в обогащении солями азота и компостировании.

При получении удобрения из отходов окорки следует учитывать наличие в них крупных древесных отщепов, содержание которых особенно велико при применении сухой окорки древесины. Это делает обязательным их отсортировку перед компостированием или измельчение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Количественный химический анализ растительного сырья / В. И. Шарков, Н. И. Куйбина, Ю. Н. Соловьева, Т. А. Павлова.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 72 с.
[2]. Левин Э. Д. Состав и перспективы использования древесной коры в качестве органического сырья // Перспективы использования древесины в качестве органического сырья.— Рига: Зинатне, 1982.— С. 201—210. [3]. Рекомендации по использованию коры в растениеводстве (оперативно-информационные материалы).— Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1980.— 56 с. [4]. Транина Н. Ф., Гришкова Л. А. Удобрения из коры // Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству.— Рига: Зинатне, 1973.— С. 87—92.

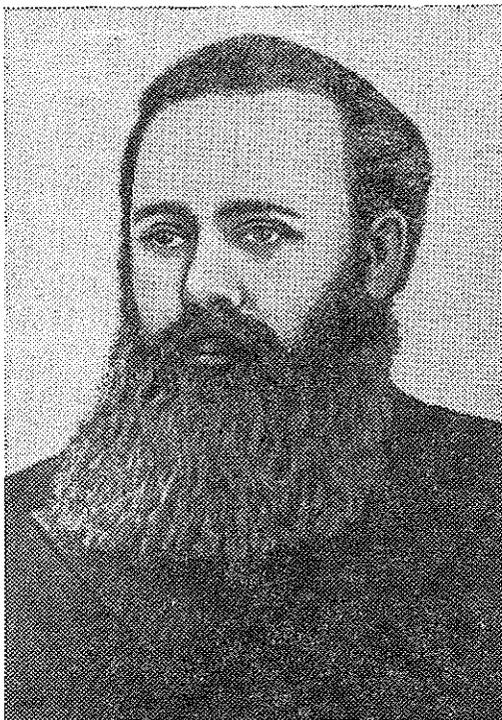
ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

КОРИФЕИ ЛЕСНОЙ НАУКИ

В 1987 г. исполнилось 120 лет со дня рождения выдающихся лесоводов — Георгия Федоровича Морозова (1867—1920 гг.) и Михаила Михайловича Орлова (1867—1932 гг.) — профессоров Петербургского (Петроградского) лесного института. М. М. Орлов работал в этом вузе и в советское время, когда институт стал многофакультетной лесотехнической академией.

Оба они развивали классические постулаты лесохозяйственной науки, исходя из принципа неистощительности леса, постоянства пользования им, обогатили науку своими капитальными трудами непреходящего значения, оба были «властителями дум» лесоводов, прекрасными педагогами.



В то же время они по-разному подходили к изучению леса — этого сложного природного и хозяйственного объекта. По некоторым вопросам, например типологии леса, его бонитировки они были даже антиподами, как антиподными стали и их школы. Однако нельзя и преувеличивать эти расхождения.

Суть их состоит не в голом отрицании или отставании типов леса вообще, а в разном их понимании, разных требованиях. Не совпадали и акценты. М. М. Орлов оставлял приоритет за бонитетом, а Г. Ф. Морозов — за типом насаждения.

Разделение сферы главных научных интересов этих ученых естественно. Оно связано с различиями профиля кафедр, которые они возглавляли.

Г. Ф. Морозов стоял ближе к естественным наукам, вопросам биологии леса, М. М. Орлов имел дело преимущественно с вопросами учета и организации лесного хозяйства, хотя оба, как лесоводы, интересовались и смежными вопросами.

Г. Ф. Морозов разработал стройное учение о лесе — лесоведение, составившее теоретическую часть лесоводства, куда вошли новые для того времени разделы «Учение о типах насаждений», «Смена пород» и др. Само понятие «лес» обогатилось новым содержанием. Появились положения общеприкладного значения.

Акад. В. Н. Сукачев неоднократно отмечал огромную роль Г. Ф. Морозова, которого он считал своим учителем, в формировании его (Сукачева) биогеоэкологической концепции. В настоящее время биогеоэкология, разработанная В. Н. Сукачевым, получила всеобщее признание.

Труд Г. Ф. Морозова «Учение о лесе» выдержал ряд изданий, переведен на иностранные языки, приобрел мировую известность. В дальнейшем лесоведение, оставаясь важной составной частью лесоводства, стало и самостоятельной фундаментальной наукой.

Как лесовод Г. Ф. Морозов считал, что лес и его элементы представляют двойной интерес: как явление из «мира сущего» и как вещь, которую мы должны преобразовать ради определенных социальных целей.

Регулирующая деятельность лесовода в лесу, по Морозову, будет здоровой тогда, когда он сумеет: 1) удовлетворить, с одной стороны, запросы человечества к лесу и, с другой, направить свои хозяйственные мероприятия по отношению к лесу, как к живому организму, подымая его производительность и мало ослабляя его устойчивость; 2) сознательно заменить выпадающие звенья в сложной жизни леса определенными мероприятиями противодействия тем зачаткам разрушительных сил, которые он неизбежно часто вводит в жизнь стихийного леса, превращая его в хозяйственный (Морозов Г. Ф. Избранные труды. Т. 1.— М., 1970.— С. 469). Г. Ф. Морозову принадлежит известное изречение «Рубки и возобновление — синонимы», которое не только не утратило своего значения, но и приобрело сегодня особо актуальный смысл.



М. М. Орлов оставил глубокий след в таксации, лесоустройстве, экономике и организации лесного хозяйства. Учебник М. М. Орлова «Лесная таксация» послужил и сегодня служит образцом для написания учебников по этому предмету. Его основополагающие труды «Лесоустройство» (в трех томах), «Лесоуправление» содержат глубокие мысли о ведении рационального лесного хозяйства, отличающиеся пониманием насущных проблем и реалистичностью подхода к их решению.

В сочетании «научности, хозяйственности, учетности и практичности» видел М. М. Орлов ключ к решению задач лесного хозяйства. Занимая с 1925 г. пост председателя Лесного ученого комитета при Центральном управлении лесами Наркомзема РСФСР (ЦУЛ), М. М. Орлов оказывал большое влияние на техническую политику лесного хозяйства в нашей стране, особенно в области лесоустройства. В повседневную практику прочно вошли бонитетная шкала М. М. Орлова, ряд его таблиц, «Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов». Но многие положения, разработанные М. М. Орловым, оказались незаслуженно забытыми.

В 30-е гг. были подвергнуты особо резкой критике Г. Ф. Морозов (посмертно) и М. М. Орлов за их якобы «буржуазные» теории в области лесоводства, лесопользова-

ния, лесоустройства, экономики лесного хозяйства. Инициатива была проявлена лицами, далекими от леса, затем круг критиков расширился. Для критики Г. Ф. Морозова привлекали философские категории, М. М. Орлова — преимущественно экономические. Обоим критиковали за принцип постоянства пользования. М. М. Орлову приписывали противдействие развитию лесной промышленности, хотя именно он первым выступил за проведение концентрированных рубок, за введение механизации в лесном хозяйстве и лесозаготовительной промышленности и вообще считал рубки неотъемлемой частью лесного хозяйства.

Некоторые обвиняли Г. Ф. Морозова в неприятии концентрированных рубок, хотя он умер в 1920 г., когда не существовало даже самого понятия этих рубок.

Критика, к тому же в беспрецедентно грубой форме, породила неблагоприятные явления и тяжелые последствия в дальнейшем развитии и практике лесного хозяйства, лесной промышленности и лесного образования. Для М. М. Орлова такие нападки, превратившиеся в травлю, кончились трагически. Он скоропостижно скончался в своем рабочем кабинете в лесотехнической академии.

Между тем, как показало время, многие научные положения Г. Ф. Морозова и М. М. Орлова, можно сказать большая часть их, оказались правильными, стали классическими и не потеряли своей актуальности в наши дни.

Доброе имя Г. Ф. Морозова стали восстанавливать во второй половине 40-х гг. В 1967 г. работники леса с широкой научной общественностью отметили 100-летие со дня рождения этого классика науки о лесе. Были проведены торжественные собрания в научно-исследовательских учреждениях, учебных заведениях и производственных организациях лесного хозяйства, изданы книги, опубликованы статьи в журналах об этом выдающемся ученом. Издан двухтомник избранных трудов Г. Ф. Морозова. Его имя присвоено Хреновскому лесному техникуму, где он начинал свою педагогическую работу, будучи лесничим Хреновского лесничества (Воронежская область). Установлена мемориальная доска на фасаде главного здания Ленинградской лесотехнической академии (бывш. Лесного института), где учился Г. Ф. Морозов и где протекала его основная научная и педагогическая деятельность. В ВАСХНИЛ учреждена золотая медаль им. Г. Ф. Морозова, присуждаемая раз в три года за выдающиеся достижения в лесоведении, лесоводстве и защитном лесоразведении.

Нельзя сказать, что не получил признания М. М. Орлов. Ему, первому из лесоводов, было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР (1928 г.). Он стал Героем Труда (1923 г.). Загребский университет присвоил ему степень доктора наук *honoris causa* (1926 г.). Были и другие признания его заслуг. Но после дискуссий и жестоких нападков в 30-х гг. имя М. М. Орлова долго представлялось в лесном мире однозвонным или, в лучшем случае, замалчивалось. Лишь в 1967 г. по случаю 100-летия со дня его рождения были проведены некоторые мероприятия. В ЛТА состоялась научная конференция, посвященная этой дате, принято решение об увековечении памяти выдающегося ученого. В 1969 г. вышел сборник, посвященный М. М. Орлову. Память о замечательном профессоре передается из поколения в поколение. Студенты 20-х гг. в часы досуга пели о нем: «Туз козырный из тузов, то профессор наш Орлов». Это убедительное свидетельство для истории.

Однако и сегодня в стенах лесотехнической академии остался еще элемент замалчивания. До сих пор в зале ученого совета ЛТА, где висят портреты выдающихся профессоров академии, нет портрета М. М. Орлова. Еще большее замалчивание имеет место в некоторых других местах, за пределами академии.

Настало время воздать должное заслугам и этого выдающегося ученого, М. М. Орлов, как и Г. Ф. Морозов, — гордость отечественной науки. Труды М. М. Орлова стали библиографической редкостью, о них мало знают или даже совсем не знают поколения лесоводов, сформировавшиеся в течение последних пяти десятилетий. Эти труды имеют не только историческое значение, но и помогают решать современные проблемы лесного хозяйства, в том числе вопросы хозрасчета, затрат и капитальных вложений на разные виды лесохозяйственной деятельности, особенно принципов лесопользования, самостоятельности лесного хозяйства и его ответственности за обеспечение лесом нужд народного хозяйства и состояние лесов, неистощительное пользование ими.

И Г. Ф. Морозов, и М. М. Орлов стояли на научных принципах лесопользования в целях непрерывного обеспечения древесной промышленностью народного хозяйства при полноценном воспроизводстве леса, повышении его устойчивости и сохранности. Нарушение этих принципов в течение длительного времени привело к тому, что некоторые из многолесных районов превратились в малолесные, образовался дефицит в сырье для лесопиления, целлюлозно-бумажного производства и других отраслей, ухудшилось качество сырья.

Г. Ф. Морозов и М. М. Орлов — звезды первой величины в лесной науке. Отмечая 120-летие со дня их рождения, лесоводы с огромным уважением и признательностью отдадут должное их классическим трудам, научному подвигу, преданности лесоводственному идеалу.

И. С. Мелехов

Московский лесотехнический институт

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630*81:061.3

ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЮ

22—24 сентября 1987 г. в Институте леса и древесины им. В. И. Сукачева СО АН СССР (г. Красноярск) состоялась очередная конференция по современным проблемам древесиноведения. В ее работе приняло участие 106 представителей академических институтов, лесотехнических, политехнических, технологических, сельскохозяйственных и других высших учебных заведений, отраслевых НИИ и НПО.

На пленарных заседаниях были заслушаны доклады: Б. С. Чудинова «Использование древесных ресурсов и древесиноведение» и Г. Ф. Антоновой и В. В. Стасовой «Связь морфологических параметров трахеид с особенностями их развития при формировании ксилемы хвойных» (Институт леса и древесины СО АН СССР); П. П. Эриньша «Реологические свойства древесинного вещества» и Т. А. Дарзиньша «Изменение свойств древесины модифицированием аммиаком с термообработкой» (Институт химии древесины АН ЛатвССР); О. И. Полубояринова «Влияние скорости роста на качество древесины» (ЛТА); А. М. Боровикова «Древесиноведческие основы управления качеством продукции» (ЦНИИМОД); доклад автора этих строк был посвящен актуальным проблемам физики и механики древесины.

Кроме того, на заключительном пленарном заседании были сделаны сообщения: В. И. Бирюкова — о научно-техническом сотрудничестве стран-членов СЭВ по проблеме «Комплексное использование древесного сырья» (Минлесбумпром СССР), А. Я. Любавской — о селекции и разведении видов и форм отечественных пород, образующих декоративную древесину (МЛТИ), Т. А. Макарьевой — об исследовании акустических свойств древесины и проблемах сырья для музыкальной промышленности (ЛенПО муз. инструментов).

На конференцию было представлено 110 секционных докладов по актуальным проблемам биологического и физико-технического древесиноведения, квалиметрии и стандартизации лесоматериалов; примерно половина докладов — из высших учебных заведений. Следует отметить значительное число работ, выполненных на основе комплексного, «междисциплинарного» подхода к изучаемым явлениям с использованием современных методов биологических, химических и физических исследований.

В докладах, представленных на секции биологического древесиноведения, отражены результаты работ, выполненных в вузах: ЛТА, МарПИ, БелТИ, КазСХИ, СТИ, ЛТИ, ЛСХИ; в академических организациях: ИЛД, Институт биофизики СО АН СССР, ИХД, Институт леса Кар. фил. АН СССР, Батумский ботанический сад; в отраслевых институтах: ЦНИИЛГиС, Институт горного лесоводства, ЦНИИБ, ВНПОбумпром. Доклады охватывают широкий круг проблем: действие физиологически активных веществ на формирование древесины; влияние лесохозяйственных факторов на параметры анатомических элементов; особенности формирования годичных слоев; изменение анатомического строения древесины при получении термохимической массы; влияние возраста древесины сосны на строение ее целлюлозы; особенности лигнификации ксилемы березы и ольхи; регуляция плотности древесины ствола сосны; использование микроспектрофотометрических методов в древесиноведении; прогнозирование свойств древесины сосны на ранних стадиях роста деревьев; физико-механические свойства древесины лесных пород Белоруссии; свойства древесины сосны, поврежденной пожарами; влияние подсоски на свойства и строение древесины лиственных пород; макро-строение древесины сосны обыкновенной на песчаных почвах Марийской АССР и др.

На секции физико-технического древесиноведения были представлены доклады из АЛТИ, БелТИ, БТИ, ВЛТИ, ЛТИ, СТИ, УЛТИ, Таллинского и Томского политехни-

ческих институтов, Красноярского инженерно-строительного института, ИЛД, ИХД, Института химии и химической технологии СО АН СССР, УкрНИИМОД. В докладах рассмотрены: влияние деформативности древесины на ее влагопоглощение; температурная зависимость теплоемкости древесины; влияние длительности хранения на сорбцию древесины, подвергавшейся температурным воздействиям; способ расчета влажностных деформаций древесины; диэлектрические свойства древесины; гидродинамическое сопротивление, проницаемость, ползучесть, энергия разрушения, релаксационные свойства, износостойкость древесины; состояние воды при отрицательных температурах древесины; СВЧ-метод измерения влажности и плотности древесины в керне; электромагнитная эмиссия при вибрационном возбуждении древесины; методы определения контактов, характеризующих взаимодействие ИК-излучения с древесиной; физико-механические свойства древесины, подвергнутой воздействию пульсаций давления; изменение состава и свойств модифицированной древесины под действием химически агрессивных сред; формостабилизация древесины персульфатом аммония в присутствии буферной системы; устойчивость плоских деталей из модифицированной древесины и др.

На секции стандартизации и квалиметрии были представлены доклады из АЛТИ, ВЛТИ, ЛТА, МПИ, ЦНИИМОД, УкрНИИМОД, ИЛД, ЦНИИБ, АрмНИИСА. Сообщения посвящены стандартизации справочных данных о свойствах натуральной и модифицированной древесины, нормированию производственных показателей прочности конструкционной древесины, гистометрическим показателям древесины, оценке скоростных параметров при испытании древесных материалов, влиянию пороков на свойства древесины, прочности пиломатериалов, рассортированных по жесткости древесины и др.

Основное содержание докладов отражено в сборнике тезисов, выпущенном к началу конференции.

Конференция приняла рекомендации, в которых указаны приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований в области древесиноведения.

Б. Н. Уголев

Московский лесотехнический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*44(049.3)

ЛЕСНАЯ ФИТОПАТОЛОГИЯ*

Учебник по фитопатологии для студентов лесохозяйственных факультетов состоит из семи частей, включающих 23 главы. Первая часть знакомит студентов с природой и классификацией болезней растений. Здесь же рассмотрены возбудители паразитарных болезней, в частности грибы. Много внимания уделено морфологии и классификации грибов с учетом современных представлений о них как об особом царстве организмов — *Fungi*. Большой интерес представляет биология грибов. Впервые в учебнике приведены микоплазменные болезни и гельминтозы лесных пород.

В последние годы, в связи с загрязнением окружающей среды, лесонасаждения гибнут на значительных площадях. Авторы описывают болезни деревьев и кустарников, вызываемые вредными примесями в воздухе и почве, действием неблагоприятных метеорологических факторов и почвенных условий.

Значительное место отведено экологии и динамике болезней лесных насаждений — особенностям питания гетеротрофных организмов, развитию инфекционного процесса в растении и болезни в лесонасаждении.

Отдельная глава посвящена теоретическим положениям иммунитета, врожденному и приобретенному иммунитету растений к инфекционным болезням и генетическим основам иммунитета. Здесь же объясняются причины возникновения эпифитотий.

Во второй части приведены материалы по защите растений от болезней: селекционно-семеноводческие методы предупреждения развития болезней; лесохозяйственные меры борьбы с болезнями леса как наиболее доступные и дешевые; физико-механические, биологические и химические методы борьбы с возбудителями болезней леса и карантин растений как мера, ограничивающая распространение болезней и занос их в другие районы и регионы. Завершает эту часть информация о химических и биологических средствах защиты лесных пород и древесины. Здесь даны сведения о самых современных и высокоэффективных фунгицидах контактного и системного действия, о биопрепаратах и антисептиках.

Следующая часть отведена описанию болезней лесных насаждений. Это болезни плодов и семян, всходов и сеянцев, хвой и листьев, некротные, раковые и сосудистые болезни ветвей и стволов, а также их другие поражения и повреждения.

В учебнике можно найти необходимые сведения о гнилях древесных пород и их классификации. Здесь приведены последние достижения науки в изучении корневой гнили, осеннего опенка, трутовика Швейница и других возбудителей корневых и комлевых гнилей. Подробно рассмотрены стволовые гнили хвойных и лиственных пород и даны практические рекомендации по защите лесных насаждений от стволовых гнилей.

Важнейшим условием создания устойчивых насаждений является система лесохозяйственных мероприятий, направленных на предупреждение развития болезней леса.

Разрушение срубленной древесины на складах вызывают древоокрашивающие и дереворазрушающие грибы, а также субдеструкторы и деструкторы. В учебнике читатель найдет простые, доступные и эффективные методы защиты срубленной древесины.

Авторы сообщают и о домовых грибах, вызывающих разрушение древесины в жилых постройках, мерах борьбы с ними. Несомненную пользу принесет студентам описание болезней семян, лукович, клубнелукович, клубней и корневищ, листьев, всходов и стеблей цветочно-декоративных растений, которым посвящена отдельная часть учебника, где дана и система мероприятий по предупреждению и борьбе с болезнями.

* Шевченко С. В., Цилурик А. В. Лесная фитопатология.— Киев: Вища школа, 1986.— 384 с.

Особо следует отметить часть, отведенную методам лесопатологических обследований лесных насаждений, срубленной древесины, а также технике и методике фитопатологических исследований, диагностики болезней леса.

Для планирования защитных мероприятий необходимо иметь данные о возможном распространении и степени развития болезни. В учебнике можно найти ответ и на этот вопрос, который рассматривается в последней главе — прогнозирование болезней леса.

Приведен обзор развития лесной фитопатологии с описанием вклада отечественных исследователей старшего поколения и наших современников.

Учебник снабжен указателем латинских названий возбудителей болезней, по которому легко найти необходимый материал.

Книга иллюстрирована прекрасными оригинальными цветными и черно-белыми рисунками и снимками поражений лесных пород, симптомов проявления болезней, строения возбудителей и плодовых тел грибов, что облегчает освоение материала.

Учебник будет полезен не только студентам лесохозяйственных, но и агрономических и биологических факультетов, а также лесопатолам и микологам. Он может быть использован в лесозащите, при создании лесных культур, лесопарков, в декоративном растениеводстве и озеленении.

Э. С. Гусейнов

АзербНИИЛХА

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ

АНДРЕЯ АБРАМОВИЧА ПИЖУРИНА

В декабре 1987 г. исполняется 60 лет крупному специалисту в области технологии и оптимизации процессов деревообработки, профессору, доктору технических наук, заведующему кафедрой Московского лесотехнического института Андрею Абрамовичу Пижурину.

Трудовую деятельность А. А. Пижури начал в суровые годы Великой Отечественной войны. Будучи 14-летним подростком он в мае 1942 г. вступил в ряды 1-й Клетнянской партизанской бригады, действовавшей на территории Брянской области. С мая 1942 г. по 23 сентября 1943 г., т. е. до освобождения Брянской области от немецко-фашистских захватчиков, был разведчиком этой бригады. За участие в Великой Отечественной войне он отмечен семью правительственными наградами.

После освобождения Брянской области А. А. Пижури окончил 7-й класс семилетней школы и в 1944 г. поступил в Трубчевский лесотехнический техникум, который окончил с отличием. С 1948 по 1949 гг. работал мастером цеха, а затем диспетчером Карачаровского деревообрабатывающего комбината в Москве. В 1949 г. он поступил в Московский лесотехнический институт и после окончания его был оставлен по распределению ассистентом кафедры электротехники и электропривода.

В январе 1960 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию, а в 1962 г. утвержден в ученом звании доцента. В 1972 г. А. А. Пижури защитил докторскую диссертацию, посвященную проблемам оптимизации технологических процессов деревообработки, а в 1974 г. был утвержден в ученом звании профессора.

С 1978 г. проф. А. А. Пижури заведует кафедрой технологии лесопиления и деревообработки МЛТИ.

Профессором А. А. Пижуриным выполнены фундаментальные научные исследования в области моделирования и оптимизации технологических процессов деревообработки, теории специализации лесопильных производств, ресурсосберегающих технологий при выработке пиломатериалов и заготовок малоэтажного деревянного домостроения, теории оптимального оперативного управления раскроем листовых и круглых материалов, а также в области автоматизированного проектирования мебели.

Научные разработки, выполненные А. А. Пижуриным и под его руководством, успешно внедряются в народное хозяйство. Им получено 12 авторских свидетельств. За внедрение своих изобретений в народное хозяйство он награжден нагрудным знаком «Изобретатель СССР».

А. А. Пижуриным выпущено в свет 5 монографий (в том числе одна за рубежом), 48 учебников, учебных пособий, книг и брошюр, 116 научных статей.

Плодотворна педагогическая деятельность А. А. Пижурина. Под его руководством и непосредственном участии разработаны новые дисциплины «Основы научных исследований», «Основы моделирования и оптимизации технологических процессов деревообработки» и созданы три новые учебные лаборатории по лесотехническим специальностям, новый учебный план по специальности 0902 — «Технология деревообработки».

Проф. А. А. Пижури регулярно выступает с лекциями в лесотехнических, технологических и политехнических вузах нашей страны и стран СЭВ по проблемам оптимизации технологических процессов деревообработки, а также с докладами по результатам своих научных разработок в СССР и за рубежом.

Наряду с плодотворной научно-педагогической деятельностью А. А. Пижури ведет большую общественную работу. Он заместитель председателя лесотехнической секции НТС Минвуза СССР; член президиума НМС по высшему лесонженерному образованию Минвуза СССР и председатель комиссии по специальности 0902 — «Технология деревообработки»; член НТС Минлесбумпрома СССР; член ряда координационных советов отраслевых институтов Минлесбумпрома СССР; член парткома института и председатель комиссии партийного контроля по учебно-методической работе.

Товарищи по работе и ученики от всего сердца поздравляют юбиляра и желают ему крепкого здоровья, счастья и дальнейших творческих успехов.

Коллектив кафедры технологии
лесопиления и деревообработки
Московского лесотехнического
института

ЮБИЛЕЙ НИКОЛАЯ ФИЛИППОВИЧА КУЛИКА

В декабре 1987 г. исполнилось 60 лет со дня рождения видного ученого в области освоения песков аридной зоны, лауреата Государственной премии СССР, доктора биологических наук, профессора Новочеркасского инженерно-мелиоративного института Николая Филипповича Кулика.

После окончания в 1949 г. Киевского лесохозяйственного института Н. Ф. Кулик был направлен в объединение Агролесопроект, где в составе Московской и Прикаспийской экспедиций обследовал Астраханские пески и участвовал в их закреплении и создании Государственных лесных полос.

В 1958 г. Н. Ф. Кулик был направлен на научную работу в Ачикулакскую НИЛОС. Здесь, на Терско-Кумских песках он провел всесторонние водно-режимные исследования основных типов песчаных земель и лесных насаждений с использованием новых оригинальных методов и приборов, лично им разработанных (солемеры, конденсомеры, самописцы уровня грунтовых вод и др.). В результате выполненных работ Н. Ф. Куликом была подготовлена и в 1958 г. защищена кандидатская диссертация, где впервые в гидрологии песков детально вскрыта роль грунтовых вод в водном питании лесных насаждений в аридных районах.

В 1964—1981 гг. Н. Ф. Кулик руководит отделом освоения песчаных земель ВНИАЛМИ (г. Волгоград). Объектом его научных исследований становится весь регион Юго-Востока ЕТС. В 1971 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Водный режим песков Юго-Востока европейской части СССР».

Перу Н. Ф. Кулика принадлежит более 100 научных работ. Среди них капитальный труд «Водный режим песков аридной зоны СССР» (1979 г.), в котором отражены термодинамика почвенной влаги, приходно-расходные статьи водного баланса основных типов песков, а также потенциальная оценка биокруговорота фитоденозов по их водообеспеченности.

Он является соавтором книг «Агролесомелиорация» (1972 г.), «Справочник агролесомелиоратора» (1984 г.), «Защитное лесоразведение в СССР» (1986 г.), многих рекомендаций. Под руководством и при непосредственном участии Н. Ф. Кулика разработаны биологические и химические методы закрепления подвижных песков Юга и Юго-Востока ЕТС. Они нашли широкое применение в производстве (глубокая механизированная посадка крупномерных саженцев на барханских песках машиной МЛБ-1, применение нерозина и других хлмпрепаратов в сочетании с посадкой древесных и кустарниковых пород, пространственное размещение защитных насаждений на песках и др.). Для бугристых песков разработан метод создания сосновых культур с минимальным нарушением экологической обстановки, позволяющий существенно сократить энергоресурсы. Широко внедрены в практику предложения Н. Ф. Кулика по комплексному освоению песчаных земель.

В 1981—1984 гг. Н. Ф. Кулик возглавлял работы по подбору новых земель под виноградники на песках Терско-Кумского междуречья и защите их от дефляции лесомелиоративными средствами (Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия). Одновременно с 1982 г. Н. Ф. Кулик ведет педагогическую работу в Новочеркасском инженерно-мелиоративном институте, а с 1985 г. полностью переходит на кафедру лесных мелиораций. Николая Филипповича отличает широкая эрудиция, высокое педагогическое мастерство, стремление передать будущим инженерам лесного хозяйства глубокие знания в области лесных мелиораций. Под руководством Н. Ф. Кулика успешно защитили кандидатские диссертации 7 аспирантов. Он член ряда специализированных и научно-технических советов.

Научная, педагогическая и общественная деятельность Н. Ф. Кулика отмечена правительственными наградами: орденом «Знак Почета», медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина». Он награжден также значком МСХ СССР «Отличник социалистического сельского хозяйства» и золотой медалью ВДНХ СССР. За разработку и внедрение методов облесения песков Юга и Юго-Востока европейской части СССР в 1986 г. Н. Ф. Кулику в составе группы ученых и производственников присуждена Государственная премия СССР. Большое трудолюбие, принципиальность, требовательность к себе и другим, простота и скромность, чуткое отношение к людям,—замечательные качества Николая Филипповича.

Поздравляя Николая Филипповича с юбилеем, желаем ему доброго здоровья, счастья, новых творческих успехов в научной работе и подготовке инженерных кадров для лесного хозяйства страны.

А. А. Кулыгин, В. К. Левченко, В. Н. Дегтяренко,
И. И. Богородицкий, В. С. Майоров, И. В. Ревяко

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

НЕКРОЛОГ

АЛЕКСАНДР РУДОЛЬФОВИЧ ГИБШМАН

2 сентября 1987 г. после продолжительной болезни на 82-м году жизни скончался Александр Рудольфович Гибшман, профессор Архангельского лесотехнического института.

Александр Рудольфович родился 18 ноября 1905 г. в семье лесоведа. Свою жизнь он посвятил лесу и лесной науке. В 1927 г. он закончил Московский лесотехникум. Работал таксатором и техником-наблюдателем на Северной опытной станции ЦНИИМЭ, где изучал новую технику для заготовок и транспорта леса. В 1930 г. поступил в Архангельский лесотехнический институт. Одновременно с учебой на лесоинженерном факультете АЛТИ работал штатным научным сотрудником СевНИИЭЛП. В 1934 г. по окончании с отличием института был оставлен в аспирантуре при кафедре механизации лесоразработок, с которой связал всю последующую жизнь.

Научно-педагогическую работу на кафедре Александр Рудольфович начал в январе 1935 г. После успешной защиты кандидатской диссертации он 33 года заведовал этой ведущей кафедрой института.

Александр Рудольфович Гибшман — признанный крупный ученый в области технологии и механизации лесозаготовок. Особенно значителен его вклад в разработку теоретических основ лесоскладского дела. По материалам исследований им написаны 5 книг, вышедших в разные годы. Учебное пособие «Комплексная механизация работ на приречных складах» широко используется во всех лесотехнических вузах страны. А. Р. Гибшман выступал официальным оппонентом и экспертом ВАК по кандидатским диссертациям, был научным редактором ряда учебников для лесотехнических вузов. Под его руководством выполнены и защищены две кандидатские диссертации.

Горячей преданностью науке и учебной работе, глубокими знаниями лесозаготовок и всесторонней эрудицией А. Р. Гибшман снискал заслуженный авторитет у студентов, почет и уважение своих коллег и работников лесной промышленности. Александр Рудольфович щедро передавал студентам свои знания и богатый опыт, воспитывая у будущих специалистов-лесотехнологов творческий подход к решению инженерных задач, способность активно использовать достижения науки и техники в производственной деятельности. Много сил и труда А. Р. Гибшман отдал административной и методической работе, активно участвовал в общественной жизни института.

За плодотворную работу А. Р. Гибшману было присвоено высокое ученое звание профессора. Он награжден орденом «Знак Почета», медалями.

Светлая память об А. Р. Гибшмане навсегда останется в сердцах его коллег и многочисленных учеников.

Сотрудники кафедры механизации лесоразработок Архангельского лесотехнического института

СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. С. Мелехов</i> . Повышение продуктивности лесов — межотраслевая проблема	3
--	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>В. А. Бугаев, В. В. Онищенко</i> . Фитомасса сосновых древостоев Тебердинского заповедника	15
<i>А. Х. Газизуллин, М. Ф. Шарифуллин</i> . Лесорастительные свойства почв сосняков Ульяновского низменного Заволжья	18
<i>М. Д. Мерзленко, Р. К. Мухамедшин</i> . Сравнительный анализ древостоев сосны, созданных посевом и посадкой в сосняках-черничниках свежих	21
<i>А. И. Швиденко</i> . О причинах формирования монодоминатных пихтарников	27
<i>А. В. Лебедев</i> . Электрондикация состояния деревьев ели в очагах корневой губки	30
<i>Е. В. Еремка, С. Ф. Негруцкий</i> . Изменение изоферментных спектров оксидоредуктаз семян под влиянием хрома	33

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В. А. Александров, В. А. Коноплев, Ю. П. Эпштейн</i> . Построение программного движения робота-манипулятора лесосечной машины	38
<i>А. А. Бойко, Н. И. Библик, Б. Т. Перетятко</i> . Статистическая модель поперечного микропрофиля лесовозных дорог	44
<i>Л. В. Мельников, А. А. Митрофанов, К. А. Чекалкин</i> . Инерционные характеристики плотов при переменной величине присоединенной массы	48
<i>В. А. Гордиенко</i> . Опыт использования вертолетов на лесозаготовках в горах Кавказа	51

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Л. А. Шабалин, В. С. Белошейкин, А. В. Линьков, А. П. Головачев</i> . Силы резания в лесопильной раме с замкнутой траекторией движения пил	56
<i>Т. М. Шкиря</i> . Обоснование параметрического ряда и единичных моделей станков для раскалывания лесоматериалов	60
<i>Б. И. Огарков, М. И. Королькова</i> . Влияние ползучести древесины на деформативность втулок подшипников скольжения из древесных материалов	63
<i>Э. Н. Сабуров, Ю. Л. Леухин, С. И. Осташев, А. И. Егоров, И. Ф. Коперин</i> . Влияние условий ввода вторичного воздуха на аэродинамику циклонной камеры, загруженной мелкодисперсной древесно-шлифовальной пылью	66
<i>И. Б. Потаповский, А. К. Гороховский, Н. Р. Шабалина</i> . Устройство для автоматического измерения толщины пиломатериалов	70

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Л. П. Коврижных, А. П. Штембах, И. Ф. Козловский, А. А. Эльберт</i> . Исследование замещения карбамидных смол техническими лигносульфонатами в древесностружечных плитах	75
<i>В. В. Тележкин, Е. И. Карасев, В. Е. Цветков</i> . Влияние механической активации на некоторые свойства карбамидных олигомеров	79
<i>Н. И. Богданович</i> . Тепловой расчет пиролиза древесины	83
<i>И. М. Грошев, В. Н. Марцель, С. В. Чирун, Т. В. Сухая</i> . Фракционирование сточных вод производства древесноволокнистых плит	87
<i>Г. В. Кочкин</i> . Особенности просмоления подсосной древесины и выход каррового осмола с отработанной карры	91

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Л. Б. Иванов, И. В. Гельман, И. И. Исаева, Т. А. Шагалова. Анализ удельных затрат ручного труда на мебельных предприятиях ВПО Севзапмебель . . .	96
В. В. Кузьмин, А. М. Соколикова, Ю. И. Духон. Оптимизация планирования процесса воспроизводства лесоперерабатывающих мощностей	99
О. Л. Иванов. Методический подход к оценке экономической эффективности управления территориальными лесопромышленными комплексами	103
Н. Н. Смирнов, С. Б. Котлик, А. Е. Анохин. Определение экономического ущерба от выбросов формальдегида в атмосферу при производстве древесностружечных плит	106
О. Н. Анцукевич. Еще раз о продукции и сути лесохозяйственного производства	108

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. С. Тихонов, В. Ф. Ковязин. Сравнение лесоводственно-таксационных показателей частичных культур ели после кронокошения	112
А. А. Калининко. Интродуценты лесов Украины	114
В. Н. Андреев, О. Л. Храпцова, Г. Ф. Храпцов. Прогнозирование технического ресурса шарниров лесных машин	116
Р. И. Рыков. Скорость деструкции древесины при возгорании	118
Ф. Х. Хакимова, А. Д. Калегин, Я. М. Меллер, Т. Н. Ковтун. Изучение состава отходов окорки различной продолжительности хранения	121

ИСТОРИЯ НАУКИ

И. С. Мелехов. Корифен лесной науки	124
---	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Б. Н. Уголев. Всесоюзная конференция по древесиноведению	127
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Э. С. Гусейнов. Лесная фитопатология	129
--	-----

ЮБИЛЕИ

Коллектив кафедры технологии лесопиления и деревообработки Московского лесотехнического института. Юбилей Андрея Абрамовича Пижуринна . . .	131
А. А. Кулыгин, В. К. Левченко, В. Н. Дегтяренко, И. И. Богородицкий, В. С. Майоров, И. В. Ревяко. Юбилей Николая Филипповича Кулика . .	132

НЕКРОЛОГ

Сотрудники кафедры механизации лесоразработок Архангельского лесотехнического института. <u>Александр Рудольфович Гибшман</u>	133
Рефераты	138
Указатель	141

CONTENTS

<i>I. S. Melekhov.</i> Increasing of Forest Productivity Interbranch Problem	3
--	---

FORESTRY

<i>V. A. Bugaev, V. V. Onischenko.</i> Phytomass of Pine Stands of Teberda Preserve	15
<i>A. H. Gazizullin, M. F. Sharifullin.</i> Forest Site Properties of Forest Pine Soils of Ulyanovsk Zavolzhje Lowland	18
<i>M. D. Merzlenko, R. K. Mukhamedshin.</i> Comparative Analysis of Pine Stands Created by Sowing and Planting in Pine Forest-and-Bilberry Heath Green	21
<i>A. I. Shvidenko.</i> On Reasons of Monodominant Silver Fir Forests Formation	27
<i>A. V. Lebedev.</i> Electric Indication of Annosus Rot-damaged Spruce Trees Condition	29
<i>E. V. Eremka, S. F. Negrutsky.</i> Change of Isoenzyme Spectra of Seedling Oxidoreductases under Influence of Chromium	33

FOREST EXPLOITATION

<i>V. A. Aleksandrov, V. A. Konoplev, Yu. P. Epstein.</i> Representation of Programmed Movement of Felling Machine's Robot-Manipulator	38
<i>A. A. Boiko, N. I. Biblyuk, B. T. Peretyatko.</i> Statistical Model of Gross Microprofile of Forest Roads	44
<i>L. V. Melnikov, A. A. Mitrofanov, [K. A. Chekalkin].</i> Raft Time Lag Characteristic Features at Variable Quantity of Attached Mass	48
<i>V. A. Gordienko.</i> On Experience of Helicopter Employment at Logging in the Caucasus	51

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>L. A. Shabalin, V. S. Belosheikin, A. V. Linkov, A. P. Golovachev.</i> Saw Frame Cutting Forest with Endless Motion Trajectory of the Saws	56
<i>T. M. Shkiryva.</i> Substantiation of Parameter Series and Unit Models of Timber Splitting Machines	60
<i>B. I. Ogarkov, M. I. Korolkov.</i> Wood Creep Effect on Bearing Woody Bushes' Stress-Strain Behaviour	63
<i>E. N. Saburov, E. N. Leukhin, S. I. Ostashev, [A. I. Egorov], I. F. Koperin.</i> Effect of Inlet Conditions of Secondary Air on Air Dynamics of Cyclone Chamber Charged with Small Dispersed Wood Grinding Particles	66
<i>I. B. Potapovsky, A. K. Gorokhovskiy, N. R. Shabalina.</i> Automatic Lumber Gauge	70

CHEMICAL WOODWORKING

<i>L. P. Kovrizhnykh, A. P. Stenbakh, I. F. Kozlovskiy, A. A. Elbert.</i> Investigation of Urea Resins Substitution for Industrial Lignosulfonates in Particleboards	75
<i>V. V. Telezhkin, E. I. Karasev, V. E. Tsvetkov.</i> Effect of Mechanical Activation on Some Properties of Carbamide Oligomers	79
<i>N. I. Bogdanovich.</i> Heat Calculation of Wood Pyrolysis	83
<i>I. M. Groshev, V. N. Martsul, S. V. Chirun, T. V. Sukhaya.</i> Fractionation of Fiberboard Production Effluents	87
<i>G. V. Kochkin.</i> Features of Bledtimber Resin Treatment and Blaze Resinous Wood Yield from Waste Blaze	91

ECONOMIC AND MANAGEMENT

<i>L. B. Ivanov, I. W. Gelman, I. I. Isaeva, T. A. Shagalova.</i> Analysis of Manual Labour Specific Expenditures at VPO Sevzapmebel Furniture Enterprises	96
<i>V. V. Kuzmin, A. M. Sokolikova, Yu. I. Dukhov.</i> Optimization of Reproduction Process Planning for Timber Conversion Capacities	99
<i>O. L. Ivanov.</i> Methods Approach to Economic Efficiency Assessment of Territorial Integrated Wood Enterprises Management	103
<i>N. N. Smirnov, S. B. Kotlik, A. E. Anokhin.</i> Determination of Economic Damage by Formaldehyde Emission into Atmosphere at Particleboard Manufacture	106
<i>O. N. Antsukevich.</i> On Products and Essence of Industrial Forestry Again	108

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>A. S. Tikhonov, V. F. Kovyazin.</i> Comparison of Forestry-Estimation Indicators of Partial Spruce Cultures after Crowning-off	112
<i>A. A. Kalinichenko.</i> Plants Introduced into the Forests of Ukraine	114
<i>V. N. Andreev, O. L. Khramtsova, G. F. Khramtsov.</i> Foresting of Hinge Resources of Forest Machines	116
<i>R. I. Rykov.</i> Timber Destruction Rate During Inflammation	118
<i>F. H. Khakimova, A. D. Kalegin, Ya. M. Meller, T. N. Koutun.</i> Investigation of waste bark composition of Different Storage Duration	121

HISTORY OF SCIENCE

<i>I. S. Milekhov.</i> Luminaries of Forest Science	124
---	-----

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

<i>B. N. Ugolev.</i> All-Union Conference on Wood Science	127
---	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>E. S. Guseinov.</i> Forest Phytopathology	129
--	-----

YUBILEE

<i>Staff of Sawmilling and Woodworking Technology of Moscow Forest Engineering Institute.</i> A. A. Pizhurin's Jubilee	131
<i>A. A. Kulygin, V. K. Levchenko, V. N. Degtyarenko, I. I. Bogoroditsky, V. S. Maiorov, I. V. Revyako.</i> Jubilee of N. F. Kulik	132

OBITUARY

<i>Staff of Timber Engineering Mechanization Department.</i> A. R. Gibshman	133
---	-----

Precis	138
Index	141

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*9

Повышение продуктивности лесов — межотраслевая проблема, МЕЛЕХОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987,

№ 6, с. 3—14.

Проблема повышения продуктивности лесов рассмотрена в широком плане. Приведены виды продуктивности: древесная, биологическая, экологическая, комплексная. Табл. 1. Библиогр. список: 53 назв.

УДК 630*5:630*28

Фитомасса основных древостоев Тебердинского заповедника, БУГАЕВ В. А., ОНИЩЕНКО В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 15—17.

Дана характеристика состояния основных лесов Тебердинского заповедника, структуры фитомассы по материалам пробных площадей. Установлена зависимость объема фитомассы и ее фракций от диаметра деревьев и высоты местности над уровнем моря в условиях горного рельефа. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*114.22:582.475.4(470.42)

Лесорастительные свойства почв сосняков Ульяновского Низменного Заволжья, ГАЗИ-ЗУЛЛИН А. Х., ШАРИФУЛЛИН М. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 18—21.

Приведены материалы исследования почв сосновых насаждений в типичной лесостепи Ульяновского Низменного Заволжья. Отмечено распространение бурых лесных и серых лесостепных супесчаных и песчаных почв, характеризующихся относительно высокими лесорастительными свойствами. К основным ограничивающим факторам роста отнесены легкий механический состав почв и дюнно-бугристый рельеф. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*902 [630*232.33+630*232.4]

Сравнительный анализ древостоев сосны, созданных посевом и посадкой в сосняках-черничниках свежих, МЕРЗЛЕНКО М. Д., МУХАМЕДШИН Р. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 21—26.

Рассмотрены результаты выращивания искусственных древостоев сосны, созданных методами посева и посадки в сосняках-черничниках свежих. Приведена сравнительная лесоводственная эффективность обоих методов к V..VI классам возраста культур сосны. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 581.524.31

О причинах формирования монодоминантных пихтарников, ШВИДЕНКО А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 27—29.

Показана несостоятельность взглядов об антропогенном происхождении чистых пихтовых сообществ в Карпатах. Рассмотрены причины их формирования. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*443.3

Электрондикация состояния деревьев ели в очагах корневой губки, ЛЕБЕДЕВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 29—33.

Выявлены взаимосвязи электрического сопротивления тканей луба деревьев ели с их диаметрами, категориями физиологического и патологического состояния и заселением деревьев активными кородами. Доказано, что

правильный диагноз причины ослабления может быть поставлен только на основе сочетания показаний омметра с морфологическими признаками деревьев. Табл. 3. Библиогр. список: 16 назв.

УДК 581.1:577.150.4

Изменение изоферментных спектров оксидоредуктаз семян хрома, ЕРЕМКА Е. В., НЕГРУЦКИИ С. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987,

№ 6, с. 34—37.

Исследовано влияние повышенных концентраций хрома на изоферментные спектры оксидоредуктаз семян некоторых древесно-кустарниковых пород. Показано, что увеличение содержания металла в среде приводит к варьированию ширины и интенсивности окраски белковых зон, исчезновению одних и появлению других изоформ оксидаз. Этот процесс генетически обусловлен и носит защитный характер. Ил. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*371:[517.941+531.15]

Построение программного движения робота-манипулятора лесосечной машины, АЛЕКСАНДРОВ В. А., КОНОПЛЕВ В. А., ЭПШТЕЙН Ю. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 38—43.

Приведена кинематическая схема возможного варианта робота-манипулятора лесосечной машины, математически решена задача наведения ЗСУ на объект труда — дерево. Математическое описание кинематики робота-манипулятора выполнено в матричной форме. Ил. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 625.711.2

Статистическая модель поперечного микропрофиля лесовозных дорог, БОЙКО А. А., БИБЛЮК Н. И., ПЕРЕТЯТКО Б. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 44—48.

Приведены параметрические модели корреляционных функций и обобщенные оценки спектральных плотностей поперечных микропрофилей лесовозных дорог, полученные на основании статистической обработки результатов измерений параметров неровностей 25 участков автомобильных дорог и трелевочных волоков. Даны формулы и исходные данные для расчета дисперсии угла поперечного сечения в зависимости от скорости движения транспортного средства. Ил. 3. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*378.34

Инерционные характеристики плотов при переменной величине присоединенной массы, МЕЛЬНИКОВ Л. В., МИТРОФАНОВ А. А., ЧЕКАЛКИН К. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 48—51.

Дана сравнительная оценка инерционных характеристик плотов на стадии активного торможения при постоянном и переменном значениях коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения. Такая оценка позволяет более достоверно решать вопросы о выборе параметров агрегатов для остановки плотов. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*376

Опыт использования вертолетов на лесозаготовках в горах Кавказа, ГОРДИЕНКО В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 51—55.

Приведены результаты исследований технологии лесозаготовок с применением вертоле-

та МН-8 на транспортировке древесины с лесосеки к лесовозной дороге при различных способах рубок леса. Показано, что применение вертолетов обеспечивает сохранение защитных функций горных лесов и их естественное восстановление. Однако из-за высокой стоимости эта технология может применяться в исключительных случаях для заготовки ценной буковой древесины в горных лесах Кавказа. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.053:621.933.61

Силы резания в лесопильной раме с замкнутой траекторией движения пил. ШАБАЛИН Л. А., БЕЛОШЕЖКИН В. С., ЛИНЬКОВ А. В., ГОЛОВАЧЕВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 56—59.

Приведены результаты исследований сил резания в лесопильной раме с полностью уравновешенным зубчато-ползунным механизмом резания, в котором пилы движутся по замкнутой траектории. Ил. 3.

УДК 630*363.3

Обоснование параметрического ряда и единичных моделей станков для раскалывания лесоматериалов. ШКИРЯ Т. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 60—63.

Обоснован параметрический ряд гидроколунов, разработанный с учетом размерной характеристики низкокачественной древесины различных регионов страны и технических условий на колотые лесоматериалы. Табл. 1. Библиогр. список: 21 назв.

УДК 630*812

Влияние ползучести древесины на деформативность втулок подшипников скольжения из древесных материалов. ОГАРКОВ Б. И., КОРОЛЬКОВА М. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 63—66.

Рассматривается напряженное состояние, возникающее во втулках подшипников скольжения, изготовленных из древесных материалов с учетом способности древесины проявлять ползучесть и релаксацию напряжений. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 662.921

Влияние условий ввода вторичного воздуха на аэродинамику циклонной камеры, загруженной мелкодисперсной древесно-шлифовальной пылью. САБУРОВ Э. Н., ЛЕУХИН Ю. Л., ОСТАШЕВ С. И., **ЕГОРОВ А. И.**, КОПЕРИН И. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 66—70.

Установлено, что соответствующей подачей вторичного воздуха по шлицам можно эффективно воздействовать на перемещение и распределение пыли по рабочему объему циклонной топki. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 62-523:674.038.6

Устройство для автоматического измерения толщины пиломатериалов. ПОТАПОВСКИЙ И. Б., ГОРОХОВСКИЙ А. К., ШАБАЛИНА Н. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 70—74.

Устройство для автоматического измерения толщины пиломатериалов в непрерывном технологическом потоке имеет линейную характеристику и обеспечивает высокую точность измерения. Приведены функциональная и принципиальная схемы. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.815-41

Исследование замещения карбамидных смол техническими лигносульфонатами в древесностружечных плитах. КОВРИЖНЫХ Л. П., ШТЕМБАХ А. П., КОЗЛОВСКИЙ И. Ф., ЭЛЬБЕРТ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 75—79.

Приведены данные изучения свойств совместного связующего на основе карбамидной

смолы и технических лигносульфонатов в присутствии персульфата аммония. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*824.81/82:674.815-41

Влияние механической активации на некоторые свойства карбамидных олигомеров. ТЕЛЕЖКИН В. В., КАРАСЕВ Е. И., ЦВЕТКОВ В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 79—83.

Приведены результаты по увеличению прочности склеивания древесины механомодифицированными карбамидными олигомерами. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*813:0.867

Тепловой расчет пиролиза древесины. БОГДАНОВИЧ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 83—87.

Метод расчета основан на экспериментальных данных материального баланса и теплотах сгорания сырья и продуктов. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 674.817-41.001.5

Фракционирование сточных вод производства древесностружечных плит. ГРОШЕВ И. М., МАРЦУЛЬ В. Н., ЧИГУН С. В., СУХАЯ Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 87—91.

Приведены результаты фракционирования сточных вод производства древесноволокнистых плит с целью выделения содержащихся в них загрязнений. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*284

Особенности просмоления подсоченной древесины и выход каррового осмола с отработанной карры. КОЧКИН Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 91—95.

Установлена закономерность просмоления древесины в зоне карры от воздействия различных стимуляторов и срока подсочки. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 684:331

Анализ удельных затрат ручного труда на мебельных предприятиях ВПО Севзапмебель. ИВАНОВ Л. Б., ГЕЛЬМАН И. В., ИСАЕВА И. И., ШАГАЛОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 96—99.

Описаны показатели, изменение которых одновременно направлено на рост производительности труда и снижение удельных затрат ручного труда для группы мебельных предприятий ВПО Севзапмебель. Табл. 4. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*:658.012.011.56

Оптимизация планирования процесса воспроизводства лесоперерабатывающих мощностей. КУЗЬМИН В. В., СОКОЛИКОВА А. М., ДУХОН Ю. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 99—103.

Предложен комплекс экономико-математических моделей оптимального планирования развития мощностей отраслевой номенклатуры. Особое внимание уделено адекватному отображению в моделях динамики освоения капитальных вложений и ввода мощностей по годам планируемой пятилетки. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 338.244:630*79.003.13

Методический подход к оценке экономической эффективности управления территориальными лесопромышленными комплексами. ИВАНОВ О. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 103—106.

Сформулированы основные требования к оценке экономической эффективности управления новыми формами организации производства в лесной индустрии — территориальных лесопромышленных комплексах в новых условиях хозяйствования. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 502.55:674.815

Определение экономического ущерба от выбросов формальдегида в атмосферу при производстве древесностружечных плит. СМИРНОВ Н. Н., КОТЛИК С. Б., АНОХИН А. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 106—108.

Рассмотрен вопрос об экономической эффективности затрат на охрану окружающей среды. Предпринята попытка оценить ущерб от загрязнения атмосферы формальдегидом, выбрасываемым при производстве ДСП. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*6

Еще раз о продукции и сути лесохозяйственного производства. АНЦУКЕВИЧ О. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 108—111.

Приведен критический разбор ряда теоретических положений лесной экономики, опубликованных Л. В. Овчинниковым в журнале «Лесное хозяйство» в 1982—1984 гг. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*241:630*235.1

Сравнение лесоводственно-таксационных показателей частичных культур ели после кронокошения. ТИХОНОВ А. С., КОВЯЗИН В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 112—114.

Установлена динамика густоты, запаса, высоты, диаметра, полноты и встречаемости ели после механизированного кронокошения на различной высоте и при разной ширине междурядий. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 631.524

Интродуценты лесов Украины. КАЛИНИЧЕНКО А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 114—116.

Приведены сведения об испытании древесных инорайонных видов в лесах Украины. Отмечено, что из встречающихся в настоящее время 57 интродуцированных видов только 15 перспективны для лесного хозяйства республики. Больше всего интродуцентов (28 видов) завезено из Северной Америки. Мало внимания уделено испытанию древесных видов других районов СССР. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.828.2

Прогнозирование технического ресурса шарниров лесных машин. АНДРЕЕВ В. Н., ХРАМЦОВА О. Л., ХРАМЦОВ Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 116—118.

Изложена методика вероятностного подхода к прогнозированию технического ресурса шарниров лесных машин по критерию износа с учетом случайного характера нагружения. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.072

Скорость деструкции древесины при возгорании. РЫКОВ Р. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 118—120.

Предложен метод аналитического определения скорости термодеструкции нагруженной древесины в условиях пожара в зависимости от вида напряженного состояния, влажности, сорта, вида деревянной конструкции, длительности нагружения. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.08

Изучение состава отходов окорки различной продолжительности хранения. ХАКИМОВА Ф. Х., КАЛЕГИН А. Д., МЕЛЛЕР Я. М., КОВТУН Т. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 121—123.

Изучен состав отходов окорки Пермского ЦБК, использующего в качестве сырья древесину хвойных и лиственных пород, преимущественно ель, березу и осину. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 061.75

Корифей лесной науки. МЕЛЕХОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 124—126.

УДК 630*81:061.3

Всесоюзная конференция по лесоведению. УГОЛЕВ Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 127.

УДК 630*44(049.3)

Лесная фитопатология. ГУСЕИНОВ Э. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 129—130.

Юбилей профессора Андрея Абрамовича Ни-
журна. КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ ТЕХНО-
ЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ И ДЕРЕВООБРА-
БОТКИ. МОСКОВСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕ-
СКОГО ИНСТИТУТА. Изв. высш. учеб. за-
ведений. Лесн. журн., 1987, № 6, с. 131.

Юбилей профессора Николая Филипповича
Кулика. КУЛЫГИН А. А., ЛЕВЧЕНКО В. К.,
ДЕГТЯРЕНКО В. Н., БОГОРОДИЦ-
КИИ И. И., МАЙОРОВ В. С., РЕВЯКО И. В.
Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн.,
1987, № 6, с. 132.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»
в 1987 г.**

ПЕРЕДОВЫЕ

- Какурин А. А., Бутко Ю. Г. В. И. Ленин и становление бумажной промышленности. № 2—3.
- Матян Н. И. Великий Октябрь и формирование советской лесной политики. № 5—3.
- Романов Е. С. Славному юбилею — новые свершения. № 1—3.
- Романов Е. С. Радикальная реформа управления экономикой. № 4—3.
- Федотова Е. Д. Перестройка и кадры. № 3—3.

ПРОБЛЕМНЫЕ

- Кондаков М. В., Пилотик А. Г. Каким быть завтрашнему машиностроению отрасли? № 2—8.
- Мелехов И. С. Повышение продуктивности лесов — межотраслевая задача. № 6—3.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Алексеев В. А. Изменение лабораторной всхожести семян сосны и ели под воздействием высоких доз некоторых регуляторов роста (ретардантов). № 1—9.
- Алексеев В. А. Последствие кампозана на древесные породы в молодняках. № 3—26.
- Антонов В. И. Лесомелиоративные приемы регулирования стока веществ, загрязняющих водоемы. № 3—17.
- Бабинов В. В. Интенсивность и эффективность осушения лесных земель. № 1—5.
- Бирюков В. И. Фенологические фазы развития и периодичность роста в высоту древесных пород. № 1—16.
- Блинцов И. К., Кудин М. В., Натаров В. М. Влияние сосновых, еловых и черноольховых насаждений на формирование снежного покрова. № 2—15.
- Бугаев В. А., Онищенко В. В. Фитомасса сосновых древостоев Тебердинского заповедника. № 6—15.
- Веретенников С. С., Курпrianov Н. В. Оценка опыта создания лесной роши. № 1—18.
- Газизуллин А. Х., Шарифуллин М. Ф. Лесорастительные свойства почв сосняков Ульяновского Низменного Заволжья. № 6—18.
- Дмитриева Е. В. Метеорологическая обусловленность 29-летнего цикла прироста древостоев юго-восточной лесостепи. № 4—5.
- Еремка Е. В., Негруцкий С. Ф. Изменение изоферментных спектров оксидоредуктаз семян под влиянием хрома. № 6—33.
- Калинин М. И., Яцок О. З. О влиянии отдельных элементов питания на рост и развитие корневых систем семян дуба черешчатого. № 4—20.
- Конов Э. В. К расчету сил и средств на останков лесного пожара. № 5—24.
- Лебедев А. В. Электроиндикация состояния деревьев ели в очагах корневой гнили. № 6—29.
- Лелекин А. А., Петров П. Г. К оценке роста и лесопатологического состояния дуба после изреживания полесазитных лесополос рубками ухода. № 4—16.
- Лисеев А. С. Рационально использовать лесные ресурсы. № 3—7.
- Мерзленко М. Д., Мухамедшин Р. К. Сравнительный анализ древостоев сосны, созданных посевами и посадкой в сосняках-черничниках свежих. № 6—21.
- Огневский В. В., Кретов Е. С., Медведева А. А., Соболева Л. М. Перспективы и способы культур ели обыкновенной в подзоне широколиственных лесов Черноземного центра. № 5—21.
- Одник Я. П., Борсук Д. В., Гранатыр В. Ф., Козий И. И., Лесничий В. Е. Биологическая продуктивность грабняков в верхних Днестра. № 4—23.

- Пахучий В. В. Влияние зольности торфа и глубины почвенно-грунтовых вод на рост сосновых древостоев на осушенных мелководных торфяниках. № 1—13.
- Пошарников Ф. В., Ивановский В. П. К обоснованию некоторых параметров порционного высевающего аппарата барабанного типа. № 1—22.
- Пошарников Ф. В., Ивановский В. П. К определению параметров щеточного вытравителя высевающего аппарата барабанного типа. № 4—12.
- Савченко А. Г. Методологические аспекты изучения влияния пожаров на лес. № 4—27.
- Свиридов Л. Т. Коэффициенты трения лесных семян. № 3—21.
- Синицын С. Г. Теоретические основы организации и ведения лесного хозяйства — фундамент совершенствования лесоустройства. № 5—15.
- Слюсарчук В. А. Запасы и химизм подстилки в бучинах и дубравах Ополя. № 2—29.
- Столяров Д. П., Солодунин В. И. О лазерной таксации леса. № 5—8.
- Термена Б. К., Выкльок М. И., Гаврилюк В. А. Некоторые эколого-биологические особенности древесных растений различного географического происхождения. № 3—14.
- Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д. Моделирование для многовариантных долгосрочных расчетов размера неистощительного пользования лесом на ЭВМ. № 2—19.
- Швиденко А. И. О причинах формирования монодоминантных лихтарников. № 6—27.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Александров В. А., Коноплев В. А., Эпштейн Ю. П. Построение программного движения робота-манипулятора лесосеющей машины. № 6—38.
- Алябьев В. М. Программные модули расчета на ЭВМ электрических нагрузок лесопромышленных предприятий. № 4—51.
- Алябьев В. М., Толоконников А. В. К созданию системы автоматизированного проектирования электротехнической части лесопромышленных предприятий. № 3—49.
- Белая Н. М., Адамовский Н. Г., Матвеев Э. Н. Вероятностный метод оценки надежности канатов подвесных лесотранспортной установки. № 1—28.
- Библюк Н. И., Стырнинский О. А. Анализ влияния вариантов компоновки трелсочного трактора на технико-экономические показатели его работы. № 5—50.
- Бойко А. А., Библюк Н. И., Перетяко Б. Т. Статистическая модель поперечного микропрофиля лесовозных дорог. № 6—44.
- Бойков С. П., Меньшиков В. Н., Бит Ю. А., Сотонин С. И., Демин К. К. О работоспособности манипуляторных лесозаготовительных машин на несплошных рубках. № 5—30.
- Буторин Н. Н., Елисеев А. П. Узкоколейная шпала на упругом полупространстве. № 1—47.
- Буряк Е. С. Исследование технического состояния покрытия железобетонных дорог. № 2—36.
- Гордненко В. А. Опыт использования вертолетов на лесозаготовках в горах Кавказа. № 6—51.
- Гулько Л. И. Методика прочностного расчета бесфундаментно-блочных секций лесоскладского оборудования. № 2—45.
- Ерхов А. В. Определение «потерь» энергии, вызванных вынужденными колебаниями гусеничного лесного трактора. № 1—43.

- Есафов В. Д., Есафова З. Я., Жигалов А. М. Преимущество импульсной транспортной системы при движении по бездорожью. № 5—40.
- Жуков А. В. Некоторые вопросы поддресорирования лесных машин. № 3—31.
- Ильин Б. А. Новый способ размещения лесозаготовительного предприятия. № 5—34.
- Кочегаров В. Г., Фаст В. И. Влияние природно-производственных условий. № 2—33.
- Кралли В. С. Влияние механических характеристик применяемых материалов на материалоемкость лесных машин. № 1—37.
- Мельников Л. В., Митрофанов А. А., **Чепалкин К. А.** Инерционные характеристики плотов при переменной величине присоединенной массы. № 6—48.
- Мищенко А. А. Об определении сопротивления передвижению колеса грузовой каретки по несущему канату подвесных лесотранспортных установок. № 4—35.
- Морозов С. И. Напряженно-деформированное состояние рельсов железнодорожного пути на стенде. № 3—37.
- Сабов В. В., Кучерявый В. И., Торлопов В. Л. Определение производительности валочно-трелевочных машин ЛП-17 методом активных экспериментов в условиях Коми АССР. № 5—44.
- Слепко И. И. Расчет каната промежуточной опоры многопролетной подвесной лесотранспортной установки. № 1—32.
- Стуков В. П. Метод пространственного расчета балочных пролетных строений мостов. № 4—41.
- Харитонов В. В., Стародубец Б. Г. Качественная оценка процесса стабилизации захватно-срезающего устройства манипулятора. № 3—45.
- Чивкин Л. Е., Дербин В. М. Исследование потоков хлыстов и закономерностей их обслуживания. № 5—47.
- Эпштейн Ю. П., Алексеев В. П. Динамика валки и пакетирования дерева. № 4—32.
- Яковенко Ю. Г. Исследование сроков эксплуатации зимних лесовозных дорог объединения Архангельсклеспром. № 2—40.
- ### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ
- Афанасьев О. П., Чуков Г. С. Физическое моделирование динамики станин деревообрабатывающих станков. № 5—56.
- Воронин В. В., Покручин Е. И. О рациональных значениях углов поднутрения дереворежущего инструмента. № 3—52.
- Голубев А. М., Постников В. В. Об эффективности фильтрации аспирационного воздуха деревообрабатывающих предприятий. № 5—75.
- Гороховский А. Г., Левинский Ю. Б. Контроль продолжительности склеивания шпона на основе физической модели процесса отверждения клея. № 2—58.
- Громов В. Г., Луцкы Р. В., Ломазов В. Л. Исследование водоудерживающих свойств и поровой структуры коры ели различных лесокombинатов. № 4—59.
- Дерягин Р. В. Оценка устойчивости рамных пил при комбинационных резонансах. № 5—65.
- Ерыхов Б. П., Чибирев В. Е., Зуйков А. А., Барабошкина М. Н. Методы измерения вязкоупругих свойств древесины при повышенных давлениях и температуре. № 2—50.
- Иванов Ю. М. Парадокс сопротивления древесины изгибу. № 1—51.
- Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. К методике прогнозирования длительной прочности соединений древесины на фенольных клеях. № 4—66.
- Кунтыш В. Б., Мелехов В. И., Федотова Л. М., Кузнецов Н. М. Расчетно-аналитическое определение термического контактного сопротивления труб с навитыми завальцованными ребрами. № 2—62.
- Мазяк З. Ю., Илькин И. Н. Оптимизация процесса камерной сушки древесины при использовании переменных режимов. № 5—69.
- Максими В. М., Дудюк Д. Л. О рациональных способах и периодичности замены пил многопилного ленточнопилного оборудования. № 2—55.
- Морозов А. В. Древесные отходы — энергетическое топливо. № 3—67.
- Нилов В. Н., Павлова М. А., Стафеев Б. Л. О качестве древесины северо-американской сосны скрученной на Европейском Севере. № 3—56.
- Огарков Б. И., Королькова М. И. Влияние ползучести древесины на деформативность толлок подшипников скольжения из древесных материалов. № 6—63.
- Перельмутер Н. М., Перельмутер Ю. Н., Гулько Л. И., Красильников Б. Н. Математические модели расчета потребной мощности при групповой обработке лесоматериалов. № 4—71.
- Потаповский И. Б., Гороховский А. К., Шабалина Н. Р. Устройство для автоматического измерения толщины пиломатериалов. № 6—70.
- Разумова А. Ф., Твердохлебова В. Н., Руденко Б. Д., Ермолина Т. В. Изучение свойств древесины, модифицированной фенолоформальдегидной смолой ФР-100. № 1—70.
- Сабуров Э. Н., Остаев С. И. Расчет компонент скорости и давления потока в циклонной кольцевой камере. № 1—31.
- Сабуров Э. Н., Леухин Ю. Л., Остаев С. И., **Егоров А. И.**, Коперин И. Ф. Аэродинамика циклонной камеры, загруженной мелкодисперсной древесно-шлифовальной пылью. № 3—71.
- Сабуров Э. Н., Леухин Ю. Л., Остаев С. И., **Егоров А. И.**, Коперин И. Ф. Влияние условий ввода вторичного воздуха на аэродинамику циклонной камеры, загруженной мелкодисперсной древесно-шлифовальной пылью. № 6—66.
- Сметанина Л. Н., Шамаев В. А. Некоторые физико-механические свойства дестамы, полученного совмещенным способом. № 4—56.
- Соловьев В. В., Стахнев Ю. М., Бачин О. И. О напряженном состоянии плоских круглых пил при изгибных колебаниях. № 1—66.
- Филиппов Н. Д., Барашников В. И. Оптимизация раскроя необрезных пиломатериалов. № 5—59.
- Шабалин Л. А., Белашейкин В. С., Линьков А. В., Головачев А. П. Силы резания в лесопильной раме с замкнутой траекторией движения пил. № 6—56.
- Шабалин Л. А., Виноградов В. Ф., Смирнов В. И. Применение материалов повышенной удельной прочности для пыльных рамок. № 1—61.
- Шкиря Т. М. Обоснование параметрического ряда и единичных моделей станков для раскалывания лесоматериалов. № 6—60.
- Шубин Г. С. Метод расчета длительности кондиционирующей обработки пиломатериалов после сушки. № 3—60.
- ### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
- Алексеев О. Л., Шенченко В. М., Безинс А. Т. Принцип перезарядки и повышение качества бумаги. № 3—89.
- Бедрин А. К., Поляков Н. П., Суханов В. И., Новоселов Ю. М., Выродов В. А. Состав монотерпеновых углеводородов в древесине сосны обыкновенной после ее прижизненного просмоления. № 2—77.
- Богданович Н. И. Тепловой расчет пиролиза древесины. № 6—83.
- Боголицын К. Г., Айзенштадт А. М., Полторацкий Г. М., Хабаров Ю. Г. Оценка степени восстановления окислителя в системе феррицианид-ферроцианид калия. № 5—87.

- Боголицын К. Г., Бровко О. С. Оценка устойчивости водных растворов солей церия, используемых для характеристик редокс-свойств компонентов технологических растворов ЦБП. № 2—80.
- Богомолов Б. Д., Горбунова О. Ф., Пиванова В. А. Об особенностях определения антрахинона в щелоках и целлюлозных массах. № 4—80.
- Валендо П. Ф. Нейтрально-щелочная проклейка бумаги полиэтиленовыми дисперсиями. № 5—84.
- Валендо П. Ф., Осипов А. В., Лембиевская Н. А. Использование полигексаметиленгуанидина в композиции мешочной бумаги пониженной массосемкости. № 4—86.
- Васютин В. Г., Алашкевич Ю. Д., Кугушев И. Д. Разработка волокнистой суспензии гидродинамическим способом. № 3—77.
- Грошев И. М., Марцуль В. Н., Чирун С. В., Сухая Т. В. Фракционирование сточных вод производства древесноволокнистых плит. № 6—87.
- Гурьян Б. А., Николаева Т. А., Ивашкевич Г. Х. Исследование термодинамики изомеризации и моноциклических терпеновых углеводородов. № 4—77.
- Еренков О. Ю., Александров А. В., Колев С. И., Калита Г. А. Влияние вибрации бумажной массы на прочностные характеристики волокнистой суспензии. № 3—82.
- Ерыхов Б. П., Плотников А. П., Сырников Ю. П. Об эффекте упрочнения бумаги при динамическом воздействии. № 4—89.
- Ерыхов Б. П., Скрипова В. И. Управление структурой бумаги с помощью жидких сред. № 5—81.
- Камакина Н. Д., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Влияние гемцеллюлоз на вязкость моносульфитного щелока. № 5—79.
- Коврижных Л. П., Штенбах А. П., Козловский И. Ф., Эльберт А. А. Исследование замещения карбамидных смол техническими лигносульфонатами в древесностружечных плитах. № 6—75.
- Косюкова Л. В., Прохорчук Т. И., Кибасова Е. Н., Седых В. И., Киприанов А. И. Состав органических веществ производственных черных сульфатных щелоков варок древесины лиственных и хвойных пород. № 1—78.
- Кочкин Г. В. Особенности просоления подсосенной древесины и выход карбового осмолы с отработанной карры. № 6—91.
- Ладинская С. И., Науменко З. М. Получение углеводистых кормов из отходов древесины. № 1—92.
- Левин Б. Д. Сравнение эффективности различных способов сушки целлюлозы. № 2—75.
- Леонovich А. А., Васильева Е. В., Захаров С. С. О взаимодействии антипирина КМ с древесиной. № 2—69.
- Метелкина Г. Ю., Шишкин А. И. Оценка эффективности очистки сточных вод сульфат-целлюлозного производства с использованием регрессионных зависимостей. № 1—82.
- Несенин В. Н., Плотников И. А., Симонов В. С., Валеев Р. Ф. Метод оценки механических свойств волокнистых полуфабрикатов по их структурно-физическим параметрам. № 3—85.
- Несенин Ю. Н., Жалина В. А., Курятников А. Б. Сравнительная оценка различных способов производства полуцеллюлозы из лиственной древесины. № 1—75.
- Примачева Л. Г., Бугаева Т. Н., Гладкова Н. Я. Изучение процесса модифицирования концентратов бисульфитных щелоков карбонатом натрия. № 3—79.
- Семенова В. Б., Коврижных Л. П., Эльберт А. А. Исследование гидрофобизации древесно-стружечных плит. № 5—90.
- Соколова О. К., Соколова Т. А., Ришес Н. М., Мартынова И. А., Коротнева З. Г. Исследование химического состава продукта окисления диарилмстанов. № 4—53.
- Тележкин В. В., Карасев Е. И., Цветков В. Е. Влияние механической активации на некоторые свойства карбамидных олигомеров. № 6—79.
- Федин А. В., Федина Г. П. Экспресс-анализ окрашенных сточных вод предприятий химической переработки древесины на содержание взвешенных и коллоидных частиц. № 1—87.
- Хомик Л. И., Рязанцев А. А., Погалесва А. М. Модификация технических лигносульфонатов, используемых в качестве связующих. № 2—72.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Анцукевич О. Н. Еще раз о продукции и сути лесохозяйственного производства. № 6—108.
- Бадмаева С. Д., Ищенко Л. К. О взаимосвязи показателей производительности и фондооруженности труда. № 4—108.
- Бобруйко Б. И., Мельчанов В. А. Экономическая оценка стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов. № 2—96.
- Воронин И. В. Лесное хозяйство Воронежской области за 70 лет советской власти. № 5—97.
- Дуванова С. Б., Оленькова Н. Б. Определение оптимальных сроков службы орудий труда. № 2—88.
- Желиба Б. Н. Оптимизация номенклатуры продукции лесопромышленного производства лесхозов в регионе. № 3—97.
- Иванов Л. Б., Гельман И. В., Исаева И. И., Шагалова Т. А. Анализ удельных затрат ручного труда на мебельных предприятиях ВПС Севзапмебель № 6—96.
- Иванов О. Л. Методический подход к оценке экономической эффективности управления территориальными лесопромышленными комплексами. № 6—103.
- Кирсанов А. Д., Мазуркин П. М. Моделирование себестоимости грузовой работы лесозовного транспорта, в зависимости от сезонности и объемов вывозки древесины. № 5—107.
- Кожухов Н. И., Надирашвили М. Б., Колосов В. С. Методические положения экономической оценки лесных ресурсов на базе оптимизационных моделей. № 1—96.
- Кокорева Т. А. Применение матричного моделирования в исследовании информационных потоков предприятий ЦБП. № 1—101.
- Коробов П. Н. Оптимизация проекта производственной программы предприятий объединения. № 4—103.
- Коробов П. Н. Оптимальное планирование развития и размещения производств внутрирайонного лесопромышленного комплекса. № 5—100.
- Костенко В. С. Информационные потоки в АСУ лесопромышленным объединением. № 3—109.
- Крицкая В. В., Лобовиков Т. С. «Малое» лесопиление в леспромахозах: основные экономические проблемы. № 4—96.
- Кузнецова Л. И., Зибарева Л. В. Основные направления использования древесных отходов в Тюменской области. № 4—111.
- Кузьмин В. В., Соколикова А. М., Духон Ю. И. Оптимизация планирования процесса воспроизводства лесоперерабатывающих мощностей. № 6—99.
- Леванов В. Е., Конинов В. М. Оптимизация технологических процессов лесосечных работ с применением ЭВМ. № 4—98.
- Марков В. А., Духон В. Ю. Применение профессионально-ориентированных персональных ЭВМ для решения задач планирования и управления в отраслях лесного комплекса. № 3—105.
- Монаков И. А. Учет уровня освоения биомассы дерева при оценке эффективности технологий лесозаготовок. № 1—108.
- Морохова В. А. Совершенствование расчета прироста объема производства на деревообрабатывающих предприятиях. № 1—104.
- Петров А. П., Хоанг Ван Тьео. Методы формирования системы показателей эффективности лесозаготовительного производ-

- ства в условиях перевода экономики на интенсивные методы хозяйствования. № 2—83.
- Петров А. П., Хоанг Минь Кхай. Экономическая эффективность использования древесных отходов на предприятиях производственного объединения Ленлес. № 5—111.
- Сенько Е. И. К вопросу экономической оценки ресурсов недревесных пищевых продуктов леса. № 2—93.
- Сивякевич И. М. Эколого-экономическая классификация лесных ресурсов. № 4—114.
- Смирнов Н. И., Котлик С. Б., Анохин А. Е. Определение экономического ущерба от выбросов формальдегида в атмосферу при производстве древесностружечных плит. № 6—106.
- Соминский В. С., Коваленко Г. В. Электрификация и перспективы изменения потребности в бумаге для печати. № 3—93.
- Трибун П. А., Шилычак Т. Г., Селиверстов А. В., Бестильная М. И., Олейник Р. Р. К экономической оценке ущерба от корневой гнили в ельниках Украинских Карпат. № 2—101.
- Тростинская В. П. Движение кадров и социально-экономические проблемы его регулирования (на примере предприятий фанерной промышленности). № 3—102.
- ### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ
- Андреев В. Н., Храмова О. Л., Храмов Г. Ф. Прогнозирование технического ресурса шарниров лесных машин. № 6—116.
- Андреев Ю. А. Метод оценки напряженности пожароопасного сезона. № 2—110.
- Апостол А. В. Беспрецовое уплотнение древесины. № 2—120.
- Барабин А. И. Планирование заготовки семян хвойных пород на Европейском Севере. № 2—106.
- Баринков К. Н., Кушляев В. Ф., Милутинов В. Ю., Федченко В. Б. Теоретико-экспериментальное определение поля вертикальных ускорений и вертикальных нагрузок гусеничных машин. № 5—123.
- Белушов А. С., Береславская В. А., Винокурова Г. П., Вохминцев В. И., Торопова Е. В. Эффективность профориентационной работы в подшефных школах лесных предприятий ВЛПО Кировлеспром. № 3—125.
- Божок А. А., Винтонин И. С., Иванов О. С. Особенности окулировки явора в горных условиях Карпат. № 2—112.
- Боровиков А. М., Лохов В. Н., Кончевская М. Г. О показателях качества пиломатериалов. № 3—127.
- Вершинин В. И. Исследование реактивных сил сопротивления почвы, действующих на рабочие органы двухследной дисковой бороны. № 1—117.
- Вольский В. Н. Исследование предельных нагрузок и деформаций при изгибе древесины. № 4—128.
- Гордиенко М. И., Бровка Ф. М., Гордиенко Н. М. Особенности создания лесных культур сосны обыкновенной в лесной зоне Украинской ССР. № 1—114.
- Денеш Н. Д. О закономерности влияния влажности на прочность пиломатериала при изгибе. № 2—114.
- Денисов Д. Г., Крылов Г. В. Основные принципы автоматизации рабочего проектирования изделий корпусной мебели. № 5—130.
- Езиев Л. Х. Анализ хода роста болотного кипариса на Юге Узбекистана. № 4—120.
- Зьонг-Ба-Зунг, Маршак А. Б., Бутко Ю. Г. Влияние добавок антрахинона на натронную варку целлюлозы из коры растений «жёл». № 4—136.
- Калинин М. И., Данчук О. Т. Биометрическая характеристика корневых систем различных климатических сосны обыкновенной в условиях Западной лесостепи УССР. № 5—119.
- Калиничко А. А. Интродуценты лесов Украины. № 6—114.
- Касьяненко Н. М., Манита А. Г. Особенности строения сосновых древостоев Подесья УССР. № 4—118.
- Ковзун Н. И. Статистические оценки точности распиловки и методы их вычисления. № 2—116.
- Ковзун Н. И. Точность рамной распиловки. № 3—121.
- Кононов Ю. П. К оценке равномерности поставок запасных частей для лесотранспортных машин. № 4—123.
- Кораблев А. И., Грищенко Г. В. Опыт аттестации рабочих мест мебельного производства. № 4—134.
- Кульгин А. А. Влияние температурных условий на созревание семян тополя и вяза. № 2—105.
- Курвигтс П. Т. Использование трактора ЛКТ-81 при сплошной рубке и при рубке ухода. № 5—126.
- Ленюк Г. К. Определение угловой жесткости пакета при скручивании. № 2—121.
- Лозовой А. Д., Косарев Н. Г., Сычев И. В. Достижения лесного хозяйства в ленточных борах Алтая за годы Советской власти. № 5—116.
- Любов В. К., Шестаков С. М., Захаров В. Ю., Любова О. А. Кинетические характеристики выхода летучих из твердых топлив. № 2—123.
- Меремьянин Ю. И. Трибозлектрический измеритель влажности древесной стружки в потоке. № 4—126.
- Мишкевич И. И., Стоянов С. М. Прогноз развития мучнистой росы дуба по данным о фенологии растения-хозяина в Народной Республике Болгарии. № 3—114.
- Онегин В. И., Егоров В. А., Карпман В. С. Математическое описание процесса нанесения жидкого слоя лакокрасочного материала на движущуюся подложку. № 4—130.
- Опякин Ю. К., Александров В. М. О причинах разрушения сварных швов коллектора пароперегревателя котла. № 4—132.
- Пипр А. Э., Ржаницына Л. М., Сердечный В. Н. Нормирование расхода топлива для дизель-генераторов лесной промышленности. № 1—124.
- Плотников С. М. Оптимизация структуры стружечного ковра. № 1—119.
- Прокофьев Г. Ф., Короткова М. Л., Шейнов А. И. Влияние смещения оси бревна и бруса относительно оси поставы на выход пиломатериалов, щепы и опилок. № 1—127.
- Рыков Р. И. Скорость деструкции древесины при возгорании. № 6—118.
- Суртаев Н. Х. Теоретические основы и нормативы формирования оптимальных лесопарковых ландшафтов в пригородной зоне Красноярска. № 3—118.
- Тихонов А. С., Ковязин В. Ф. Сравнение лесоводственно-таксационных показателей частных культур после кронокошения. № 6—112.
- Трофимов В. Н., Трофимова О. В. Количественные реакции паразитов и хищников сосновой совки на плотность хозяина. № 2—108.
- Успенский Е. И. Лесовозобновительный процесс под пологом мелколиственных лесов Среднего Поволжья. № 3—116.
- Хакимова Р. Х., Калегин А. Д., Меллер Я. М., Ковтун Т. Н. Изучение состава отходов окорки различной продолжительности хранения. № 6—121.
- Чантхавонг М. Использование лесных ресурсов в ЛНДР. № 5—121.
- Чибисова Г. А., Бублик А. Т., Пфлаумер О. Э. Об истираемости древесины на машине типа МИВОВ-2. № 2—126.
- Чубинский А. Н., Блыскова Г. Микроскопические исследования фанеры в области клевого слоя. № 1—122.
- Чубов А. Б., Каратаев С. Г., Ермолаев Б. В. Комплексная оценка древесных плитных материалов, пригодных для наружных обшивок панелей деревянных домов. № 5—128.
- ### И ЖИЗНИ ВУЗОВ
- Воронин И. В. К вопросу о перестройке вузов лесного профиля. № 1—131.

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Мелехов И. С. Корифей лесной науки. № 6—126.
Остроумова Н. К. Пятые Сукачевские чтения. № 1—133.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
И СОВЕЩАНИЯ

- Остроумова Н. К. Всесоюзное совещание по общим проблемам биогеоценологии. № 2—129.
Уголев Б. Н. Второй симпозиум по реологии древесины в Польше. № 1—136.
Уголев Б. Н. Всесоюзная конференция по древесиноведению. № 6—127.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Гусейнов Э. С. Лесная фитопатология. № 6—129.
Калинин М. И. Новый учебник для средних специальных учебных заведений. № 5—136.
Львов П. И. Мерзлотное лесоведение. № 2—135.
Мирошник О. Н., Листов А. А. Новая монография о пихтах. № 5—133.
Неволин О. А. Боры-беломошники. № 2—132.
Прибылова М. В. Книга о корневой губке. № 5—134.
Щелин В. И., Лебедева Э. П., Мальков Ю. Г. Об определителе древесных растений. № 4—137.
Серый В. С., Бабич Н. А. Полезная книга. № 1—137.
Синадский Ю. В. Учебное пособие по лесной фитопатологии. № 5—135.
Совершаев П. Ф. Новая интересная книга. № 3—132.
Стадницкий Г. В. Весьма поучительная книга. № 3—130.

ЮБИЛЕИ

- Коллектив кафедры механической технологии древесины и древесных материалов и отраслевой лаборатории клееных деревянных конструкций Ленинградской лесотехнической академии. Юбилей профессора Валентина Анатольевича Куликова. № 4—138.
Коллектив кафедры технологии лесопиления и деревообработки Московского лесотехнического института. Юбилей Андрея Абрамовича Пижурин. № 6—131.
Коллектив кафедры целлюлозно-бумажного производства Ленинградской лесотехнической академии. Профессор Юрий Николаевич Непенин. № 5—137.
Кулыгин А. А., Левченко В. К., Дегтяренко В. Н., Богородицкий И. И., Майоров В. С., Ревако И. В. Юбилей Николая Филипповича Кулика. № 6—132.

НЕКРОЛОГИ

- Батин Н. А., Минин А. Н., Кулаженко В. А., Лахтанов А. Г., Шутов Г. М., Кузьмич Н. С. Петр Михайлович Трофимов. № 2—138.
Сотрудники кафедры механизации лесоразработок Архангельского лесотехнического института. Александр Рудольфович Гибшман. № 6—133.

ПАМЯТИ УЧЕНЫХ ЛЕСНОЙ НАУКИ

- Александров А. И. Добрый сеятель. К 100-летию со дня рождения К. В. Войта (1887—1970 гг.). № 3—136.
Дыренков С. А., Авдеев А. И. Крупнейший русский лесной ботаник — академик Иван Парфеньевич Бородин. К 140-летию со дня рождения. № 3—134.
Переход А. В. Памяти Вячеслава Ивановича Перехода (1887—1987 гг.). № 2—137.