

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

1

1983

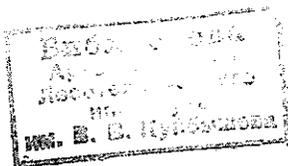
АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБЫШЕВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

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



ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор З. Ф. Кекишева. Корректор Л. Л. Аксенова

Сдано в набор 04.11.82. Подписано в печать 12.01.83. Сл 00163  
Форм. бум. 70×108<sub>1/16</sub>. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,61. Тираж 1660 экз. Заказ 6962. 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.

Титография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,  
163061, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

УДК 630\*18

## ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ И ЛЕС

И. С. МЕЛЕХОВ

Московский лесотехнический институт

Экология как наука об условиях обитания организмов и их сообществ, взаимоотношениях их между собой и окружающей средой, изменениях самой среды в пространстве и во времени приобретает все более разностороннее значение.

В современной науке о природе леса экология — наиболее крупный и важный раздел, значение экологических аспектов природы леса выходит даже за границы этой науки. Будучи одной из важнейших составных частей биосферы, леса выступают как экологический фактор огромного значения в охране окружающей среды, в экологии самого человека, в жизни нынешнего и будущих поколений людей.

В планетарном масштабе наиболее значительную роль в стабилизации кислородного баланса в атмосфере играют бореальные хвойные леса северного полушария и вечнозеленые лиственные леса тропиков и субтропиков.

Современная экология не ограничивается рамками первозданной природы. Расширение и актуальность ее проблем обусловлены появлением и усилением многих процессов и явлений, связанных с научно-технической революцией. Вторая половина и особенно конец XX столетия характеризуется глубокими изменениями в окружающей среде, обширностью территорий, подвергавшихся этим изменениям.

Поэтому стали злободневными вопросы экологизации в сфере различных отраслей техники, технологии, организации производства, особенно в связи с проблемой охраны и улучшения условий окружающей среды. Это касается и лесных отраслей. В частности, предприятия Минлесбумпрома относятся к основным стационарным источникам загрязнения воздушного бассейна, наряду с предприятиями Минэнерго, Минчермета, Минхимпрома, Миннефтехимпрома, Минудобрений и др. (Коммунист, 1982, № 14, с. 35).

Целлюлозно-бумажные предприятия без принятия действенных мер защиты могут сильно загрязнять, кроме атмосферы, и водоемы, вызывая отравление и гибель их обитателей, прежде всего, рыбное население, ослабляя и защитную роль прибрежных водоохраных лесов. Широко известны отрицательные последствия молевого лесосплава по малым рекам.

Экология приобрела важные технологические, экономические и социальные аспекты. Все большее внимание вопросам экологии в свете охраны окружающей среды уделяет мировая общественность. В нашей стране за последние 10 лет издан ряд законодательных актов и партийно-правительственных постановлений в направлении улучшения охраны природы и рационального использования природных ресурсов, в том числе «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1977). В Конституции СССР (1977) сказано: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира,

для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды» (ст. 18). Согласно Конституции, «граждане СССР обязаны беречь природу, охранять ее богатства» (ст. 67)\*.

Современное лесоводство следует строить на научной экологической основе, учитывая не только условия существования леса в ненарушенной или мало нарушенной природной среде, но и изменения его под сильным воздействием антропогенных, особенно техногенных факторов и все возрастающей рекреационной нагрузки как на лес в целом, так и на отдельные его компоненты, устанавливая степень устойчивости леса и определяя пути преодоления неблагоприятных последствий, вызываемых этими факторами. Это будет способствовать восстановлению и укреплению позиций леса как экологического фактора.

Сильно возросшая роль антропогенных факторов в жизни леса, многогранные и все расширяющиеся формы воздействия человека на лес, а с другой стороны, — обостряющаяся необходимость в лесу как действенном средстве улучшения условий окружающей человека среды, дают основания к выделению особого раздела экологии — антропогенной экологии леса.

За последние полвека в ряде стран (Канада, северо-запад США, Северная Швеция, Финляндия, леса III группы в СССР) на значительных территориях проводятся сплошные концентрированные рубки. Они вносят заметные изменения в характер лесов и условия окружающей среды, но неоднозначно. Часть вырубок вновь занимает лес, возобновившийся естественным путем с изменением или без изменений породного состава, часть зарастает травянистой и иной недревесной растительностью или заболачивается, оставаясь на определенный период безновления, результативность которого также различна.

Исследования концентрированных вырубок, их природы, лесовозобновительных процессов позволили установить важные экологические и типологические закономерности, имеющие как теоретическое, так и практическое значение; раскрыть существенные зависимости лесовозобновления от типов леса и вырубок.

Предстоит дальнейшее выяснение важных взаимосвязанных вопросов экологии и типологии вырубок.

Если в отношении микроклиматических особенностей концентрированных вырубок разных типов имеется определенный материал, то о влиянии этих вырубок на макроклимат мы располагаем пока весьма скудными данными. Эта сторона заслуживает серьезного внимания экологов и особенно климатологов. Значительные изменения в условиях среды концентрированных вырубок вносит современная тяжелая лесозаготовительная техника (валочно-трелевочная машина ВТМ-4, трелевочный бесчokerный трактор ЛП-18 и др.); прежде всего, ее воздействие сказывается на почве, которая уплотняется, сильно обнажается и перемещается, возникают явления эрозии и обеднения почвы; уничтожается и повреждается подрост, наносятся ранения корням и стволам деревьев.

По мере развития лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства стали все более четко выявляться противоречия между лесо-

\* Полный перечень документов, относящихся к охране окружающей среды, дан в книге «Об охране окружающей среды: Сборник документов партии и правительства 1917—1981 гг.» /Сост. А. М. Галева и М. Л. Курок. — 2-е изд. — М.: Политиздат, 1981.

эксплуатацией и лесоводством — между необходимостью механизации лесозаготовок с вынужденным нарушением природной лесной среды и необходимостью неистощительного использования и сохранения леса как природного биологического сообщества и важного биосферного экологического фактора.

Возникла серьезная проблема преодоления противоречий между биологией и экологией леса, с одной стороны, и лесозаготовительной техникой и технологией, с другой. В зависимости от группы лесов возможности и пути решения проблемы хотя и различны, но в принципе она общая для всех лесов, исключая заповедники и некоторые другие категории лесов первой группы, остающиеся вне эксплуатации.

Можно выделить два основных пути преодоления названных противоречий:

1) разработка технологии лесосечных работ, соответствующей применяемым лесозаготовительным машинам, и в то же время направленной к возможно минимальному нанесению повреждений лесу и его составным частям (самосеву и подросту, деревьям, остающимся на корню, почве и пр.);

2) разработка новых машин, учитывающих потребности не только лесозаготовительного производства, но одновременно в неменьшей мере и лесоводства.

Более широкое преломление получил пока первый путь. На протяжении последних двух-трех десятилетий предложено много различных технологических схем лесозаготовительного процесса, включая и меры по сохранению подроста. И хотя положение остается далеким от идеала, достигнут определенный прогресс — некоторые схемы обеспечивают сохранение 60—70 % подроста; однако эта задача становится все более трудной из-за введения новых мощных лесозаготовительных машин, усиливающих свое воздействие на лес и окружающую лесную среду. Частичный выход из положения заложен в повышении объемов лесокультурного производства, но здесь необходимо помнить о географической обусловленности (в том числе в смысле доступности) его проведения и экологическом своеобразии объектов в результате воздействия лесозаготовительных машин.

Второй путь используется пока мало как в нашей стране, так и за рубежом. Между тем такое важное средство целевого получения древесины и ускорения ее выращивания с сохранением окружающей среды, как рубки ухода, могло бы при введении легких маневренных машин получить новый импульс и обеспечить высокий народнохозяйственный эффект; это можно отнести и к постепенным и выборочным рубкам, т. е. рубкам главного пользования.

В качестве прототипов таких машин будущего можно считать некоторые появившиеся машины, исключаящие повал деревьев на землю; но в них пока не решены задачи маневренной проходимости по лесу без нарушения его целостности.

Еще раз отметим, что мы не отвергаем необходимости и целесообразности применения в настоящее время сплошных концентрированных рубок в равнинных лесах тайги. Но проведение их надо сочетать со своевременным облесением вырубок на экологической и типологической основе, сводя к возможному минимуму отрицательные воздействия лесозаготовительной техники и технологии. Возобновление леса должно быть непременным атрибутом концентрированных рубок, как и всех прочих способов рубок главного пользования (нельзя забывать тезис «рубки и возобновление — синонимы»). Вот почему, на наш взгляд, нельзя считать безупречным сужение понятия «лесовосстановительные

рубки», ограниченного только некоторыми способами рубок главного пользования, ослабляя тем самым значимость и необходимость лесовосстановления при концентрированных и других способах рубок в лесах промышленного назначения.

Особого внимания заслуживают вопросы рубок в горных лесах, где применение наземных трелевочных машин чревато высокой опасностью эрозии почвы и даже полного исчезновения почвенного покрова с горных склонов. В этих условиях в некоторых регионах нельзя пренебрегать старыми видами трелевки, например с использованием лошадей.

Из современных технических средств наиболее перспективны здесь воздушные виды трелевки — воздушные канатные дороги, использование вертолетов, дирижаблей и др. Не все из них пока оправдываются экономически, но уже имеющийся опыт показывает реальные пути применения этих средств, обеспечивающих сохранение окружающей среды и имеющих ряд преимуществ в обеспечении промышленности ценным сырьем.

В экологическом отношении особенно интересен лесозаготовительный опыт, проведенный на Северном Кавказе Кавказским филиалом ВНИИЛМа с применением вертолета Ми-8 в сочетании с «отстрелом» дерева микровзрывом в его нижней части, отсекающим ствол от корней без последующего повала дерева на землю. Вертолет опускает трос с захватным устройством, которым обхватывает дерево, вслед за этим производится «отстрел», и вертолет переносит дерево по воздуху над лесом без нанесения ему повреждений.

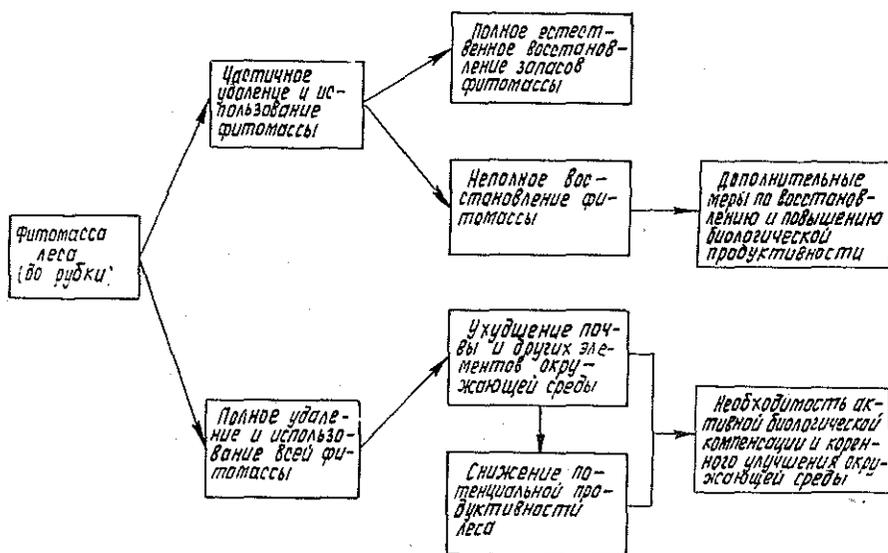
Нельзя забывать о биоэкологических и технологических противоречиях и в области лесокультурного производства. Вопросы разрешения их становятся все более актуальными и сложными в связи с неизбежностью падения доли ручного труда и необходимостью замены его механизированным. Механизация же лесокультурного дела пока еще формируется без должной дифференциации и учета эколого-типологических условий. Поиски оптимальных параметров техники и технологии лесовыращивания не должны игнорировать эти условия.

Таким образом, органичное соединение экологии и техники (включая и технологию) — как в лесоэксплуатации, так и в лесовыращивании — вот что представляется идеалом, к которому надо стремиться. Конечно, речь не может пока идти о полном осуществлении этого идеала. Экономические условия вносят свои коррективы, но и при экономическом, особенно комплексном анализе могут быть найдены реальные возможности прогресса в рассматриваемом вопросе.

За последние годы все большее внимание стала привлекать задача использования всей фитомассы леса, включая не только стволковую часть деревьев, но и их крону и корни, а также все прочие растительные компоненты леса (подлесок, напочвенный покров и пр.). Научной основой для этого могут служить данные, полученные в результате осуществления международной биологической программы (МБП — ИВР), позволившего определить количественную биологическую продуктивность лесов в ряде регионов земного шара; значительные исследования в этом направлении проведены в СССР. В дальнейшем решении задачи многое предстоит сделать в раскрытии качественной биологической продуктивности. Значительная роль в этом принадлежит многим наукам, в том числе химического, биологического, экономического, а также технического профиля, включая не в последнюю очередь энергетические аспекты (принимая во внимание наметившуюся кризисную ситуацию с топливными ресурсами в ряде стран). В практике современного

лесного хозяйства и лесной промышленности комплексное использование леса принимает все более широкие масштабы. Заманчивой и все более реальной становится задача полного использования всей фитомассы, всей органики леса. Это — несомненное отражение научно-технического прогресса. Но одновременно возникают и новые проблемы, связанные с необходимостью учета размеров извлекаемой из леса органической массы и возможных в результате потерь (обеднение почвы и другие проявления 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 (см. рис.). Наука должна готовиться к разрешению противоречий между полным использованием леса (как биогеоценоза) и биолого-экологическими потерями, вызываемыми этим использованием; речь идет о сбалансированном использовании и воспроизводстве леса, быстрейшем восстановлении экологического равновесия. В связи с этим необходимо усилить и экологические исследования в данном направлении. В порядке дальнейшей развития международной биологической программы (IBP) в настоящее время осуществляется новая международная программа «Человек и биосфера» (МАН), в нее войдут и важные экологические аспекты, связанные с лесом.

Новые экологические проблемы возникают в лесных регионах, где появляются крупномасштабные стройки, воздвигаются 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 другие стороны в виде возможных отрицательных явлений, чтобы своевременно их предотвращать. Строительство БАМа позволяет вовлечь в эксплуатацию неосвоенные в прошлом лесные массивы, поднять здесь уровень лесного хозяйства, создать современные лесопромышленные предприятия. В связи с



Использование, потери и возмещение биологической продуктивности леса; изменения окружающей среды.

этим лесохозяйственные органы должны усилить охрану лесов от пожаров, разработать и осуществить мероприятия по планомерному неистощительному лесопользованию и своевременному возобновлению леса в зоне БАМа. При этом необходимо учитывать природные особенности различных районов и участков БАМа, в том числе горный рельеф, наличие районов с вечной мерзлотой почвогрунтов, с медленным ростом деревьев и древостоев и т. д. 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.

При освоении таежных районов не следует очень обольщаться победными, на первый взгляд, выражениями: «тайга отступает», «вытеснили тайгу» и т. д., употребляемыми нередко репортерами и журналистами. Не противопоставлением новыхстроек природе, а их разумным сочетанием следует руководствоваться.

К сожалению, появляются такие тревожные симптомы, как химическое отравление лесных массивов, прилегающих к промышленным предприятиям (вроде Братского лесопромышленного комплекса), в результате чего ухудшается окружающая среда и подрывается сырьевая база самих предприятий; предприятия должны незамедлительно разработать и осуществить радикальные меры (вплоть до организации безотходного производства) по предотвращению этих явлений.

Подобные явления вызывают озабоченность не только лесных специалистов. Главный архитектор мастерской № 1 института Красноярскгражданпроект В. Крушлинский в статье «Лицо сибирского города» (Правда, 1982, 18 июля) пишет: «Размещение в Сибири гигантских предприятий с традиционной несовершенной технологией приводит к тому, что тайга хиреет вокруг городов... В Чите, других городах естественный лес гибнет в жилых микрорайонах, обнажая убогость архитектуры. Здесь возникает и социально-экологическая проблема: сами жители, не желая того, уничтожают лес, вытаптывая почву между деревьями». Свою статью автор-сибиряк заканчивает словами: «Города в Сибири должны быть удобны, красивы, оборудованы по последнему слову науки и техники и, конечно, созвучны прекрасному природному окружению» (разрядка наша. — И. М.).

Новые, молодые предприятия, например Усть-Илимский комплекс, опираются на более совершенную технологию, предусматривающую ряд существенных мер по ослаблению загрязнения воды и воздуха, но и здесь еще экологические проблемы и проблемы рационального использования лесосырьевых запасов остаются актуальными.

Серьезного внимания специалистов заслуживают вопросы подтопления лесов в связи с созданием водохранилищ — влияние последних на жизнеспособность и рост леса на разных расстояниях и влияние самого леса. Здесь мы встречаемся со сложными переплетениями непосредственных и косвенных, прямых и обратных экологических связей, далеко еще не раскрытых наукой.

Серьезные экологические проблемы порождает переброска стока вод, особенно с севера на юг, в том числе связанные с лесом и лесным хозяйством. В этой части исследователям и проектантам предстоит большая работа, требующая широкого и углубленного комплексного подхода, включающего и локальные, и глобальные экологические аспекты.

Велика экологическая роль леса и лесонасаждений в сельском хозяйстве. Не останавливаясь на известном историческом опыте полза-

щитного лесоразведения в засушливых районах нашей страны, на климатозащитных, водоохраных и других защитных функциях леса, правомерно отметить такую современную экологическую значимость леса в сохранении окружающей среды, как сдерживание и очистка стоков удобрений и ядохимикатов на пути с полей или животноводческих ферм в водоемы; лес может служить своеобразным фильтром. 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, в результате которой ему грозит серьезная опасность. Исследования роли агролесомелиоративных насаждений в очистке поверхностного стока от минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях начаты некоторыми исследовательскими учреждениями агролесомелиоративного профиля (УкрНИИЛХА); они заслуживают внимания и расширения в направлении изучения как прямых, так и обратных связей.

Сохраняют свою актуальность и вопросы традиционной экологии, в том числе взаимосвязей леса и климата в целом и его отдельных элементов, влияния лесных пожаров и их последствий, взаимосвязей растительных и животных компонентов леса и др. В то же время многие из этих вопросов приобрели и новые теоретические и практические аспекты.

Взаимосвязи между осадками и лесом давно являются предметом внимания ученых. Большинство исследователей считают, что лес не оказывает существенного локального влияния на образование осадков. Что касается влияния лесов на осадки в более широком плане, то этот вопрос пока мало изучен и заслуживает внимания. Применительно к большим лесным территориям роль леса в образовании осадков, по видимому, значительна, но возможности прежних методов исследования были ограничены и не могли дать полного ответа. В настоящее время методические возможности значительно расширились в связи с достижениями науки в изучении высоких слоев атмосферы и космоса.

Если раньше при изучении взаимосвязей между осадками и лесом ограничивались количественной стороной, то теперь большое значение приобретает и качественная сторона (состав осадков) — изучение так называемых «кислых осадков», или «кислотных осадков» и их влияние на почву, сельскохозяйственные и лесные культуры и жизнь леса в целом. Необходимо выявить и обратные связи — влияние леса на выпавшие «кислотные осадки»\*.

Вопросы изучения «кислотных осадков» приобретают все большее значение в связи с усиливающимся воздействием техногенных факторов на природу, в том числе и на лес.

В настоящее время участились факты выпадения сернистого ангидрида и серной кислоты; это усиливает опасность, прежде всего, для кислых почв, но даже не кислые почвы страдают от этих осадков.

Заслуживают внимания вопросы взаимодействия ионизированной радиации с лесом. Необходимо изучить буферную роль различных по характеру лесов.

Огонь — не только разрушитель, но и создатель леса. Экологическая роль лесных пожаров настолько значительна, что в современной мировой литературе появились даже термины «огневая экология», «пожарная экология» (Fire ecology). Лесные пожары как экологическая проблема раскрываются, во-первых, в виде повреждения или уничто-

\* Здесь мы не касаемся подкисляющего воздействия самого леса на выпадающие обыкновенные осадки.

жения леса как биогеоценоза и ухудшения окружающей среды, во-вторых, в виде положительного экологического фактора в жизни леса — его возникновения и формирования. Это соответственно обуславливает и направленность практики лесного хозяйства, во-первых, в виде мероприятий по борьбе с лесными пожарами как стихийным бедствием, наносящим народнохозяйственный и социальный ущерб, во-вторых, в виде мероприятий, направленных на использование положительной роли огня, например, в возобновлении леса, улучшении его санитарного состояния, наконец, даже в борьбе с лесным пожаром. Органам лесного хозяйства необходимо уделить серьезное внимание всему «огневому спектру», включая и более широкое использование огня как экологического фактора.

В связи с явлениями межведомственной неувязки в регулировании численности некоторых видов дикой фауны, обостряются противоречия между лесным и охотничьим хозяйством. Наглядным примером является разросшееся поголовье лося (*Alces alces*), который в настоящее время наносит существенный вред лесу, особенно сосновым молоднякам, сводя на нет результаты посадок этой ценной древесной породы.

Можно было бы привести ряд других примеров, иллюстрирующих современные проблемы экологии, проявляющиеся через лес, лесное хозяйство, лесную промышленность, и их актуальность применительно к лесному и сельскому хозяйству, лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, другим отраслям народного хозяйства.

Значение леса как природного экологического потенциала особенно велико в связи с его способностью возрождаться.

Лес как экологический фактор, восстанавливающий и стабилизирующий экологическое равновесие в природе, может быть целенаправленно использован в охране и улучшении окружающей среды. Но его возможности не беспредельны — в условиях урбанизации, интенсивного промышленного загрязнения, несовершенной технологии производства (в том числе лесного) лес утрачивает или ослабляет свои защитные функции. Принимаемые в этих случаях меры по замене более газостойкими древесными и кустарниковыми породами имеют существенное значение, но они не всегда и лишь частично решают проблему и не восполняют потерь, нанесенных лесным массивам. Поэтому сам лес должен быть предметом постоянного внимания в целях сохранения и усиления его экологической роли.

Важная задача — установить способности различных по характеру лесов противостоять экологическим стрессам техногенного происхождения.

Забота о рациональном использовании леса как сырьевого ресурса, его охране и охране с помощью леса окружающей среды должна быть общей и обязательной для всех отраслей лесного производства как в отдельности, так и в совокупности.

Непосредственный контроль за состоянием окружающей среды в стране ведет Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет). Однако не все аспекты проблемы им охватываются. Наряду с дальнейшим расширением их в системе комитета, решение проблемы требует усиления инициативных действий и со стороны других ведомств (в том числе лесных) с учетом их специфики и обеспечения экологического контроля на всех уровнях.

Прогрессу в осуществлении всех этих задач благоприятствует создание в 1981 г. Комиссии Президиума Совета Министров СССР по охране окружающей среды и рациональному использованию природных

ресурсов. Комиссия, в состав которой входят руководители ряда министерств и Государственных комитетов СССР, Комитета народного контроля СССР, ВЦСПС, ЦК ВЛКСМ и Академии наук СССР, обеспечивает единую научно-техническую политику в области охраны и рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, атмосферного воздуха, животного и растительного мира, воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды, рассмотрение проблем преобразования природы страны, практики соблюдения экологических требований при проектировании территориально-производственных комплексов и т. д. Решения Комиссии обязательны для исполнения министерствами, ведомствами СССР и союзных республик и др.\*.

В число объектов внимания Комиссии входят, естественно, и лес во всем его экологическом многообразии, и экологические аспекты лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности и лесного хозяйства.

В решении современных экологических проблем, в том числе связанных с лесом, его использованием и воспроизводством, все большая ответственность возлагается на науку, на широкий комплекс экологических исследований. Наряду с академической и отраслевой наукой, в них должна активно участвовать и вузовская наука.

В принципе у нее есть возможность использовать свои преимущества, вытекающие из наличия в вузе ученых разных специальностей: изучение различных аспектов — экологических, биологических, лесохозяйственных, технологических, экономических, социальных, производить на стыке наук, т. е. осуществить комплексный метод изучения, особенно необходимый в данном случае, когда речь идет о такой многогранной науке, как экология, и возросшей актуальности ее проблем. В лесных вузах эти проблемы должны быть объектом постоянного внимания как в рамках отдельных (специальных и общих) кафедр, так и при совместном комплексном их изучении.

---

\* Новиков И. Окружающей среде — социалистическое отношение. — Коммунист, 1982, № 14.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*5

ОПЫТ ТАКСАЦИОННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ  
СОСНОВЫХ ЛЕСОВ УССР ПО ТИПАМ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

Сосновые леса Украины достаточно подробно изучены лесоводами-типологами [1, 6] и обстоятельно исследованы с таксационной точки зрения [8, 11]. Некоторые сведения имеются в литературе и о типах роста сосновых древостоев, произрастающих на Украине [2, 3].

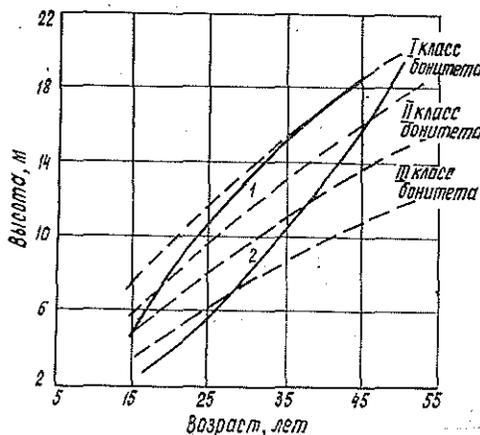
На территории республики встречаются древостои трех известных типов роста ( $T_0$ ,  $T_B$ ,  $T_V$ ), но до сих пор не установлено распределение их по природным зонам Украины. Между тем этот вопрос актуален при ведении интенсивного лесного хозяйства. Еще в середине данного столетия зарубежные лесоводы пришли к выводу о необходимости картирования местообитания, где рост насаждений той или иной породы существенно отличается от данных соответствующих опытных таблиц хода роста [12].

В этой связи автором в содружестве с опытной партией Украинского лесостроительного предприятия в 1979—1981 гг. были предприняты специальные исследования в 13 лесхозагах на территории Полесья и лесостепи. Работа проводилась по методике автора [4] и имела рекогносцировочный характер. Всего было заложено свыше 150 «летучих» пробных площадей, срублено и проанализировано 50 модельных деревьев (см. табл.).

Обработка собранного материала позволила установить определенную взаимосвязь между условиями местопроизрастания, классом бонитета и типом роста сосновых древостоев. Результаты этой работы сведены в таблицу, из которой видно, что в Полесье во всех лесорастительных условиях (кроме сухих боров) преобладает тип роста  $T_B$ , характеризующийся замедленным приростом по высоте в молодые годы и возрастающей энергией — в последующем. По такому же типу произ-

Рис. 1. Ход роста культур сосны по высоте в типе  $B_2$  (1) и  $A_3$  (2) (Полесье, тип роста  $T_B$ ).

Штриховые линии — границы классов бонитета по бонитировочной шкале М. М. Орлова; сплошные линии — данные исследования.



Взаимосвязь между лесорастительными условиями, классом бонитета и типами роста в сосновых насаждениях УССР

Природный район	Тип лесорастительных условий							
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
Центральное Полесье (Житомирская область): северная часть	III — T <sub>0</sub>	II — T <sub>B</sub>	III — T <sub>B</sub>	—	I — T <sub>B</sub>	III — T <sub>B</sub>	Ia — T <sub>B</sub>	Ia — T <sub>B</sub>
» южная	—	II — T <sub>0</sub>	I — T <sub>0</sub>	—	I — T <sub>0</sub>	—	Ia — T <sub>0</sub>	Ib — T <sub>0</sub>
Восточное Полесье (Черниговская область)	—	I — T <sub>B</sub>	I — T <sub>0</sub>	—	I — T <sub>B</sub>	—	Ia — T <sub>B</sub>	Ib — T <sub>B</sub>
Малое Полесье (Львовская область)	II — T <sub>0</sub>	I — T <sub>B</sub>	I — T <sub>0</sub>	—	Ia — T <sub>B</sub>	I — T <sub>0</sub>	Ia — T <sub>0</sub>	Ib — T <sub>0</sub>
Южная часть лесостепи (Сумская область)	III — T <sub>0</sub>	I — T <sub>B</sub>	II — T <sub>0</sub>	II — T <sub>0</sub>	—	—	Ia — T <sub>B</sub>	I — T <sub>B</sub>

растают здесь сосняки и на землях, бывших под длительным сельскохозяйственным использованием, что было отмечено В. П. Стопканем [10] при исследовании культур сосны в Киевском, Сарненском, Черниговском и других лесхоззагах Полесья.

На рис. 1 представлен ход роста по высоте сосновых культур, произрастающих в типах A<sub>3</sub> и B<sub>2</sub>. Как видно, в обоих случаях прослеживается постепенный «переход» насаждений от низшего класса бонитета к высшему.

Для Полесья характерны отмеченные особенности роста сосновых древостоев. Однако это не значит, что по всему Полесью будут встречены древостои сосны, развивающиеся только по типу роста T<sub>B</sub>. Как показали наши исследования, в южных районах Ровенской, Житомирской и Киевской областей, наряду с древостоями типа T<sub>B</sub>, можно встретить насаждения сосны «обычного» типа роста (T<sub>0</sub>). Это и понятно, так как в природе нет резких «скачков» от одних условий местопроизрастания к другим, а существует постепенный переход, что и было учтено в настоящем исследовании. На прилагаемой ниже схеме намечена примерная переходная полоса (20—25 км), разделяющая древостои сосны различных типов роста (T<sub>B</sub> и T<sub>0</sub>).

В лесостепи, как показали результаты наших исследова-

ний, а также опубликованные данные [8, 11], сосняки растут по типу T<sub>0</sub> (рис. 2). Пространственное размещение древостоев данного типа роста на юге лесостепи примерно совпадает с природной границей между лесостепной зоной и байрачной лесостепью. Здесь также намечается переходная полоса, разграничивающая древостои разных типов роста (T<sub>0</sub> и T<sub>у</sub>).

В байрачной лесостепи (и степи) древостои сосны имеют свои особенности роста по высоте. Как показали исследования В. П. Старостенко [9], в пристепных борах и суборах они растут по типу роста T<sub>у</sub> (с ускоренным приростом по высоте в молодом возрасте). Этот факт под-

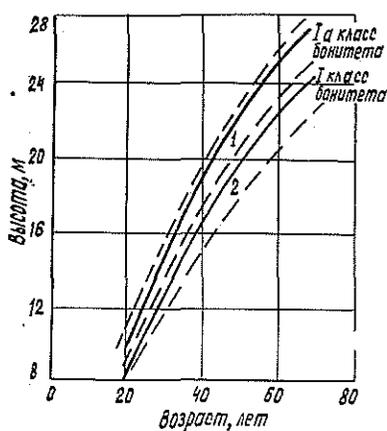


Рис. 2. Ход роста по высоте сосновых насаждений в типе  $B_2$  искусственного (1) и естественного (2) происхождения (лесостепь, тип роста  $T_0$ ); условные обозначения см. на рис. 1.

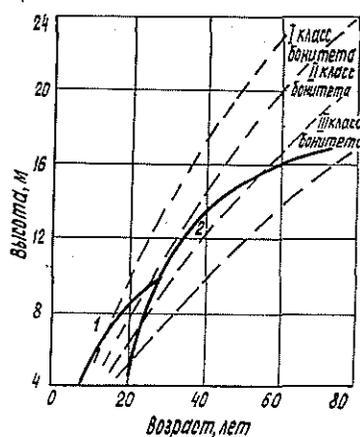


Рис. 3. Ход роста культур сосны в типе  $B_2$  (1) и  $A_2$  (2) (байрачная лесостепь, тип роста  $T_y$ ); условные обозначения те же.

тверждается также В. И. Рубцовым [7]. Особенности роста сосновых древостоев в названных лесорастительных условиях показаны на рис. 3.

Настоящее исследование показало, следовательно, что на Украине произрастают древостои сосны с различной энергией прироста по высоте, и пространственное их размещение находится в определенной связи как с географическим местонахождением, так и с естественно-историческими условиями каждой зоны. В литературе [5] этот вопрос получил иное освещение: будто бы вся территория УССР относится к одному лесотаксационному району, к лесам быстрого роста, т. е. к одному типу роста ( $T_y$ ). С таким утверждением, однако, трудно согласиться, так как оно противоречит действительности.

Как уже было отмечено, в Полесье тип роста  $T_b$  преобладает, однако в переходной к лесостепи полосе встречаются и древостои типа  $T_0$ , но совершенно исключено произрастание здесь древостоев сосны типа  $T_y$ . В южных районах лесостепной зоны, в переходной полосе, наряду с древостоями типа  $T_0$ , можно обнаружить и древостои типа  $T_y$ . В байрачной лесостепи (степи), при господстве насаждений сосны, развивающихся с ускоренным приростом в молодом возрасте (тип роста  $T_y$ ), будут встречаться и древостои типа  $T_0$ , но мало вероятно присутствие здесь древостоев типа  $T_b$  (рис. 4).

Таковы особенности роста сосновых насаждений и пространственного их размещения на Украине по тем материалам, которыми располагает автор. Необходимо, однако, заметить, что наши исследования имеют предварительный характер. Это первая попытка осуществить таксационное районирование сосновых древостоев в крупном (республиканском) масштабе. В дальнейшем предполагается уточнить составленную схему по отдельным подзонам, областям и лесхоззагам. Надо полагать, что на Украине, где ведется интенсивное лесное хозяйство, эта потребность может возникнуть даже в ближайшем будущем, при переходе на более совершенные методы лесоустройства.

Результаты настоящей работы могут быть использованы также при долгосрочном планировании ведения хозяйства в сосновых древостоях,

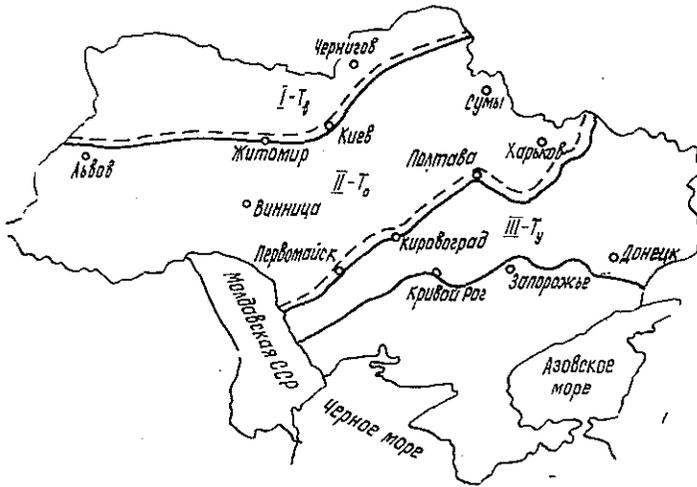


Рис. 4. Схематическая карта природных зон УССР (по Т. П. Кожевникову, 1936) и пространственного распределения древостоев сосны по типам роста (по автору).

— границы природных зон УССР — Полесья (I), лесостепи (II), байрачной лесостепи (III); — переходные полосы, территориально разграничивающие древостой сосны различных типов роста.

прогнозировании динамики их роста по природным зонам и областям. Таксационное районирование древостоев сосны, с учетом особенностей их роста, может оказаться полезным и при пересмотре установленных возрастов рубки для насаждений данной породы, а также при соблюдении очередности их рубки. В этой связи, по-видимому, будет целесообразно продолжить работу, в первую очередь, в дубовых насаждениях, которые с древостоями сосны составляют основной лесной фонд УССР.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев Е. В. Типы Украинского леса. — 2-е изд. — Киев: Книгоспілка, 1928. [2]. Давидов М. В. К вопросу об особенностях роста сосновых насаждений искусственного происхождения. — В кн.: Совершенствование лесного хозяйства. Киев, 1977. (Тр. УкрСХА; Вып. 150). [3]. Давидов М. В. О типах роста сосновых насаждений естественного происхождения. — В кн.: Вопросы лесной таксации. Киев, 1978. (Тр. УкрСХА; Вып. 213). [4]. Давидов М. В. К вопросу об установлении типов роста древостоев в природе. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 6. [5]. Загребев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. [6]. Погребняк П. С. Основы лесной типологии. — 2-е изд. — Киев: АН УССР (Ин-т лесоводства), 1955. [7]. Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. [8]. Савич Ю. Н. Ріст і продуктивність соснових культур. — Наук. пр./ Укр. акад. сільськогосп. наук, 1960, т. 13, вип. 7. [9]. Старостенко В. П. Ход роста сосновых молодяков искусственного происхождения в пристенных борах: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — Киев, 1967. [10]. Стопкань В. П. Культуры сосны на старопахотях Полесья УССР: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — Киев, 1972. [11]. Тшук А. А. Ход роста, строение и сортиментная структура сосновых насаждений (Результаты исследований в западных районах УССР): Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — Киев, 1959. [12]. Шпейдель. Отражение динамической бонитировки в лесоустройстве. — Реф. журн. «Биология», 1956, № 20.

Поступила 9 августа 1982 г.

УДК 630\*(479)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

С. А. СУЛЕЙМАНОВ

АзербНИИЛХА

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» указано: «В лесном хозяйстве обеспечить постепенный переход к ведению его на принципах непрерывного и рационального лесопользования; улучшение качественного состава лесов. Вырастить на площади не менее 8 млн. гектаров молодняк ценных древесных пород».

В связи с этим особенно актуальное значение приобретает изучение вопросов улучшения качественных показателей горных лесов и увеличение продуктивности расстроенных насаждений юго-восточной части Малого Кавказа.

Общая площадь лесов района исследования составляет 127,4 тыс. га, в том числе леса гослесфонда 90,3 тыс. га и колхозные — 37,1 тыс. га. Покрытая лесом площадь занимает 69,0 тыс. га, не покрытая лесом — 9,9 тыс. га, нелесная — 11,4 тыс. га. Эти леса находятся в ведении четырех лесхозов (Лачинского, Зангеланского, Нахичеванского и Кельбаджарского).

Леса юго-восточной части Малого Кавказа представлены преимущественно насаждениями с преобладанием дуба грузинского, восточного, араксинского и длинноножкового, которые занимают 59 % лесопокрытой площади. На долю насаждений с господством граба приходится 30,3 %, бука — 2,3 % и прочих пород — ясеня, можжевельника, липы и др. — 8,4 % всей лесопокрытой площади гослесфонда.

Систематические рубки в доступных местах привели к истощению лесов, где из года в год имеет место переруб расчетной лесосеки, приводящий к ослаблению защитных функций насаждений. Достаточно указать, что из всей лесопокрытой площади районов исследования 56,6 % занимают низкополнотные насаждения (ниже 0,5), что крайне отрицательно сказывается на приросте лесов.

Насаждения со средней полнотой (0,6—0,7) составляют 37,2 %, высокополнотные (0,8—1,0), расположенные в труднодоступных местах, занимают лишь 6,2 % лесопокрытой площади. Среднегодовой прирост лесов юго-восточной части Малого Кавказа составляет всего 1,2 м<sup>3</sup>/га, по республике в целом — 1,8 м<sup>3</sup>/га. Разумеется, что подобные показатели продуктивности леса в современных условиях научно-технического прогресса крайне недостаточны и указывают на низкий уровень ведения лесного хозяйства.

В настоящее время повышение продуктивности лесов, получение высокой отдачи с каждого гектара лесной площади — важные проблемы биологической и лесоводственной науки. Глубокое изучение биолого-экологических особенностей и лесоводственных свойств лесобразующих древесных пород, их потенциальной биологической продуктивности в конкретных экологических условиях имеет существенно важное значение в деле повышения продуктивности лесов и реконструкции

Таблица 1

Лесхоз	Средний годовой прирост в покрытой лесом площади, м <sup>3</sup> /га	Малопродуктивные леса, подлежащие реконструкции		В том числе расстроенные леса, имеющие запасы 10—40 м <sup>3</sup> на 1 га	
		Площадь, га	Средний годовой прирост, м <sup>3</sup> /га	Площадь, га	Средний годовой прирост, м <sup>3</sup> /га
Лачинский	1,32	5943	0,49	4181	0,35
Загселапский	0,82	3145	0,41	2541	0,29
Кельбаджарский	1,49	3946	0,68	2384	0,52
Нахичеванский	0,70	754	0,40	754	0,40
Итого	1,20	13 788	0,51	9860	0,38

Таблица 2

Лесхоз, номер квартала	Порода	Площадь, га	Возраст культур, лет	Число деревьев на 1 га, тыс. шт.	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, м <sup>3</sup> /га	Средний годовой прирост, м <sup>3</sup>
Лачинский, 62	Орех грецкий	2,7	25	3,0	12	16	277,4	11,1
» 77	Сосна обыкновенная	1,0	30	3,5	13	16	407,7	13,6
Загселапский, 41	Дуб длиннокожковый	1,2	20	3,2	10	16	304,2	15,2
Кельбаджарский, 71	Каштан съедобный	1,5	14	3,0	8	10	90,4	6,4
» 73	Сосна обыкновенная	0,5	15	3,5	6	8	66,8	4,5
» 99	Орех грецкий	1,5	19	3,6	10	12	178,6	9,4
Нахичеванский, 18	Тополь канадский	2,5	30	3,2	16,5	18	501,8	16,7
» 19	Ясень обыкновенный	5,2	11	4,0	6	8	84,0	7,6

низкопродуктивных насаждений. Этой проблеме посвящены работы ряда авторов ([1—5, 7—16] и др.).

Разработка приемов повышения продуктивности существующих лесов приобретает особую актуальность в условиях юго-восточной части Малого Кавказа, где в настоящее время имеется 13,8 тыс. га малопродуктивных, низкополотных и расстроенных насаждений, что составляет 19,6 % общей площади лесов данной зоны (табл. 1).

В результате многолетней хозяйственной деятельности человека, постоянно вырубаящего лучшие древостой, переводящего их в пастбища, сенокосы, пахотные угодья, на значительных площадях древостой или совсем уничтожены, или превращены в порослевые. На больших территориях произошла смена пород, и теперь зачастую в насаждениях

господствует низкоствольный древостой. По этой причине леса юго-восточной части Малого Кавказа в сильной степени утратили свою почво-защитную, водорегулирующую, биосферную и т. д. функции и оказались малопродуктивными. В связи с этим возникает необходимость научно обоснованной реконструкции этих лесов с введением наиболее ценных и быстрорастущих древесных пород.

Реконструкции малоценных, низкополнотных и расстроенных лесов юго-восточной части Малого Кавказа пока не уделялось должного внимания. До сих пор не разработан единый план улучшения породного состава этих лесов за счет ценных видов деревьев. Крайне низкими темпами велись лесокультурные работы, за последние 30 лет лесопосадки здесь проведены только на площади 1332 га, или около 44 га в год. Между тем лесные культуры быстрорастущих ценных пород играют решающую роль в повышении продуктивности лесов. В табл. 2 приводятся данные, характеризующие продуктивность опытно-производственных лесных культур.

На территории Лачинского лесхоза малопродуктивные, низкополнотные и расстроенные леса имеют площадь 5943 га, в которых среднегодовой прирост составляет лишь 0,49 м<sup>3</sup>/га, в том числе насаждения с запасом 10—40 м<sup>3</sup> на 1 га занимают 4181 га.

В покрытой лесом площади Зангеланского лесхоза среднегодовой прирост на 1 га составляет 0,82 м<sup>3</sup>. Площадь малопродуктивных лесов, требующих реконструкции, равна 3145 га, среднегодовой прирост 0,41 м<sup>3</sup>/га; 2541 га имеет запас древесины 10—40 м<sup>3</sup>/га, среднегодовой прирост 0,29 м<sup>3</sup>/га.

В покрытой лесом площади Кельбаджарского лесхоза средний годовой прирост составляет 1,49 м<sup>3</sup> на 1 га. Площадь малопродуктивных лесов, требующих реконструкции, равна 3946 га, среднегодовой прирост 0,68 м<sup>3</sup>/га, в том числе насаждения с запасом 10—40 м<sup>3</sup> на 1 га составляют 2384 га.

В покрытой лесом площади Нахичеванского лесхоза среднегодовой прирост составляет 0,7 м<sup>3</sup> на 1 га. Площадь малопродуктивных, низкополнотных и расстроенных лесов равна 754 га, запас древесины 10—40 м<sup>3</sup> на 1 га, среднегодовой прирост 0,40 м<sup>3</sup>/га.

В Нахичеванской АССР общая площадь лесонасаждений составляет около 3000 га. При средней по республике лесистости около 10 % лесистость Нахичеванской АССР равна 0,2 %. Следует увеличивать площади лесов путем культивирования огромных площадей редины и других эродированных и не пригодных для сельского хозяйства земель. Для поднятия продуктивности лесов в этой зоне, наряду с другими мероприятиями, можно применять и плантационное лесоразведение [6]. Это один из путей получения древесины в условиях истощения сырьевых ресурсов в лесах естественного происхождения.

Плантационное лесоразведение вполне возможно в юго-восточной части Малого Кавказа за счет таких быстрорастущих и ценных пород, как тополь канадский, орех грецкий, сосна крымская, сосна обыкновенная, каштан съедобный, дуб каштанолистный, дзельква, сосна эльдарская, клен бархатный, платан восточный и др.

Для увеличения лесистости юго-восточной части Малого Кавказа и повышения продуктивности лесных площадей необходимо реконструировать малоценные, низкополнотные и расстроенные леса за счет быстрорастущих и ценных пород и плантационным способом искусственного лесоразведения — облесения полей, оврагов, балок, необлесившихся лесосек, эродированных склонов, редины, которые на 1 га имеют 5—10 м<sup>3</sup> древесных запасов, и других безлесных участках.

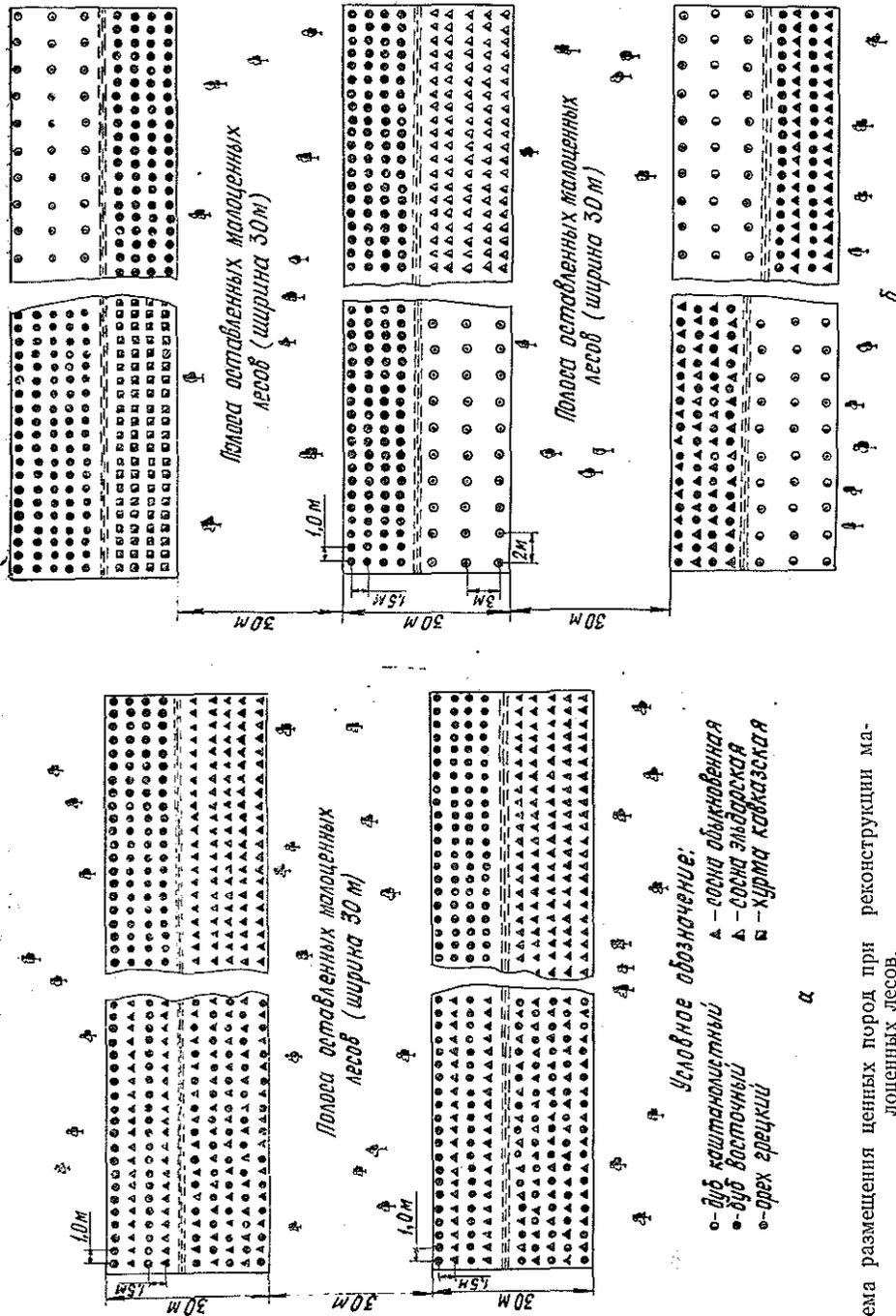


Схема размещения ценных пород при реконструкции малолесных лесов.

а — средняя горная зона; б — нижняя горная зона.

Общая площадь лесокультурного фонда района исследования составляет 20 702 га, в том числе по лесхозам: Лачинскому — 4672 га,

Зангеланскому — 6929 га, Нахичеванскому — 1795 га и Кельбаджарскому — 7306 га.

При реконструкции малоценных насаждений на склонах крутизной выше 15° во избежание возникновения эрозии почвы лес следует корчевать полосами шириной 30 м (см. рис.), оставив нетронутой полосу такой же ширины, а посев и посадку произвести только на террасах. На нетронутых полосах корчевку, террасирование и посадку леса проводят после смыкания кроны культур, созданных при первом приеме. Агротехника заключалась в следующем: орех грецкий высаживали 2—3-летними саженцами, после двукратной вспашки трактором на глубину 35—40 см по пару и перепашки осенью (перед посадкой) на меньшую глубину в зависимости от степени развития сорняков. Первоначальная схема посадки 2×1 м.

В настоящее время рекомендуем довести ее до 4×4 и 8×8 м с тем, чтобы усилить плодоношение насаждений. Культуры каштана создавали по схеме 2×1 м, посадки проводили в основном осенью 2—3-летними саженцами. Здесь также в начале плодоношения необходимо прореживание. Культуры сосны обыкновенной создавали 3—4-летними саженцами по схеме 2×1 м; способы подготовки почвы те же, что при культуре ореха.

Твердолиственные породы (дуб длинноножковый), а также тополь канадский и другие выращивали также по схеме 2×1 м. До смыкания крон проводили систематический уход за культурами от 3—4 раз в первые годы до однократного в последующие. Все культуры, за исключением тополя, выращиваются без орошения, они расположены в горнолесной зоне достаточного увлажнения. Под эти культуры удобрения, как правило, не вносили.

Опыт выращивания культур ценных пород при реконструкции и восстановлении горных лесов показывает их высокую эффективность, заключающуюся как в резком повышении продуктивности, так и в усилении защитных функций.

Наши расчеты показывают, что, осуществляя намеченные мероприятия, можно поднять продуктивность малоценных лесов юго-восточной части Малого Кавказа с 1,2 до 4—5 м<sup>3</sup>/га, тем самым усилить и природные функции лесов этой зоны.

Все эти мероприятия будут иметь важное значение в деле интенсификации сельского и лесного хозяйства данного региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусейнова Л. А. Учет запасов и прироста быстрорастущих пород в Азербайджане. — Лесн. хоз-во, 1966, № 8. [2]. Дерябин Д. И. Реконструкция лесонасаждений. — Казань, 1957. [3]. Изюмский П. П. Повышение производительности и устойчивости южных лесных массивов в Украинской ССР. — Науч. тр./УкрНИИЛХ, 1954. [4]. Изюмский П. П. Методы обновления малоценных насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. [5]. Мирон К. Ф. Основные принципы реконструкции малоплодных и малоченных молодняков в лесах БССР. — Изв. АН БССР, 1951, № 4. [6]. Молодцов В. Г. Плантационное лесоводство. — Лесн. пром-сть, 1979, № 9. [7]. Обновленский В. М. Пути восстановления и реконструкции лесных древостоев Брянского массива. — Докл. Брянск. ин-та лесн. хоз-ва, 1947, № 1. [8]. Пираг Д. М. Дугласия и ее интродукция. — Рига: Знание, 1968. [9]. Романский Н. Н. О реконструкции малоценных грабовых насаждений в дубравах Подольи. — Лесн. хоз-во, 1954, № 1. [10]. Сафаров И. С. Ценные и быстрорастущие породы в лесные культуры. — ДАН АзербСССР, 1963, № 4. [11]. Солдатов А. Г. О резервах повышения продуктивности Украинских лесов. — Лесн. хоз-во, 1956, № 12. [12]. Сулейманов С. А. Повышение продуктивности горнозащитных лесов Малого Кавказа. — Вестн. с.-х. науки, 1967, № 8. [13]. Сулейманов С. А. Противозерозонные культуры в Кировабадском лесхозе. — Лесн. хоз-во, 1968, № 9. [14]. Сулейманов С. А. Роль зеленых насаждений в оздоровлении окружающей среды. — Азербайджан тебиети, 1978, № 14. [15]. Сулейманов С. А. Повышение продуктивности лесов путем ре-

конструкции. — Азербайджан тебнетн, 1980, № 21. [16]. Шведов Е. И. Улучшение семян — основа повышения продуктивности лесов. — В кн.: Вопросы повышения продуктивности лесов. Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1976.

Поступила 7 июня 1982 г.

УДК [630\*231 + 630\*232] : 622.693.25

## ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРА

Л. П. КАПЕЛЬКИНА

Ленинградский горный институт

Субарктические леса, произрастающие на северной границе распространения древесной растительности, имеют большое средозащитное значение. Уничтожение естественных лесных массивов в процессе горных, геолого-разведочных, строительных и иных работ требует разработки и проведения мероприятий по их восстановлению.

В последние годы наблюдения, исследования и опытные работы по лесовосстановлению на Севере стали проводиться как у нас в стране, так и за рубежом. Вопросами изучения процессов естественного зарастания и искусственного восстановления растительного покрова на нарушенных землях Аляски занимается институт лесного хозяйства в г. Фербенке (штат Аляска), лаборатория лесного почвоведения Университета Аляски, сельскохозяйственная опытная станция, горные предприятия [6]. В нашей стране подобные исследования проводятся на Кольском полуострове, в Магаданской области, на Енисейском Севере и в других районах [1, 3—5]. Несмотря на это, вопросы естественного и искусственного возобновления на нарушенных землях Севера изучены недостаточно и отстают от практических потребностей. Важная задача исследований в этом регионе — упрощение и удешевление работ по восстановлению растительного покрова и использование для этих целей сил самой природы.

Естественное возобновление леса было изучено автором на отвалах Мурманской и Магаданской областей, опытные работы по лесовосстановлению проведены на Кольском полуострове.

Наши наблюдения показали, что естественное зарастание отвалов, расположенных в северной подзоне тайги и даже лесотундры, происходит в том случае, если они находятся поблизости от источников семян (естественных ненарушенных участков) и в их составе преобладают рыхлые четвертичные отложения. Отвалы, сложенные преимущественно обломками скальных пород, из-за отсутствия или недостаточного содержания мелкого материала зарастают с трудом или не зарастают вовсе. В этой связи следует отметить, что складирование отработанных горных пород на Севере осуществляется в большинстве случаев без учета возможности их естественного зарастания и рекультивации. Под отвалами пород часто оказывается не только маломощный гумусовый горизонт почв, но и рыхлые породы, залегающие на поверхности. Все это осложняет процессы естественного зарастания и искусственного восстановления растительного покрова. На поверхности породных отвалов складывается специфический ветровой и гидрологический режим, неблагоприятный для произрастания растений.

Среди обследованных отвалов Кольского полуострова (хвостохранилища и породные отвалы производственного объединения Апатит,

комбината Печенганикель, Ковдорского и Оленегорского горно-обогатительных комбинатов) наибольшее количество видов растений и максимальная степень покрытия субстрата растительностью зафиксированы на породном отвале Оленегорского ГОКа, отсыпанном около 20 лет назад смесью песчано-гравийных и скальных пород. Отвал имеет высоту 15—20 м и примыкает к березово-еловому лесу. Здесь произрастает 12 видов деревьев и кустарников: ель сибирская, сосна лапландская, береза извилистая и карликовая, осина, рябина Городкова, ива козья, филиколистная, северная, сизая, лапландская и мохнатая. На отдельных участках отвала выражена ярусность из древесных и кустарниковых пород, кустарничков, трав и мхов. Процесс формирования фитоценозов идет по зональному типу с преобладанием в растительном покрове анемохорных видов.

Естественное зарастание отвалов пород вскрыши на Кольском полуострове, по сравнению с хвостохранилищами, протекает более успешно, однако видовой состав растительности и степень покрытия ею поверхности отвалов различны и зависят от многих причин, основными из которых являются свойства субстрата, удаленность от источников обсеменения (лесных территорий), возраст отвалов, микроклиматические, орографические и гидрологические условия. Отдельные участки отвалов, сложенные крупнообломочным скальным материалом, лишенные мелкозема и удаленные от леса на многие сотни метров, не способны зарости самостоятельно в течение десятилетий и даже столетий. Как правило, чем ближе к лесу, тем быстрее протекает возобновление. Наиболее активно зарастают участки, находящиеся на расстоянии до 100—150 м от леса. Единичные экземпляры хвойных встречаются на расстоянии около 500 м, что связано с высокими скоростями ветра в здешних условиях и меньшей массой семян. По-видимому, эти семена распространяются в зимнее время по снежному насту. Однако низкая всхожесть семян растений, характерная для северных мест, не обеспечивает быстрого зарастания отвалов, удаленных от леса. На открытых, не защищенных от ветра участках формируются приземистые формы елей, сосен, лиственниц и даже ив (главный прирост короче боковых). Отдельные экземпляры имеют сильно искривленные стволы. У растений обычно формируется поверхностная корневая система, приспособленная к перехвату атмосферных осадков.

Наши наблюдения показывают, что планировочные работы на отвалах резко ухудшают условия поселения и развития растений. Семена сносятся ветром с поверхности спланированных отвалов. Отрицательно влияет на рост растений и чрезмерное уплотнение грунта.

Значительные нарушения растительного покрова в Магаданской области связаны с разработкой россыпей. Освоение месторождений сопровождается вырубкой лесов, прилегающих к приискам. Обследование показало, что наиболее активно естественное зарастание происходит на отвалах вскрышных пород с включением органических материалов, преимущественно торфа. Здесь из лесных пород преобладают различные виды ив, береза, осина, ольха, а также хвойные: лиственница, кедровый стланик. Эфельные и галечные отвалы, образующиеся после отработки россыпей, вследствие неблагоприятного гранулометрического состава и водного режима зарастают с трудом.

Мероприятия по восстановлению нарушенного растительного покрова должны включать проведение планировочных работ и нанесение на спланированную поверхность благоприятных для растений органических и мелкоземистых почвогрунтов. Подготовленные участки в зависимости от условий могут быть оставлены под самозарастание или на них

должны проводиться лесовосстановительные работы. Ориентация на естественное зарастание там, где оно возможно, вполне допустима и позволит снизить общие затраты на биологическую рекультивацию.

Опытные работы по искусственному возобновлению леса проводили на отвале пород Ковдорского ГОКа (юго-западная часть Кольского полуострова). Субстрат отвала, образованный при вскрытии железорудного месторождения, по механическому составу супесчаный и содержит до 40 % по объему обломки скальных пород. В процессе опытных работ отдельные участки отвала были покрыты слоем диатомового ила, взятого со дна расположенного поблизости оз. Ковдор. Посадки трехлетних сеянцев сосны лапландской, ели сибирской и лиственницы сибирской проводили непосредственно в грунт отвала, диатомовый ил и смесь грунта и диатомового ила. Агрохимические свойства грунта породного отвала и диатомового ила приведены в табл. 1.

Таблица 1

Почвогрунт	рН вытяжки		Гумус, %	Азот об-щий, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г грунта		K <sub>2</sub> O, мг/100 г грунта		Обменные катионы, мг · экв./100 г	
	вод-ной	со-левой			1	2	1	2	Ca	Mg
Супесь породного отвала	8,4	7,8	0,46	0,015	243,0	1,0	10,4	1,8	18,12	4,52
Диатомовый ил	6,3	5,7	28,7	1,36	50,0	0,3	45,0	2,5	48,89	11,96

Примечание. 1 — по Кирсанову; 2 — в водной вытяжке.

Инвентаризация лесных культур, произведенная на третий год после посадки, показала, что лучшую приживаемость и сохранность имеют культуры, высаженные в смесь пород отвала с диатомовым илом (табл. 2). На диатомовом иле саженцы имели максимальный прирост. Высокое количество влаги, азота и других доступных питательных веществ способствовало хорошему росту лесных культур. Однако культуры, посаженные в ил, страдали от сорняков, а при высыхании ил давал значительную усадку и на нем возникали трещины, которые приводили иногда к разрыву и высыханию корней.

Таблица 2

Почвогрунт	Приживаемость и сохранность культур, %		
	сосны лапландской	ели сибирской	лиственницы сибирской
Супесь породного отвала (чистый грунт)	78	90	30
Диатомовый ил	81	91	86
Смесь супеси породного отвала с диатомовым илом	89	96	82

Наблюдения показали, что на рост и развитие лесных культур, высаженных непосредственно в грунт отвала, отрицательно влияли высокая плотность субстрата, щелочная реакция среды, неблагоприятный гранулометрический состав и низкие запасы влаги в корнеобитаемом слое. По этим причинам наблюдался значительный отпад культур лиственницы, хотя созданные ранее опытные культуры лиственницы на рыхлых отложениях имели приживаемость 91,8 % [4].

Посев семян ели сибирской и сосны лапландской, произведенный в лунки на чистом субстрате — супесчаной горной породе, показал перспективность создания культур этим методом. Отпад появившихся всходов, вследствие их высыхания, составил 90—95 %. В то же время

известно, что посев — основной метод создания культур на вырубках Кольского полуострова, где сохраняются значительно лучшие условия увлажнения [2].

Значительное влияние на рост культур на отвалах оказывает ветер, скорость которого достигает больших величин. У культур сосны, высаженных на отвале, сформировались искривленные стволы, прирост был замедлен. Ветер оказывает иссушающее действие на поверхностный слой почвогрунтов, усиливает испарение и транспирацию.

#### Выводы

1. Для ускорения процессов естественного зарастания необходимо проводить формирование отвалов на заключительном этапе рыхлыми четвертичными отложениями с включением органогенных материалов — торфа, донных отложений озер и т. д.

2. Содействие естественному зарастанию следует считать основным способом восстановления нарушенного почвенно-растительного покрова в суровых природно-климатических условиях Севера.

3. На участках, самозарастание которых невозможно, должны проводиться лесовосстановительные работы.

4. При искусственном лесоразведении на участках с неблагоприятным водным и ветровым режимом следует ориентироваться на создание лесных культур лиственных пород, а хвойные высаживать под защиту лиственных насаждений или в микропонижениях, где лучше водно-физические свойства грунтов и слабее отрицательное воздействие ветра.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зайцев Г. А., Моторина Л. В., Данько В. Н. Лесная рекультивация. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 128 с. [2]. Казаков Л. А. Особенности создания лесных культур механизированным посевом на Севере. — В кн.: Повышение эффективности лесовосстановительных мероприятий на Севере. Петрозаводск: Изд-во КФ АН СССР, 1977, с. 113—132. [3]. Капелькина Л. П. Использование ив для закрепления техногенных песков в условиях Кольского полуострова. — В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1981, с. 96—100. (Межвуз. сб. науч. тр. ЛТА; Вып. 10). [4]. Капелькина Л. П., Казаков Л. А. Лесные культуры на нефелиновых песках. — Лесн. хоз-во, 1981, № 1, с. 33—34. [5]. Скрябин С. З. Исследования по биологической рекультивации нарушенных техникой тундр на Енисейском Крайнем Севере. — В кн.: Техногенные ландшафты Севера и их рекультивация. Новосибирск: Наука, 1979, с. 51—61. [6]. Neiland V. I. Rehabilitation of bare sites in interior Alaska. — *Agroborealis*, 1978, vol. 10, N 1, p. 21—25.

Поступила 7 мая 1982 г.

УДК 630\*232.311.3

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСТОЯННОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ БАЗЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДА РСФСР

Е. Д. МАНЦЕВИЧ, Л. М. СЕРОГЛАЗОВА

Белорусский технологический институт

Северо-Запад РСФСР охватывает огромную площадь лесов. Общий лесокультурный фонд этого региона составляет более 1 млн. га. Поэтому потребность в семенах хвойных пород, в частности сосны обыкновенной, для искусственного лесовосстановления весьма значительна.

Вместе с тем, в связи с довольно суровыми климатическими условиями семенные годы бывают здесь реже, урожай семян ниже, а качест-

во семян хуже, чем в насаждениях средней полосы, в условиях физико-географического оптимума произрастания сосны обыкновенной [3]. Эти различия в известной мере сохраняются и на клоновых семенных плантациях.

В скандинавских странах и Финляндии лесосеменные плантации уже давно размещаются главным образом в южных районах, в более благоприятных климатических условиях. Переброска черенков плюсовых деревьев с севера на юг позволяет ускорить и усилить семеношение семенных плантаций и сократить периоды между урожайными годами [4, 10].

В лесном семеноводстве Северо-Запада РСФСР\* этому вопросу не уделяется должного внимания. В специальной литературе есть лишь отдельные работы [11], которые указывают на целесообразность смещения лесосеменных плантаций северо-западного региона к югу.

По нашему мнению, данный вопрос заслуживает более пристального внимания. Помимо повышения урожайности семенных плантаций за счет более благоприятного климата возможно получение гибридных семян на основе скрещивания северного климатипа с более продуктивным местным. Такая гибридизация весьма желательна, так как, по мнению ряда исследователей [1, 9, 14, 15], дает возможность рассчитывать на объединение в гибридном потомстве выносливости и устойчивости северных генотипов с высокой продуктивностью южных.

Исследования, проведенные нами в географических культурах сосны первого и второго поколений, а также на клоновой гибридно-семенной плантации сосны в центральной части Белоруссии, представляют определенный интерес. Данные, помещенные в табл. 1, 2 и 3, публикуются впервые. Имеются также ссылки на уже известные материалы авторов.

Таблица 1

Географические культуры	Климатип	H		D		Длина хвои	
		м	%	см	%	см	%
Материнские	Белорусский Северный	3,0	100	3,6	100	4,5	100
		2,1	70	1,9	53	3,2	71
Второго поколения	Белорусский Северный	2,6	100	3,1	100	5,0	100
		2,3	89	2,0	64	4,9	98

Таблица 2

Происхождение привоя	Семеносящих прививок, %	Сохранность шишек, %	Среднее число шишек на одно семеносящее дерево, шт.	Масса одной шишки, г	Урожай семян с одного семеносящего дерева, г	Выход семян из шишек, %	Масса 1000 семян, г	Урожай семян с 1 га плантации, г
----------------------	-------------------------	----------------------	---	----------------------	--	-------------------------	---------------------	----------------------------------

## 5-летние прививки

Карельская АССР	25	62	4	4,9	0,48	2,4	5,56	48
Минская область	16	58	5	4,3	0,31	1,3	5,40	20

## 8-летние прививки

Карельская АССР	80	72	36	3,8	26,12	1,9	4,46	8352
Минская область	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Имеются в виду Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская и Псковская области.

Таблица 3

Происхождение привоя	H <sub>ср</sub> см	D <sub>к.ш</sub> мм	Дли- на хвои, см	Воздушно-сухая масса 100 семян, г			
				Хвоя	Ство- лик	Кор- ни	Всего
Карельская АССР	4,4	1,1	1,7	7,2	2,4	3,4	13,0
Минская область	4,1	1,3	2,5	7,5	2,3	3,8	13,6

Изучение первого семеношения географических культур сосны обыкновенной в 9-летнем возрасте (Негорельский учебно-опытный лесхоз) показало [5], что наибольшее число семеносящих деревьев было у северных вариантов (сосна из Карелии и Архангельской области). Поскольку во всех вариантах географических культур цветение сосны было исключительно женским, формирование семян шло только за счет опыления местной сосной из окружающих насаждений (50—80 лет, I и II классов бонитета), т. е. имела место внутривидовая гибридизация. Хотя масса 1000 семян была низкой, полнозернистость, энергия прорастания, техническая и абсолютная всхожесть оказались самыми высокими у северных вариантов. Следовательно, несмотря на определенные различия в фенологии сезонного развития северного и белорусского климатипов, фазы их цветения в центральной части Белоруссии в основном совпадают. Проведенные нами позже специальные исследования, а также данные других авторов [2, 12, 13] это подтверждают.

Семена первого семеношения были использованы для закладки географических культур второго поколения [6]. В табл. I даны показатели роста северного и белорусского климатипов сосны в материнских географических культурах и географических культурах второго поколения в возрасте 11 лет. Как видно из таблицы, скрещивание медленно растущего северного климатипа с более продуктивным местным заметно сгладило различия в их средних высотах, диаметрах и длине хвои за счет усиления роста гибридного потомства северного климатипа.

В 1972—1973 гг. в Негорельском учебно-опытном лесхозе нами была заложена первая в Белоруссии опытная гибридно-семенная плантация сосны обыкновенной с участком северного климатипа [7]. Первое массовое цветение привоев сосны на этой плантации было отмечено в 1976 г. Оно, как и в последующие годы, было исключительно женским. Анализ первого семеношения показал [8], что в 5-летнем возрасте прививок наибольшая доля участия семеносящих привоев была у северного климатипа (Карелия). Эти прививки имели также наибольший процент сохранившихся шишек. Следует отметить, что масса одной шишки, 1000 семян, выход семян из шишек и урожай семян оказались более высокими, чем у местной сосны. В целом же урожай семян в 5-летних прививках в пересчете на 1 га был очень низким\*.

В последующие годы цветение и семеношение привоев карельской сосны непрерывно возрастало при слабом и неустойчивом семеношении привоев других климатипов.

Было отмечено обильное семеношение 8-летних привоев карельской сосны и полное отсутствие шишек на привоях другого происхождения. На некоторых прививках северного климатипа насчитывалось свыше 200 шишек. Это привело к формированию более мелких шишек и семян по сравнению с первым семеношением. Вместе с тем, расчетный урожай

\* При пересчете урожая семян на 1 га семенной плантации допускалось участие только одного климатипа с размещением посадочных мест 5 × 5 м.

семян прививок северного климатипа оказался сравнительно высоким (8,4 кг/га). Соответствующие данные представлены в табл. 2. Так как на привоях плантации формируются до сих пор только женские стробилы, их опыление идет пылью местной сосны. Следовательно, семена имеют гибридный характер.

Из семян первого семеношения гибридно-семенной плантации были выращены однолетние сеянцы. Показатели их развития представлены в табл. 3. Они свидетельствуют о несколько лучшем росте в высоту сеянцев из семян привоев карельской сосны по сравнению с сеянцами местного климатипа. Хотя у них диаметры корневой шейки меньше, а хвоя короче, чем у сеянцев местного климатипа, фитомасса в воздушно-сухом состоянии примерно одинакова.

Приведенные данные свидетельствуют о перспективности разработки данного вопроса. Однако пока рано говорить о конкретных рекомендациях смещения постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной северо-западного района к югу, в более благоприятные природные условия.

Для оценки эффекта скрещивания северного и белорусского климатипов необходимо провести испытания гибридного потомства на устойчивость и рост в зоне лесокультурного использования семян.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вересин М. М. Влияние происхождения семян сосны обыкновенной на рост культур. — Докл. ученых-участников Междунар. симп. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972, с. 121—133. [2]. Долголиков В. И. Прогнозирование синхронности цветения географически отдаленных экотипов сосны и ели. — В кн.: Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. М., 1980, с. 304—307. (Тез. докл. и сообщ. на Всес. научно-техн. совещании). [3]. Каппер О. Г. Хвойные породы. — М.—Л., 1954, с. 155—260. [4]. Коски В. Семенные плантации в Финляндии. — Докл. ученых-участников Междунар. симп. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972, с. 68—73. [5]. Манцевич Е. Д. Семеношение и рост сеянцев географических культур сосны обыкновенной. — В кн.: Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск, 1970, с. 69—72. [6]. Манцевич Е. Д. Особенности роста второго поколения географических культур сосны обыкновенной. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1971, вып. 4, с. 83—87. [7]. Манцевич Е. Д. Опытная гибридно-семенная прививочная плантация сосны обыкновенной различных провениенций. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1976, вып. 11, с. 120—124. [8]. Манцевич Е. Д., Сероглазова Л. М. Семеношение сосны обыкновенной на опытной гибридно-семенной плантации. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1979, вып. 14, с. 46—51. [9]. Проказин Е. П. О массовом получении семян первого гибридного поколения от отдаленных внутривидовых скрещиваний сосны обыкновенной. — Докл. ученых-участников Междунар. симп. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972, с. 134—145. [10]. Проказин Е. П., Чеботарев И. Н. Создание лесосеменных плантаций в странах-членах СЭВ. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1972. [11]. Ростовцев С. А. Рост и развитие вегетативного потомства разных климатипов сосны обыкновенной. — В кн.: Семеноводство сосны обыкновенной: Обзор. М., 1971, с. 47—54. [12]. Седельникова И. В. Цветение и семеношение сосны обыкновенной в географических культурах Воронежской области. — В кн.: Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. М., 1980, с. 279—282. (Тез. докл. и сообщ. на Всес. научно-техн. совещании). [13]. Уварова Н. И., Филипова Л. Н. Особенности репродукции сосны обыкновенной различного географического происхождения на гибридно-семенных плантациях в условиях Северо-Запада РСФСР. — В кн.: Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. М., 1980, с. 319—321. (Тез. докл. и сообщ. на Всес. научно-техн. совещании). [14]. Хагнер М. Обзор исследований по происхождению в Швеции и их перспективы. — Докл. ученых-участников Междунар. симп. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972, с. 32—41. [15]. Эрикссон Г. Текущие исследования в отделении лесной генетики. — Докл. ученых-участников Междунар. симп. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972, с. 18—27.

УДК 630\*181.36

**О РАЗЛИЧИЯХ В СТРОЕНИИ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ  
СОСНЫ БАНКСА И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*М. И. КАЛИНИН, И. А. ЗАХАРЧУК*

Львовский лесотехнический институт

Исследованы корневые системы сосны обыкновенной и сосны Банкса в 29-летних культурах в условиях Владимир-Волынского лесхозага Волынской области на двух участках смешанных культур, на одном в составе преобладала сосна обыкновенная, на другом — сосна Банкса. Почва на обоих участках дерново-слабоподзолистая среднедернованная, с наличием хорошо выраженного оргштейнового горизонта. Тип лесорастительных условий — влажная суборь (Вз). Характеристика этих культур дана в табл. 1.

Таблица 1

Но- мер уча- стка	Состав	Порода	Число деревь- ев на 1 га, шт.	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	Средние		Полно- та на- сажде- ния
					вы- сота, м	диа- метр, см	
1	7СБЗСоб	Сосна Банкса	1488	175	14,8	18,7	1,04
		Сосна обыкновенная	550	75	15,1	20,8	
2	7СобЗСБ	Сосна Банкса	850	66	14,8	16,7	0,90
		Сосна обыкновенная	1250	134	15,4	18,7	

В исследуемых насаждениях для каждой древесной породы в каждой группе роста производили полную раскопку корневых систем трех модельных деревьев (табл. 2).

Таблица 2

**Таксационная характеристика модельных деревьев**

Состав насаждения	Порода	Группа роста деревьев	Диаметр на 1,3 м, см	Высота ствола, м	Объем ствола, м <sup>3</sup>
7СБЗСоб	Сосна Банкса	Лучшие	23,6	14,8	0,2959
		Средние	16,2	14,6	0,1592
		Отстающие	8,2	14,2	0,0151
	Сосна обыкновенная	Лучшие	23,7	15,5	0,2517
		Средние	16,8	15,2	0,1634
		Отстающие	8,8	14,7	0,0427
7СобЗСБ	Сосна Банкса	Лучшие	23,2	14,8	0,2965
		Средние	16,0	14,8	0,1570
		Отстающие	8,0	14,4	0,0404
	Сосна обыкновенная	Лучшие	22,9	15,7	0,2470
		Средние	16,0	15,3	0,1737
		Отстающие	8,0	15,1	0,0402

Данные табл. 1 и 2 свидетельствуют о том, что изменение участия исследуемых видов сосны в насаждениях не оказало существенного влияния на их таксационную характеристику. Вместе с тем, в древостое с большим относительным участием сосны обыкновенной полнота и запас древесины несколько меньше.

Исследованные модельные деревья пород в каждой группе роста имеют незначительные отличия таксационных характеристик. Этим предопределяется то положение, что в случае выявления более

Таблица 3

## Структура и строение корневых систем сосны Банка и сосны обыкновенной

Состав насаждения	Порода	Группа роста деревьев	Общая длина скелетных корней, м	Из них корней, %		Процентное распределение длины скелетных корней горизонтальной ориентации по порядкам ветвления						Вертикальные ответвления
				горизонтальных	стержневых	1	2	3	4	5	6	
7СБЗСоб	Сосна Банка	Лучшие	406	98,2	1,8	15,7	14,0	29,8	23,1	11,9	5,5	—
		Средние	246	96,6	1,4	28,5	25,6	20,0	16,9	7,3	1,7	—
		Отстающие	188	98,5	1,5	11,7	33,5	37,8	11,9	4,1	1,0	—
	Сосна обыкновенная	Лучшие	655	92,8	7,2	10,8	24,8	22,5	18,6	9,8	4,2	9,3
		Средние	554	93,4	6,6	13,8	24,9	22,7	15,5	10,4	2,0	10,7
		Отстающие	271	94,9	5,1	16,2	24,9	22,5	11,3	6,1	2,8	16,2
7СобЗСБ	Сосна Банка	Лучшие	470	91,3	8,7	17,1	26,1	28,4	17,8	8,1	2,5	—
		Средние	346	95,3	4,7	18,2	25,1	29,7	17,6	7,0	2,4	—
	Сосна обыкновенная	Средние	266	96,3	3,7	10,9	26,5	29,0	22,3	9,1	2,2	—
		Отстающие	462	86,9	13,1	15,2	30,9	24,0	12,0	5,8	1,6	10,5
Сосна обыкновенная	Средние	454	88,1	11,9	15,6	25,6	26,9	16,0	7,0	2,6	6,3	
	Отстающие	296	94,1	5,9	15,2	30,3	26,7	15,5	5,8	4,5	2,0	

существенных различий в строении корневых систем они будут объясняться только биологическими особенностями древесных пород.

Данные табл. 3 свидетельствуют о наличии различий в структуре и строении корневых систем исследуемых пород. Корневые системы сосны обыкновенной более мощные по сравнению с корневыми системами сосны Банка. Относительное участие стержневых корней у сосны обыкновенной больше. При изменении густоты и увеличении участия в

культурах сосны обыкновенной относительное участие стержневых корней у обеих пород увеличивается.

В строении корневых систем рассматриваемых пород наиболее заметно проявились следующие различия. У сосны Банка наибольшее относительное участие занимают корни третьего порядка ветвления, у сосны обыкновенной — второго. У сосны Банка по сравнению с сосной обыкновенной больше относительное участие корней более высоких — пятого и шестого порядков ветвления. Вместе с тем, обращает на себя внимание отсутствие у сосны Банка вертикальных ответвлений от горизонтальных корней, в то время как у сосны обыкновенной они хорошо выражены. Это говорит о более интенсивном использовании глубоких горизонтов почвы корнями сосны обыкновенной.

Определенные различия наблюдаются в строении стержневых корней и их ответвлений. У сосны Банка по сравнению с сосной обыкновенной в этой группе корней большее относительное участие занимает главный корень и ответвления четвертого порядка.

Длина основного корня сосны Банка у модельных деревьев в древостое с меньшим участием сосны обыкновенной составила 0,9—1,1 м, в древостое с большим ее участием — 1,1—1,3 м, а у сосны обыкновенной соответственно 1,2—1,5 и 1,2—1,7 м.

Сосна обыкновенная образует более длинные корни горизонтальной ориентации. Так, наиболее развитые корни этой породы имели длину у деревьев лучших, средних и отстающих — 8,1; 7,8; 5,9 м, а у сосны Банка соответственно 7,2; 6,2; 4,2 м.

Участие тонких корней диаметром менее 2 мм составило у сосны Банка 1,1—2,1 % от общей массы корней и 56,8 % от общей их длины, у сосны обыкновенной соответственно 1,3—2,4 и 62,0 %.

О более интенсивном развитии корней горизонтальной ориентации сосны обыкновенной свидетельствуют размеры площадей проекции корневых систем (площади питания). У сосны Банка они составили: для лучших деревьев — 57,1, средних — 35,9, отстающих — 12,3 м<sup>2</sup>, а у сосны обыкновенной соответственно 69,9; 59,0 и 31,6 м<sup>2</sup>.

Объем почвы, который занимает корневая система у лучших деревьев сосны обыкновенной — 37,7 м<sup>3</sup>; средних — 27,2; отстающих — 13,9 м<sup>3</sup>; что соответственно в 2,6; 2,0 и 3,8 раза больше, чем у сосны Банка.

Один из важных показателей, характеризующих особенности строения корневых систем деревьев, — интенсивность насыщенности корнями почвы, занимаемой корневыми системами. Он определяется как отношение общей длины скелетных корней к соответствующему объему почвы. У сосны Банка этот показатель составляет у лучших деревьев — 22,7; средних — 21,8; отстающих — 59,6 м/м<sup>3</sup>, а у сосны обыкновенной — 14,9; 14,9 и 20,4 м/м<sup>3</sup>.

Как видим, осваивая меньший объем почвы, корневые системы сосны Банка используют его более интенсивно по сравнению с сосной обыкновенной. Приведенные показатели корненаселенности объема почвенного питания свидетельствуют также о большей компактности корневой системы сосны Банка.

Выводы сводятся к следующему. В структуре и строении сосны Банка и сосны обыкновенной имеются различия. Корневая система сосны Банка менее мощная, но значительно более компактная, отличается отсутствием вертикальных ответвлений от горизонтальных корней. Корневая система сосны обыкновенной интенсивнее осваивает более глубокие горизонты почвы за счет развития вертикальных ответвлений от горизонтальных корней и лучшего развития стержневых корней.

Сосна Банка не является породой, составляющей конкуренцию сосне обыкновенной. Участие ее в культурах вместе с сосной обыкновенной обеспечивает повышение их производительности в относительно бедных лесорастительных условиях.

Поступила 3 мая 1982 г.

УДК 630\*432

## О НАПРАВЛЕНИЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

М. А. ШЕШУКОВ, В. В. НЕШАТАЕВ

ДальНИИЛХ, Дальневосточное лесоустроительное предприятие

Материалы лесопожарной статистики свидетельствуют, что, несмотря на ежегодное увеличение отпускаемых денежных и материальных средств на охрану лесов от пожаров и постоянное совершенствование и развитие техники тушения, резкой тенденции в снижении горимости лесов не наблюдается. Так, на Дальнем Востоке в период с 1969 г. по 1980 г. она варьировала в зависимости от степени пожарной напряженности сезонов в пределах от 0,2 до 0,7 % в год. Такое положение, видимо, сохранится и в ближайшей перспективе. Это можно объяснить двумя причинами. Во-первых, по мере экономического освоения различных районов (например, зоны БАМа) возрастает и плотность населения, а следовательно, и количество источников огня, что, в свою очередь, предопределяет повышение горимости лесов (см. табл.). Освоенность тер-

Динамика числа пожаров с ростом населения в восточной части зоны БАМа

Периоды, годы	Среднегодовое число пожаров, %	Численность населения на последний год периода, %
1948—1949	100	100
1960—1964	148	169
1965—1969	186	183
1970—1974	221	210
1975—1980	295	257

ритории не только облегчает обнаружение и тушение пожаров, но и резко повышает вероятность их возникновения, так как примерно свыше 95 % всех загораний в лесу происходит по вине человека. Во-вторых, степень природной пожарной опасности девственных лесов значительно ниже, чем пройденных огнем или расстроенных рубками насаждений и, тем более, не покрытых лесом площадей. Оба эти фактора, особенно в районах Сибири и Дальнего Востока, обуславливают постоянную тенденцию горимости лесов к повышению: процент девственных лесов в общем лесном фонде под влиянием деятельности человека снижается и одновременно происходит значительное увеличение числа источников огня. Все это в определенной мере компенсирует тот положительный эффект, который получается за счет непрерывного совершенствования и развития авиационной и наземной служб охраны лесов. Такая в своем роде сбалансированность примерно соответствует сезонам, имеющим среднюю степень пожарной напряженности. Вместе с тем, как правило, примерно 2—3 раза в 10 лет в том или ином регионе

наблюдаются засушливые сезоны, обуславливающие массовое возникновение пожаров, которые в короткий срок охватывают большие площади и превращаются в стихийные бедствия. Именно на такие экстремальные сезоны приходится подавляющая часть площадей, выгоревших за все десятилетие, и основная доля ущерба.

В связи с этим возникает вопрос: какова должна быть стратегия в области охраны лесов от пожаров в ближайшей перспективе, которая обеспечила бы при минимальных затратах быструю и максимальную отдачу?

Из большого числа задач, стоящих перед лесной пожарной службой, по значимости можно выделить две важнейшие проблемы, положительное решение которых позволит значительно повысить оперативность лесопожарной службы и ее эффективность.

Одна из них — дальнейшее усиление воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности работы авиационной пожарной службы. В настоящее время авиационная лесная служба располагает довольно внушительными силами и техническими средствами тушения. Достаточно сказать, что только одна Дальневосточная авиабаза охраны лесов в пожароопасный сезон 1980 г. арендовала несколько десятков летательных аппаратов, в том числе вертолеты Ми-8, а общая численность работников авиопожарной службы превышала тысячу человек. В связи с этим вопрос правильного и наиболее эффективного их использования приобретает важное государственное значение.

Практика многих десятилетий по тушению пожаров со всей очевидностью свидетельствует, что даже при хорошем техническом оснащении подразделений пожарной службы без высокой и четкой их организации нельзя добиться положительных результатов в борьбе с этой грозной стихией. Поэтому первостепенное значение приобретает вопрос всемерного повышения боеспособности и мобильности подразделений по борьбе с пожарами, т. е. способности их создавать необходимую стратегическую и тактическую концентрацию сил и средств тушения в нужном месте в наикратчайший срок. Именно мобильность дает возможность соблюдать такой важнейший принцип при тушении, как атака и локализация пожаров при минимальных их размерах. Она позволяет одновременно обеспечивать надежность охраны лесов с умеренными затратами в аномальные пожарные сезоны, которые встречаются редко, но в то же время с такой закономерностью и с такими последствиями, что не могут быть игнорированы. Вместе с тем вполне очевидно, что экономически нецелесообразно иметь лесопожарные службы с уровнем охраны, который соответствовал бы таким экстремальным сезонам. Все это предопределяет необходимость всемерного повышения мобильности лесной пожарной службы, усиление ответственности и дисциплины во всех ее звеньях.

Надо полагать, что радикальным решением этой проблемы будет организация работы авиационной лесной службы (при сохранении современной ее структуры) по хорошо зарекомендовавшему себя режиму, принятому в системе пожарной охраны МВД СССР.

Целевое назначение этих служб одинаковое — эффективная борьба с огнем в целях сведения ущерба к минимуму. Для успешного выполнения такой задачи к работникам обеих служб предъявляются одинаковые требования: постоянная боевая их готовность и высокая квалификация, четкое и решительное выполнение поставленных задач, высокая дисциплина, мужество и самоотверженность, а в отдельных случаях и риск. Поэтому далеко не случайно военная терминология столь широко используется при борьбе с лесными пожарами. Такие по-

нения, как фронт, тыл, фланги, разведка, стратегия и тактика борьбы, атака и т. д. в определенной мере как бы заранее возлагают большую ответственность за правильное принятие решений и своевременное их выполнение, отражают важность соблюдения принципа «время решает все», свидетельствуют о трудности и суровости условий тушения огня и о возможных больших последствиях при невыполнении поставленных задач в короткие сроки. Более того, борьба с пожарами в лесу специфична и, пожалуй, сложнее, чем в городских условиях. Высокая задымленность атмосферы на больших площадях, отсутствие дорог, электроэнергии, специальных водоемов, а также большая протяженность кромки огня (она может превышать сотни километров) и во многих случаях гористый рельеф резко усложняют использование мощных современных технических средств тушения. Наличие непрерывного слоя горючего материала в лесу обеспечивает неограниченность распространения кромки огня по территории и тем самым предопределяет постоянное увеличение объема работ и трудность тушения по мере развития пожара в пространстве и во времени.

В связи с этим для дальнейшего преодоления указанных негативных моментов при борьбе с лесными пожарами больше, чем где-либо, требуется исключительная четкость организации во всех звеньях авиационной лесной службы. Вместе с тем, многочисленные факты свидетельствуют, что, несмотря на хорошую техническую оснащенность авиатделений и мехотрядов силами и средствами пожаротушения, некоторые пожары распространялись на большой площади и приобретали характер стихийных бедствий, вследствие в основном несвоевременно го их обнаружения и особенно тушения. Все еще довольно низок уровень организации этих подразделений, которая не обеспечивает высокой их мобильности, четкого управления, а также надлежащей дисциплины и меры ответственности.

Работники военизированной авиационной лесной службы смогут более эффективно выполнять и другие такие важные функции, как выявление виновных в возникновении пожаров, обеспечение надежного контроля за соблюдением Правил пожарной безопасности в лесах СССР. Положительное решение получит и такой важный вопрос, как закрепление кадров. Все это в целом подтверждает насущную необходимость в переводе авиационной лесной охраны на режим пожарной охраны МВД СССР.

Следующий актуальный вопрос охраны лесов от пожаров — создание новой мобильной и высокоэффективной пожарной техники. В настоящее время проблема обнаружения пожаров в определенной мере решена положительно (в основном за счет использования летательных аппаратов). Однако значительно хуже обстоит дело с разработкой, созданием и внедрением новых активных средств и способов борьбы с огнем. Так, мы еще не располагаем радикальными средствами борьбы с крупными пожарами высокой интенсивности (особенно верховыми). Не разработаны также мобильные и эффективные технические средства для тушения пожаров в труднодоступных горно-таежных условиях.

В этом плане значительны резервы в использовании гидросамолетов и самолетов с коммерческой грузоподъемностью более 10 т, специально приспособленных для быстрого забора воды и целенаправленного ее сброса на кромку пожара на малой высоте и скорости полета. Наличие таких летательных аппаратов позволит не только сдерживать распространение огня до прибытия пожарных команд, но и активно вести борьбу с огнем, особенно в утренние часы, когда интенсивность пожара и скорость нарастания периметра его резко снижаются.

Их важным достоинством является скорость и высокая мобильность. Уже через несколько минут с момента получения сигнала о лесном пожаре машина может находиться в воздухе. Более чем десятилетний опыт использования мощных гидросамолетов на тушении пожаров за рубежом свидетельствует о большой их экономичности и эффективности при условии, когда они способны брать на борт более 5 т воды. Вместе с тем, отечественная практика прошлых лет со всей очевидностью показала, что применение для непосредственной борьбы с пожарами летательных аппаратов типа Ан-2М и Ми-4, обладающих малой грузоподъемностью (до 1 т), малоэффективно.

Оптимальным решением вопроса, связанного с созданием мощных активных средств борьбы с огнем, может быть широкое применение в лесной охране дирижаблей разной грузоподъемности. Достоинства дирижаблей хорошо известны. Современные дирижабли способны поднимать груз свыше 500 т, могут взлетать и садиться при скорости ветра до 20 м/с, имеют самую высокую для летательных аппаратов экономичность и практически неограниченную дальность действия. Они способны зависать над одной точкой, не нуждаются в аэродромах, их можно направлять горючим непосредственно в воздухе.

Созданный на основе новейших достижений науки и техники дирижабль может стать одним из распространенных, наиболее надежных и рентабельных транспортных средств. Он найдет самое широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Так, еще в 30-е годы в Германии был создан дирижабль ЛЦ-129, который в 1936 г. совершил 10 рейсов из Европы в США. Он мог находиться в полете 5—6 сут, преодолевать расстояние 15 тыс. км и поднимать груз 240 т. Ныне же, когда новая техника может вооружить дирижабли прочными, легкими и негорючими материалами, гелием, радаром, автопилотом, степень их надежности возрастет почти до полной безопасности. По расчетам конструкторов, наполненная невоспламеняющимся гелием, снабженная турбовинтовыми двигателями цельнометаллическая «сигара» будет вне конкуренции с другими летательными аппаратами и станет незаменимым средством для перевозки тяжелых конструкций и крупногабаритных грузов в труднодоступных районах. Поэтому далеко не случайно многие зарубежные фирмы (в США, Франции, Англии, ФРГ и т. д.), несмотря на наличие широкой сети дорог, аэродромов, морских и речных портов, усиленно и небезуспешно занимаются разработкой и испытанием дирижаблей разных конструкций, грузоподъемностью от 50 до 900 т.

Если учесть громадные просторы нашей страны, масштабы ее народнохозяйственных планов и строительства, а также слабо развитую транспортную сеть в районах Сибири и Дальнего Востока, то быстрее создание дирижаблей становится жизненной необходимостью. Проблема строительства дирижаблей волнует многих специалистов и руководителей крупных предприятий, их давно ждут строители, монтажники, лесозаготовители и т. п. Назрела явная потребность в создании специального ведомства по дирижаблестроению. Однако дело большой государственной важности до сих пор не выходит за рамки любительства. В некоторых городах созданы общественные конструкторские бюро. Вполне очевидно, что на общественных началах в короткие сроки нельзя решить на современном научно-техническом уровне эту важную проблему.

Эффект от применения дирижаблей, способных в считанные минуты доставлять к местам пожаров сотни тонн воды, бульдозеры и пожарные команды, невозможно переоценить. В то же время значитель-

ные материальные и денежные средства, затрачиваемые в настоящее время на создание специальных механизированных отрядов по борьбе с лесными пожарами, не приносят должной отдачи и недостаточно эффективны, так как эти отряды не располагают летательными аппаратами для быстрой доставки мощных средств тушения (бульдозеров) к местам пожаров. Вследствие этого территория, обслуживаемая отрядами, как правило, входит в зону наземной охраны, и они ограничены в своих действиях наличием дорожной сети. Иными словами, при современной структуре механизированных отрядов не могут эффективно выполнять функции, ради которых они созданы.

Однако постоянно следует иметь в виду, что даже при вооружении лесной пожарной службы самыми мощными современными техническими средствами борьбы с огнем, без четкой организационной структуры, позволяющей строго соблюдать важнейший принцип тушения «время решает все», без дальнейшего совершенствования лесопожарной профилактики и, прежде всего, агитационно-массовой пропаганды среди населения, а также без действенного контроля за соблюдением предприятиями и гражданами Правил пожарной безопасности в лесах СССР нельзя добиться резкого снижения горимости лесов. Только комплексная реализация всех этих мероприятий обеспечит дальнейшие успехи в деле сбережения наших лесов от пожаров.

Поступила 19 апреля 1982 г.

УДК 621.825 : 630\* : 65.011.54

## О ДИНАМИЧНОСТИ И ТОЧНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

В. Р. КАРАМЫШЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Надежность, долговечность, удобство и безопасность в эксплуатации лесохозяйственных машин во многом зависят от предохранительных муфт, которыми они оборудованы. Однако предохранительные муфты, применяемые в настоящее время для защиты лесохозяйственных машин от перегрузок, все еще имеют высокую динамичность и низкую точность срабатывания. В литературе имеется много работ, посвященных исследованию предохранительных муфт и их совершенствованию. При этом одни авторы уделяют внимание динамике предохранителей ([2, 5, 7, 8] и др.), другие — точности срабатывания ([3, 4, 6] и др.). Но эти вопросы требуют комплексного подхода, что видно из следующих рассуждений.

Процесс перегрузки, когда защита осуществляется фрикционными муфтами, можно условно разделить на четыре этапа: 1 — нарастание перегрузки до момента срабатывания муфты; 2 — от срабатывания муфты до достижения максимального момента; 3 — затухание колебаний в интервале от максимальной динамической нагрузки до установившегося буксования; 4 — установившееся буксование.

Для фрикционных предохранительных муфт следует рассматривать только два этапа: первый (переходный) и второй, в конце которого возникают максимальные динамические нагрузки. Эти два этапа процесса перегрузки машин с фрикционными предохранительными муфтами полностью совпадают с этапами процесса перегрузки машин, защищенных кулачковыми предохранительными муфтами [5]. Поэтому,

если рассматривать двухмассовую динамическую систему с фрикционной предохранительной муфтой, которая при перегрузке превращается в одномассовую с заделкой, то аналогично [5] можно получить зависимость для определения максимального момента при срабатывании предохранителя:

$$M_{max} = \omega \sqrt{IC} + M_m. \quad (1)$$

Первый член уравнения характеризует динамическую составляющую, зависящую от динамической характеристики системы: момента инерции ведомых масс муфты  $I$ , коэффициента жесткости  $C$  и угловой скорости  $\omega$ . Обычно динамичность системы при срабатывании предохранительной муфты оценивается коэффициентом динамичности, равным отношению максимального момента  $M_{max}$  к регулировочному  $M_m$ :

$$K_d = \frac{M_{max}}{M_m}. \quad (2)$$

Второй член уравнения (1) — регулировочный момент фрикционной предохранительной муфты — не является строго постоянной величиной и зависит от многих факторов: погрешности изготовления элементов муфты, скорости нарастания перегрузки, колебания коэффициента трения и др. Величина рассеивания регулировочного момента и определяет точность срабатывания предохранительной муфты, которая характеризуется коэффициентом точности ограничения нагрузки:

$$K_t = \frac{M_{max\text{ ср}}}{M_{min\text{ ср}}}, \quad (3)$$

где  $M_{max\text{ ср}}$  и  $M_{min\text{ ср}}$  — максимальный и минимальный моменты при срабатывании муфты.

При существенных динамических нагрузках максимальный момент  $M_{max}$  всегда выше регулировочного момента предохранителя  $M_m$  (величины его рассеивания), не считая, естественно, аварийного состояния самого предохранителя, которое недопустимо. В этом случае повышение точности срабатывания предохранителя решающего значения не имеет. Здесь нужно стремиться к снижению динамических нагрузок при перегрузке системы, а именно к понижению динамической составляющей уравнения (1).

При малых динамических нагрузках максимальный момент  $M_{max}$  сопоставим с величиной рассеивания регулировочного момента, т. е.  $M_{max} \geq M_m$ . Здесь улучшение точности ограничения нагрузки имеет первостепенное значение.

Отмеченное подтверждено экспериментально. Опыты проводили на специальном стенде для исследования предохранительных муфт [1]. Система стенда полностью совпадает с расчетной динамической системой [5], рассмотрение которой позволило получить уравнение (1). Фрикционную предохранительную муфту исследовали при частоте вращения 350 и 100 об/мин, что в основном соответствует режимам использования предохранителей многих лесохозяйственных машин (например, у культиватора КФУ-1,5 частота вращения вала, на котором установлена предохранительная муфта, равна 96 и 117 об/мин, фрезы ФЛУ-0,8 — 246 об/мин, фрезы ФПШ-1,3 — 250 и 300 об/мин). Вычисленные по формулам (2) и (3) коэффициенты динамичности и точности срабатывания в первом случае составили  $K_d = 1,72$ ,  $K_t = 1,31$ , во втором —  $K_d = 1,08$ ,  $K_t = 1,33$ .

Следовательно, при разработке новых конструкций предохранительных муфт необходимо подходить комплексно к вопросу снижения динамических нагрузок и повышения точности ограничения нагрузки при их срабатывании, так как в целях унификации обычно один и тот же предохранитель используют как в высокооборотных, так и низкооборотных приводах. Комплексный подход к снижению динамических нагрузок и улучшению точности срабатывания муфт скажется не только на производительности машин, в результате более совершенной защиты от перегрузок, но и на уменьшении их металлоемкости, вызванном возможным понижением коэффициентов запаса прочности. Предел снижения динамических нагрузок и приемлемость предохранительной муфты по точности срабатывания следует устанавливать на этапе конструирования лесохозяйственной машины с учетом ее конструкции, выполняемого технологического процесса, действующих нагрузок, материала и др.

Один из конкретных путей комплексного подхода к совершенствованию защиты лесохозяйственных машин от перегрузок — введение в конструкцию предохранительных муфт упругих элементов, т. е. преобразование их в упруго-предохранительные. В этом случае значительно снижаются кратковременные динамические нагрузки при перегрузках и периодически изменяющиеся динамические нагрузки, действующие в течение всего времени работы машины. Одновременно повышается точность ограничения нагрузки при срабатывании муфт, вследствие снижения скорости нарастания тангенциального напряжения на контактирующих фрикционных поверхностях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 836546 (СССР). Стенд для испытания предохранительных муфт/ В. Р. Карамышев. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 21. [2]. Голубенцев А. Н., Лиховид П. И. Динамика машин с упругими звеньями и предохранительной муфтой. — В кн.: Динамика крупных машин. М.: Машиностроение, 1969. [3]. Запорожченко Р. М. О характеристиках фрикционных предохранительных муфт повышенной точности срабатывания. — Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение, 1971, № 1. [4]. Карамышев В. Р. Расчет новой конструкции предохранительной муфты лесных фрез. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1. [5]. Нартов П. С., Карамышев В. Р. К расчету динамических нагрузок в элементах лесных машин, защищенных предохранительными муфтами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1. [6]. Пенязев О. А., Крейнер Б. Я. Расчет вероятного диапазона срабатывания предохранительных муфт. — Тракторы и сельхозмашины, 1968, № 6. [7]. Поляков П. И. Экспериментальные исследования динамики механического и гидрообъемного приводов лесных фрез. — В кн.: Машины и орудия для механизации лесного хозяйства. Воронеж, 1975. [8]. Попов Е. М. Динамика срабатывания фрикционных предохранительных муфт. — Зап. Воронежского СХИ, 1968, т. 35.

Поступила 9 августа 1982 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*377.21.001.2

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КАНАТА  
НА ИЗГИБНУЮ ЖЕСТКОСТЬ

Н. М. БЕЛАЯ, Э. Н. МАТВЕЕВ, А. Г. ПРОХОРЕНКО

Львовский лесотехнический институт

В процессе работы канаты лесотранспортных установок огибают большое число направляющих блоков, при этом движению нагруженных канатов препятствуют их жесткость и трение на опорах.

Для определения расхода требуемой мощности на приведение в движение канатной системы и расширения существующих представлений о выносливости канатов в условиях их работы на блоках подвесных канатных установок (ПКУ) важно иметь данные об изгибной жесткости таких канатов.

Исследованию изгибной жесткости канатов подъемно-транспортных машин и крановых конструкций посвящен ряд работ известных ученых, результаты которых обобщены в трудах А. И. Дукельского [1] и С. Т. Сергеева [5].

Определением жесткости канатов  $d = 20-22$  мм различной конструкции в начале 30-х годов занимался Н. Геккер, который проводил опыты на блоках больших диаметров до  $D = 0,5-0,8$  м. К тому же времени относятся опыты Ж. Гамеля, на основании которых он предложил сопротивление от жесткости определять в зависимости от натяжения каната  $T$ , с учетом константы  $a$ , характеризующей материал проволоки, по формуле  $P_{ж} = aT$  [1]\*.

Гиршлянд предложил эмпирическую формулу для определения коэффициента жесткости  $\xi$  канатов крестовой свивки:

$$\xi = 0,1 \frac{1 + \frac{120}{T}}{D - 10} d_k^2,$$

где  $d_k$  — диаметр каната, см;  
 $D$  — диаметр блока, см;  
 $T$  — натяжение каната, кгс.

А. И. Дукельский [1] получил упрощенное выражение для определения коэффициента  $\xi$ :

$$\xi = 0,1 \frac{d_k^2 + 0,3}{D - 10}$$

в предположении, что среднее натяжение каната находится в пределах  $T_{ср} \approx 400d_k^2$ .

По исследованиям Рубина, коэффициент жесткости можно определить из выражения

\* Во всех упоминаемых формулах других авторов приведены условные обозначения физических величин и размерности, принятые их авторами, и опубликованные в литературе.

$$\xi = 0,09 \frac{d_k^2}{D} \left( 1 + \frac{500}{T} \right).$$

Рубин проводил опыты с канатами крестовой свивки диаметром от 19,5 до 21,5 мм с натяжениями в диапазоне  $10 \leq T \leq 40$  кН.

Б. С. Ковальский и А. М. Циприн [1, 5] исследовали изгибную жесткость канатов при различных натяжениях и предложили для определения  $\xi$  формулу

$$\xi = \frac{B}{EI},$$

где  $B$  — жесткость каната рассматриваемого диаметра  $d_k$ ;

$EI$  — жесткость сплошного круглого стержня того же диаметра.

Исследованием изгибной жесткости занимались также В. Н. Образцов, Е. Н. Ратнер, А. А. Вальтер и др.

К. М. Масленников испытывал отечественные канаты крестовой свивки и предложил следующую формулу для определения сопротивления от жесткости канатов [1]:

$$P_{ж} = (63 + T^{0,9}) \frac{d_k^{1,75}}{D^{1,5}},$$

где  $d_k$  и  $D$  — диаметры каната и блока, мм.

Значения жесткости канатов, подсчитанные по перечисленным эмпирическим зависимостям, существенно различались. Кроме того, в этих зависимостях не учитывалось влияние скорости движения канатов при огибании ими блоков. По-видимому, по мнению авторов перечисленных работ, для стационарных канатных дорог и крановых конструкций с малыми скоростями движения канатов (до 1—2 м/с) влияние скорости было несущественным.

В условиях работы канатов на ПКУ скорости движения достигают 6—10 м/с и могут быть еще больше, так как существует устойчивая тенденция к дальнейшему увеличению скоростей в целях повышения производительности лесотранспортных систем; диаметры огибаемых канатами блоков на ПКУ также намного меньше, чем на известных грузоподъемных машинах и крановых конструкциях. В этих случаях затраты мощности для формирования изогнутых канатов на блоках существенно возрастают и в десятки раз превышают расход мощности на обычных грузоподъемных механизмах. Поэтому правомерность использования рекомендаций для определения изгибной жесткости канатов ПКУ требовала проверки с учетом влияния особенностей лесозаготовки.

Необходимость проведения специальных исследований изгибной жесткости тяговых и грузоподъемных канатов ПКУ также диктовалась и стремлением к дальнейшему совершенствованию подвесных канатных систем временного действия, как наиболее перспективного по технико-экономическим показателям и наименее энергоемкого средства механизации внутрилесосечного транспорта в горных условиях лесозаготовок [6].

Такие исследования изгибной жесткости канатов с учетом влияния скорости их движения были проведены авторами в Львовском лесотехническом институте на специальной экспериментальной установке [3], на которой имитировались режимы работы канатов, соответствующие реальным эксплуатационным на существующих ПКУ. Схема установки представлена на рис. 1.

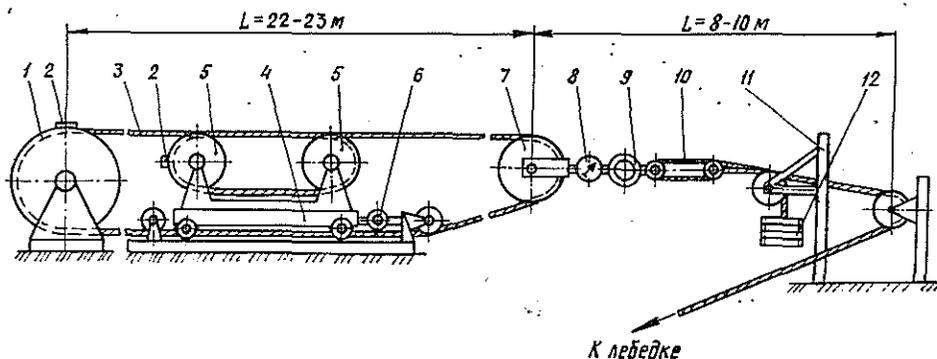


Рис. 1. Схема экспериментальной установки с размещением измерительной аппаратуры и опорной тележкой с двумя блоками.

1 — канатопроводящий шкив; 2 — отметчик пути; 3 — замкнутая петля каната; 4 — опорная тележка с двумя блоками; 5 — рабочие блоки системы; 6 — силовое звено опорной тележки; 7 — натяжной блок замкнутого каната; 8 — контрольный стрелочный динамометр; 9 — силовое звено измерителя натяжения каната; 10 — натяжное устройство; 11 — опорная мачта; 12 — набор натяжных грузов.

Опыты проводили на канатах двойной свивки типа ЛК-Р ГОСТ 2688—69, конструкции  $6 \times 19 + 10.c.$ , диаметром 12 и 15 мм с пределом прочности материала проволок  $\sigma_B = 1764$  МПа. Длина замкнутой петли испытуемого каната составляла 50 м. Скорости движения  $v$  изменялись от 0,6 до 15,2 м/с, диапазон изменения натяжения  $S$  составлял от 12,5 до 31 кН. Такие условия испытаний перекрывали верхнюю границу значений натяжений тяговых и грузоподъемных канатов на реальных лесотранспортных установках. Натяжение каната в петле регулировали набором грузов, которые позволяли сохранять постоянное натяжение в течение всего процесса испытаний при появлении упругих деформаций.

Скорость движения каната записывали по способу оборот — время на осциллограмме электроимпульсными датчиками оборотов, которые устанавливали на барабане лебедки и на блоке тележки.

Исследования проводили для двух случаев охвата канатом блоков тележки: с двумя блоками диаметром 192 мм (схема *a*) и с четырьмя блоками диаметром 150 мм (схема *b*). Схемы экспериментальных тележек с набором опытных блоков представлены на рис. 2.

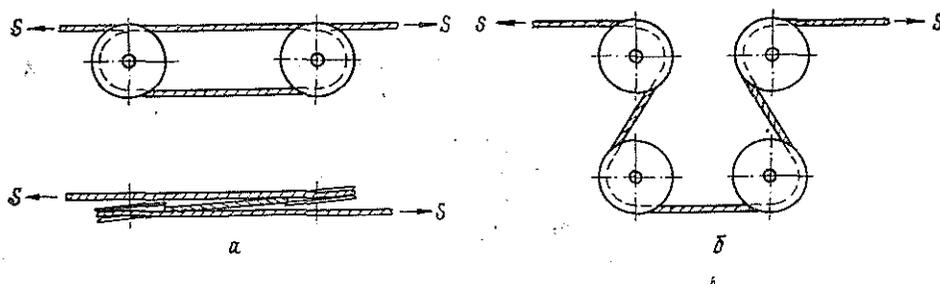


Рис. 2. Схемы экспериментальных тележек с набором опытных блоков.  
*a*, *b* — тележки с двумя и четырьмя блоками соответственно.

Силовые звенья тарировали дважды: до и после испытаний. С помощью масштабного коэффициента тарировки силового звена опорной тележки определяли суммарное сопротивление движению каната на блоках  $P_{\text{сум}}$ . Выявление и исключение промахов из серии измерений проводили по О. Н. Кассандровой и В. В. Лебедеву [2].

Соппротивление от жесткости каната на одном блоке определяли по формуле

$$P_{ж} = \frac{P_{сум} + P_{к} + P_{ц}}{n},$$

где  $P_{к}$  — сопротивление катков тележки;  
 $P_{ц}$  — сопротивление от трения в цапфах блоков;

$$P_{ц} = n\psi_{ц} S;$$

$n$  — число блоков;

$S$  — натяжение каната;

$\psi_{ц}$  — коэффициент трения в цапфе блока, приведенный к окружности [1];

$$\psi_{ц} = 2f \frac{d_{ц}}{D_б} \sin \frac{\alpha}{2};$$

$d_{ц}$  — диаметр цапфы;

$D_б$  — диаметр блока;

$f$  — коэффициент трения в подшипнике блока;

$\alpha$  — угол обхвата канатом блока.

Для установления зависимости  $P_{ж} = f(v)$  использовали метод наименьших квадратов.

Сравнение полученных экспериментальным путем сопротивлений от жесткости каната с учетом скорости его движения с сопротивлениями, найденными по формулам Гиршлянда, К. М. Масленникова и Рубина, приведено в таблице.

Сравнение расчетных показателей изгибной жесткости каната с экспериментальными данными

Диаметр каната $d$ , мм	Диаметр блока $D$ , мм	Натяжение каната $S$ , кН	Изгибная жесткость каната $P_{ж}$ , Н				Диапазон изменения скоростей, м/с
			по Гиршлянду	по К. М. Масленникову	по Рубину	по данным экспериментальных исследований	
15	150	27,5	1292	814	439	489,5—3,2 <i>v</i>	0,9—5,3
15	150	21,0	999	659	351	374,6—2,5 <i>v</i>	0,8—7,0
15	150	12,5	617	597	236	267,5—1,6 <i>v</i>	0,7—14,8
15	192	31,0	788	624	380	410,3—4,1 <i>v</i>	1,0—8,3
15	192	20,5	531	453	269	267,4—1,8 <i>v</i>	0,6—8,0
15	192	12,5	335	412	185	198,0—3,2 <i>v</i>	0,6—15,2
12	192	21,0	347	308	176	190,9—2,1 <i>v</i>	1,0—12,5
12	192	12,5	214	279	118	101,8—0,6 <i>v</i>	1,2—11,5

Исследования позволили установить, что для канатов двойной свивки типа ЛК-Р, конструкции  $6 \times 19 + 1$  о.с., диаметром 12—15 мм, ГОСТ 2688—69 с  $\sigma_b = 1764$  МПа при натяжениях до 31 кН экспериментальные значения изгибной жесткости практически совпадают со значениями, найденными по формуле Рубина, предложенной на основании испытаний канатов больших диаметров ( $d_k = 19,5—21,5$  мм), при натяжениях, близких к экспериментальным.

Результаты исследований изгибной жесткости канатов в диапазоне изменения скоростей от 0,6 до 15,2 м/с и натяжений от 12,5 до 31 кН показали, что с увеличением скоростей движения жесткость не только не возрастала, а даже несколько уменьшалась.

Такой результат оказался важным для практики проектирования и эксплуатации подвесных канатных лесотранспортных установок. Он позволил использовать накопленный опыт исследования изгибной жесткости канатов для решения широкого круга инженерных задач при достаточно большом диапазоне изменения скоростей движения канатов и диаметров огибаемых ими блоков, а также пересмотреть и расширить существующие представления о постановке дальнейших исследований выносливости канатов в условиях их работы на блоках подвесных систем и грузоподъемных механизмов.

Ранее проведенные экспериментальные исследования [4] показали, что выносливость несущих и тяговых канатов ПКУ находится в прямой зависимости от сил внутреннего трения, увеличивается с уменьшением последних для тяговых канатов и уменьшается для несущих канатов. Снижение изгибной жесткости канатов, при их работе на блоках с повышением скорости движения, свидетельствует об уменьшении сил внутреннего трения и, следовательно, о повышении выносливости таких канатов.

Поскольку жесткость каната при больших скоростях движения не возрастает, то, очевидно, выносливость канатов уменьшаться также не будет. Это позволяет результаты исследования выносливости канатов, полученные при малых скоростях движения, распространить и на случаи больших скоростей. Такое заключение существенно облегчает постановку и проведение дальнейших исследований выносливости канатов при работе их на блоках подъемно-транспортных машин и крановых механизмов и позволяет проводить такие исследования при малых скоростях движения. Проведение подобных исследований при больших скоростях движения значительно сложнее и дороже, чем при малых.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.—Л.: Машиностроение, 1966. — 484 с. [2]. Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений. — М.: Наука, 1970. — 104 с. [3]. Матвеев Э. Н. Стендовая установка для отработки методики исследования силовых режимов работы движущихся канатов. — В кн.: Опыт комплексного использования лесосырьевых ресурсов. Ивано-Франковск, 1970, с. 174—175. [4]. Прохоренко А. Г. Напряжения изгиба в несущих канатах открытого типа. — В кн.: Стальные канаты. Киев: Техніка, 1967, вып. 4, с. 172—176. [5]. Сергеев С. Т. Надежность и долговечность подъемных канатов. — Киев: Техніка, 1968. — 238 с. [6]. Ступнев Г. К. Технология, сберегающая энергию. — Лесн. пром-сть, 1982, № 4, с. 7—9.

Поступила 13 сентября 1982 г.

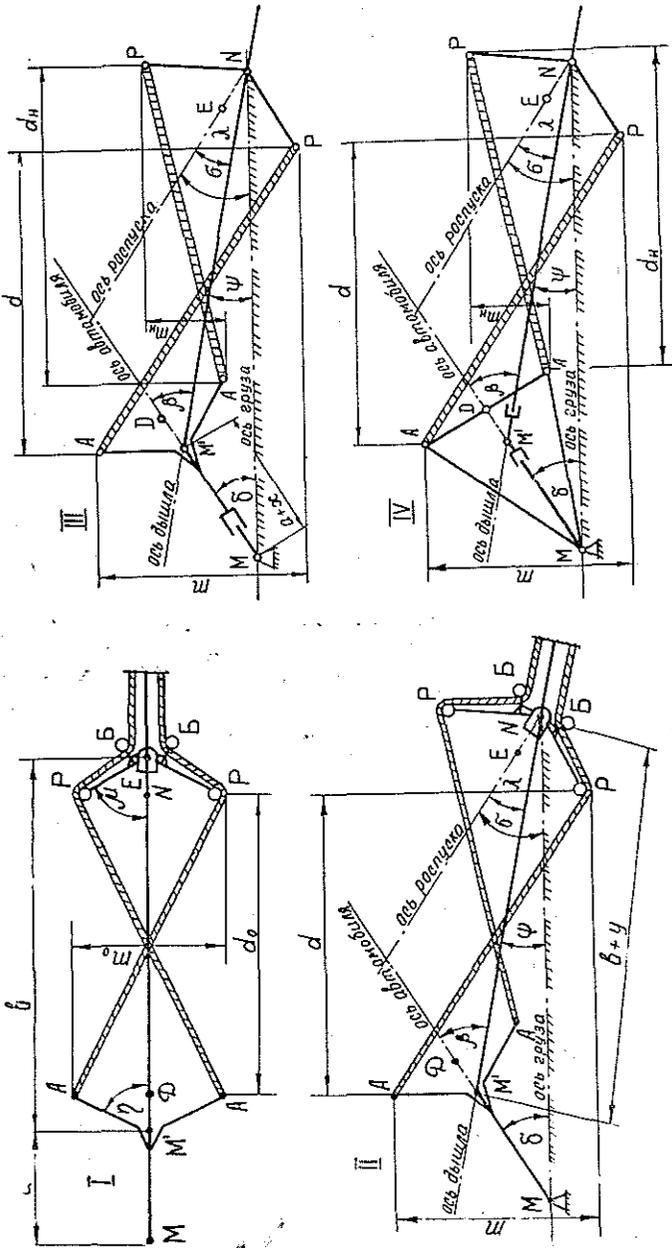
УДК 630\*375.5

### О РАСЧЕТЕ КРЕСТООБРАЗНОЙ СЦЕПКИ

П. Д. КЛЫЧКОВ

Хабаровский политехнический институт

При вывозке леса в хлыстах для соединения автомобиля с роспуском применяется сцепка, состоящая из дышла с шарнирными связями и перекрещивающихся стальных канатов. Расчет такой сцепки подробно описан в литературе [3, 6—9]. В этих работах даны рекомендации по снижению паразитных усилий, возникающих в канатах при повороте автопоезда, за счет смещения тяговых балок относительно шкворня коника роспуска и точки сцепки петли дышла с буксирным прибором автомобиля.



Механизм крестообразной сцепки (кинематическая схема).

$M$  и  $N$  — центры шкворней коников автомобиля и роллуса;  $B$  — блоки;  $D$  и  $E$  — геометрические центры тяговых балок; I—II — «плавающее» дышло (I — положение звеньев на прямой, II — положение звеньев на кривой); III — «плавающая» тяговая балка; IV — серийная (жесткая) сцепка.

Ранее [2, 4] были предложены схемы сцепок, в которых паразитные усилия не возникают ни в одном из элементов конструкции: шкворнях коников, дышле, канатах. В этих схемах тяговые балки рекомендуется выполнять в виде секторов круга и размещать их под кониками, что в известной степени усложняет конструкцию.

Рассмотрим другие принципиальные схемы. На рисунке изображен механизм сцепки, в котором (см. схемы I и II) дышло может переме-

щаться относительно рамы роспуска (и шкворня его коника) в продольном направлении, а канаты, охватывая тяговую балку роспуска, проходят через блоки  $B$  параллельно дышлу и закреплены на заднем конце последнего. Схема эта в принципе близка к описанной в источнике [1].

При прямолинейном движении автопоезда (схема I) для всех типов крестообразных сцепок действительны выражения:

$$m_0 = r_a \sin \eta + r_p \sin \mu; \quad d_0 = b - r_a \cos \eta - r_p \cos \mu, \quad (1)$$

где  $r_a = AM'$  и  $r_p = PN$  — плечи тяговых балок.

Задающим параметром в механизме сцепки является угол  $\delta$  (схема II). Из треугольника  $MM'N$  определим удлинение дышла  $y$  и угол  $\psi$  между дышлом и продольной осью груза:

$$y = \sqrt{b^2 + 2a(a+b)(1 - \cos \delta)} - b; \quad \psi = \arcsin \frac{a \sin \delta}{b + y}. \quad (2)$$

Из условия постоянства натяжения рабочей ветви каната, согласно схеме II, имеем

$$\sqrt{m^2 + d^2} - \sqrt{m_0^2 + d_0^2} - y = 0; \quad (3)$$

$$\sigma = \mu - \angle ANP + \angle ANM. \quad (4)$$

При отсутствии паразитных усилий в нерабочей ветви каната должно выполняться условие

$$\Delta = \sqrt{m_n^2 + d_n^2} - \sqrt{m_0^2 + d_0^2} - y \leq 0, \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} m &= (b + y) \sin \psi + r_a \sin(\eta + \delta) + r_p \sin(\mu - \sigma); \\ d &= (b + y) \cos \psi - r_a \cos(\eta + \delta) - r_p \cos(\mu - \sigma); \\ m_n &= r_a \sin(\eta - \delta) + r_p \sin(\mu + \sigma) - (b + y) \sin \psi; \\ d_n &= (b + y) \cos \psi - r_a \cos(\eta - \delta) - r_p \cos(\mu + \sigma). \end{aligned}$$

Расчеты показывают, что если  $a \leq 1,5$  м,  $r_p = 1,1$  м, а остальные величины изменяются в пределах:  $\delta$  — от 0 до 0,35;  $b$  — от 6 до 11 м;  $r_a$  — от 0,5 до 0,75 м;  $\mu$  и  $\eta$  — от 1,4 до 1,6, то при любом их сочетании условие (5) выполняется и провисание нерабочей ветви не превышает 0,03 м. Иными словами, нет никакой надобности в подборе смещений тяговых балок (т. е. так называемом выносе).

При «плавающей» тяговой балке (схема III) имеем:

$$y = 0; \quad \psi = \arcsin \left( \frac{a + b}{b} \sin \delta \right) - \delta; \quad a + x = b \frac{\sin \psi}{\sin \delta}. \quad (6)$$

Все остальное, в том числе и выполнение условия (5), остается без изменений.

Аналогичный вывод получим и в том случае, если в сцепке будет «плавающий» коник, т. е. когда

$$y = 0; \quad \psi = \arcsin \frac{a \sin \delta}{b}; \quad a + b - z = b \frac{\sin(\delta + \psi)}{\sin \delta}. \quad (7)$$

Будем считать, что в серийной сцепке (схема IV) при повороте автопоезда увеличивается расстояние  $a$  (вынос буксирного крюка) за счет пружины и расстояние  $b$  (длина дышла) за счет зазоров в прицепной серьге, но расстояние между кониками  $MN = a + b = \text{const}$ . Одна

тяговая балка жестко закреплена на автомобиле, а другая — на роспуске. Первая расположена с некоторым смещением относительно точки  $M'$  (точка сцепки прицепной серьги с крюком), вторая — относительно центра шкворня коника роспуска, т. е. точки  $N$ . Для такой сцепки имеем:

$$l = DN = \sqrt{(a+b)^2 + c_1^2 - 2c_1(a+b)\cos\delta}; \quad (8)$$

$$\varphi = \angle DNM = \arcsin\left(\frac{c_1}{l} \sin\delta\right),$$

где  $c_1 = \sqrt{AM^2 - AD^2}$  — вынос тяговой балки, т. е. расстояние от геометрического центра (точки  $D$ ) до центра шкворня коника автомобиля (точки  $M$ ).

Как и выше, имея в виду, что  $y = 0$ , по формуле (4) найдем угол поворота продольной оси роспуска относительно продольной оси груза  $\sigma$  как функцию угла  $\delta$ . Но величины, входящие в условие (5), будем определять из выражений:

$$\left. \begin{aligned} m &= l \sin\varphi + c_2 \cos\delta + r_p \sin(\mu - \sigma); \\ d &= l \cos\varphi - r_p \cos(\mu - \sigma) + c_2 \sin\delta; \\ m_n &= r_p \sin(\mu + \sigma) + c_2 \cos\delta - l \sin\varphi; \\ d_n &= l \cos\varphi - r_p \cos(\mu + \sigma) - c_2 \sin\delta, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где  $c_2 = AD$  — расстояние от точек крепления канатов до продольной оси автомобиля (половина ширины тяговой балки).

Расчеты показывают, что при любом сочетании параметров такой сцепки, при любой комбинации величин смещений (выносов) тяговых балок условие (5) не выполняется, т. е. всегда  $\Delta > 0$ .

При  $\delta \leq 0,15$ ;  $a \leq 1,5$  м и  $b \geq 8$  м можно подобрать только такую комбинацию смещений тяговых балок, которая обеспечит  $\Delta \geq 0,03$  м. В других случаях  $\Delta > 0,03$  м.

Размеры тяговых балок, обеспечивающие заданное смещение следа колес роспуска относительно следа колес автомобиля, можно определить значительно проще, чем это указано в работах [3, 7, 8].

Так, при установившемся повороте, т. е. когда точка  $M$  достаточно длительно перемещается по дуге окружности радиуса  $R^M$  [5], действительны зависимости:

$$\delta = \arcsin \frac{a+b}{iR_M}; \quad R_M \cos\delta = R_N \cos\sigma, \quad (10)$$

где  $i = 1 + \sigma/\delta$  — угловое передаточное число сцепки;

$R_N$  — радиус поворота роспуска.

Тогда заданное смещение  $C = R_M - R_N$  найдем по формуле

$$\sigma = \arccos \frac{R_M \cos\delta}{R_M - C} \approx \psi + \arcsin\left(\frac{AD}{PE} \sin\beta\right). \quad (11)$$

Изменение  $\delta$  есть функция траектории точки  $M$  и всегда [5]

$$R_N = (a+b) \frac{\cos\delta}{\sin(\delta + \varepsilon)} = (a+b) \frac{\cos\delta}{\sin i\delta}. \quad (12)$$

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. № 404685 (СССР). Тягово-сцепное устройство лесовозного автопоезда/ В. В. Таевский. — Оpubл. в Б. И., 1973, № 44. [2]. А. с. № 556066 (СССР). Автопоезд/ П. Д. Клычков. — Оpubл. в Б. И., 1977, № 16. [3]. Горбачевский В. А. Кинематика движения автомобиля с роспуском по кривым в плане. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1956, вып. 3, с. 3—29. [4]. Клычков П. Д. Анализ конструктивных схем сцепок автопоездов для перевозки длинномерных грузов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4, с. 37—43. [5]. Клычков П. Д. Кинематика поворота двухкомплектного автопоезда. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 43—49. [6]. Лахно В. П. Взаимодействие автомобиля с роспуском при движении автопоезда. — Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1970, вып. 105, с. 135—149. [7]. Лахно В. П. Методика расчета крестообразной сцепки автомобиля с роспуском. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1973, вып. 132, с. 85—89. [8]. Лахно В. П., Лахно Р. П. Автомобильные лесовозные автопоезда. — М.: Гослесбумиздат, 1961. [9]. Мальцев Г. П. Влияние конструктивных параметров сцепки на силовое взаимодействие автомобиля с роспуском. — Науч. тр. /ЦНИИМЭ, 1963, вып. 44, с. 83—106.

Поступила 7 июня 1982 г.

УДК 630\*375.5.002.5

### ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ С ГИДРОМАНИПУЛЯТОРАМИ

*А. В. ЖУКОВ, А. В. ГЕРМАЦКИЙ*

Белорусский технологический институт

Один из наиболее трудоемких и мало механизированных процессов на лесозаготовках — погрузка древесины на автотранспорт при постепенных и промежуточных рубках. Для этого целесообразно использовать лесовозные автопоезда, оборудованные гидроманипуляторами для погрузки древесины в хлыстах (рис. 1).



Рис. 1. Лесовозный тягач  
МАЗ-509 с гидроманипуля-  
тором.

В настоящее время получают распространение манипуляторы типа «Фискарс», которые можно устанавливать на тягачи МАЗ, КраЗ и ЗИЛ. От правильного выбора модели манипулятора и места его установки на раме тягача будет зависеть распределение нагрузок по осям, а следовательно, проходимость машины и другие технико-эксплуатационные показатели.

В качестве одного из основных оценочных критериев выбора манипулятора можно использовать полные нормальные реакции от дороги на шины тягача [4].

Для определения вертикальных динамических нагрузок на оси использовали расчетную модель, разработанную Б. Г. Гастевым [1], применимость которой для задач рассматриваемого типа обоснована нами [3]. При составлении расчетной модели масса манипулятора приведена к массе тягача.

Ввиду высокой жесткости конструкции гидроманипулятора в транспортном положении, продольно-угловые и вертикальные колебания его элементов относительно массы тягача не учитывались.

Для определения достоверности расчетной методики были проведены экспериментальные исследования вертикальной динамики лесовозного тягача с гидроманипулятором. В ходе эксперимента найдены вертикальные ускорения характерных точек тягача МАЗ-509. Статистическая обработка полученных данных дала возможность определить математическое ожидание и средние квадратичные отклонения вертикальных ускорений, а также средние квадратичные и максимальные динамические нагрузки. На рис. 2 приведена зависимость максимальных динамических нагрузок на передние колеса тягача МАЗ-509 от скорости движения. Как видно из рисунка, расчетная методика в основном учитывает закономерность процесса. Расхождение расчетных и экспериментальных данных лежит (по центру группирования) в пределах 11—14 %. Расчеты выполнены на ЭЦВМ «Мир-1».

Вертикальные реакции на колесах найдены как сумма статической нагрузки, динамических приращений от вертикальных колебаний и составляющей, определяемой перераспределением нагрузок от действия касательной силы тяги на ведущих колесах [1].

В табл. 1 приведены численные значения реакций на колесах тягачей КраЗ-255Л, МАЗ-509 и ЗИЛ-131 при разных моделях манипуляторов и расстояниях от манипулятора до коника тягача.

Рациональным компоновочным решением считаем такое, при котором выполняется следующее условие [4]:

$$\left. \begin{aligned} Z_{1п} &= (0,2 - 0,4) \sigma_{п}; \\ Z_{2п} &\leq \sigma_{доп} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

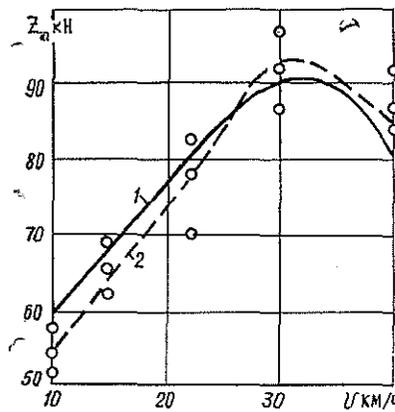


Рис. 2. Максимальные динамические нагрузки на переднюю ось тягача МАЗ-509, оборудованного манипулятором массой 1500 кг.

1 — расчетные; 2 — экспериментальные.

где  $Z_{1п}$  — полная реакция на колесах переднего моста;  
 $\sigma_{п}$  — полный вес тягача с грузом;  
 $Z_{2п}$  — полная реакция на колесах заднего моста;  
 $\sigma_{доп}$  — допустимая нагрузка на задний мост.

Таблица 1

Марка машины	Модель манипулятора	Расстояние от коника до манипулятора	$Z_{1п}$ кН	$Z_{2п}$ кН
КрАЗ-255Л	Ф-6000	1,5—3,1	56,5—61,01	167,6—163,1
	Ф-7000	1,5—3,1	58,63—62,80	168,9—164,7
	Ф-9000	1,5—3,1	58,44—67,70	171,3—165,0
	Ф-12 000	1,5—3,1	60,59—67,67	172,0—164,9
МАЗ-509	Ф-6000	1,5—2,9	49,77—55,21	107,1—101,7
	Ф-7000	1,5—2,9	52,70—59,38	107,6—100,9
	Ф-9000	1,5—2,9	52,44—59,95	110,0—102,5
	Ф-12 000	1,5—2,9	55,39—63,86	109,9—101,4
ЗИЛ-131	Ф-6000	1,5—2,5	42,80—48,07	102,0—96,8
	Ф-7000	1,5—2,5	40,18—43,96	99,1—95,3
	Ф-9000	1,5—2,5	43,03—47,65	99,6—95,0
	Ф-12 000	1,5—2,5	45,67—51,55	102,0—96,1

Анализ данных табл. 1 с учетом условий (1) показывает, что значения  $Z_{1п}$  у машин с манипуляторами «Фискарс» лежат в допустимых пределах.

Проходимость тягачей оценивали по разности удельных давлений под передними и задними колесами, которая должна лежать в пределах 20—30 %.

Расчитанные для рассматриваемых тягачей с манипуляторами значения разности удельных давлений под колесами задних и передних осей тягачей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Модель манипулятора	Разность удельных давлений $\rho$ , %		
	ЗИЛ-131	МАЗ-509	КрАЗ-255Л
Ф-6000	19—8	7,1—(—8)	32,6—25,2
Ф-7000	14—0	2,1—(—18)	30,6—21,4
Ф-9000	17—1	4,7—(—16)	32—21,6
Ф-12 000	11—(—7)	(—0,8)—(—25)	30—18
Без манипулятора	34,9	22,1	38,4

Примечание. Интервалы удельных давлений соответствуют расстояниям от манипулятора до коника тягача: ЗИЛ-131 — 1,5—2,5 м; МАЗ-509 — 1,5—2,9 м; КрАЗ-255Л — 1,5—3,1 м.

Как видно из табл. 2, наилучшие показатели среди автомобилей без манипулятора у МАЗ-509 ( $\rho = 22,1$  %). У автомобилей ЗИЛ-131 и КрАЗ-255Л эта разность выше.

Наличие манипуляторов типа «Фискарс» ухудшает проходимость тягача МАЗ-509 и приводит к тому, что удельные давления под шинами передних и задних колес близки.

Для тягачей ЗИЛ-131 может подойти только манипулятор Ф-6000, при этом расстояние от коника тягача до манипулятора должно быть

не более 1,5 м. Для тягачей КрАЗ-255Л подходят манипуляторы всех моделей, наилучшие показатели имеет тягач с манипулятором Ф-12 000.

Таким образом, показатели работы лесовозных автопоездов с гидроманипуляторами можно оценивать расчетным путем. При этом с достаточной точностью выявляется связь между параметрами манипулятора, местом его установки и характеристиками тягача, что дает возможность правильно решать вопросы агрегатирования лесовозных автопоездов и манипуляторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 157 с. [2]. Жендаев С. Г. Основы тяговой и общей динамики. Проходимость лесотранспортных машин. — Л.: ЛТА, 1979. — 46 с. [3]. Жуков А. В., Леонович И. И. Колебания лесотранспортных систем. — Мн.: Изд-во БГУ, 1973. — 140 с. [4]. Расчет и проектирование специальных лесных машин/ С. Ф. Орлов, С. А. Помогаев, А. В. Жуков и др. — Л.: ЛТА, 1973. — 104 с.

Поступила 30 апреля 1982 г.

УДК 621.31 : 630\*36

### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТИПОРАЗМЕРНЫХ РЯДОВ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК

*Н. М. ПЕРЕЛЬМУТЕР*  
ЦНИИМЭ

Электрификация лесозаготовок создает предпосылки для роста производительности труда и экономии топливно-энергетических ресурсов, т. е. является важным техническим средством повышения эффективности производства [1—3]. Разнообразие природно-производственных условий лесозаготовок делает целесообразным применение в ряде случаев нескольких типоразмеров машин одного и того же технологического назначения и принципа действия, в связи с чем приходится решать задачу выбора оптимальных типоразмерных рядов этих машин.

Универсальный параметр, характеризующий электрифицированную лесобрабатывающую машину определенного назначения и принципа действия, — ее мощность. От мощности машины зависят производительность, скорости и усилия, развиваемые рабочими органами, основные конструктивные размеры, технико-экономические показатели. Это позволяет в большинстве случаев решать задачу выбора оптимальных типоразмерных рядов путем оптимизации мощностных параметров входящих в эти ряды машин.

Наиболее приемлемый метод определения потребной мощности лесобрабатывающих машин при их работе в различных природно-производственных условиях — имитационное моделирование на ЭЦВМ [5], позволяющее учитывать не только способ воздействия рабочих органов на предмет труда, но и вероятностный характер изменения параметров предмета труда, условий его обработки и т. д.

На рис. 1 представлена структура разработанной системы математических моделей, используемых при проведении расчетов по обоснованию и выбору оптимальных мощностных типоразмерных рядов электрифицированных лесобрабатывающих машин. Исходная математическая модель I этой системы должна выражать закономерность изменения во времени мощности, потребной для функционирования рабочих органов машины.

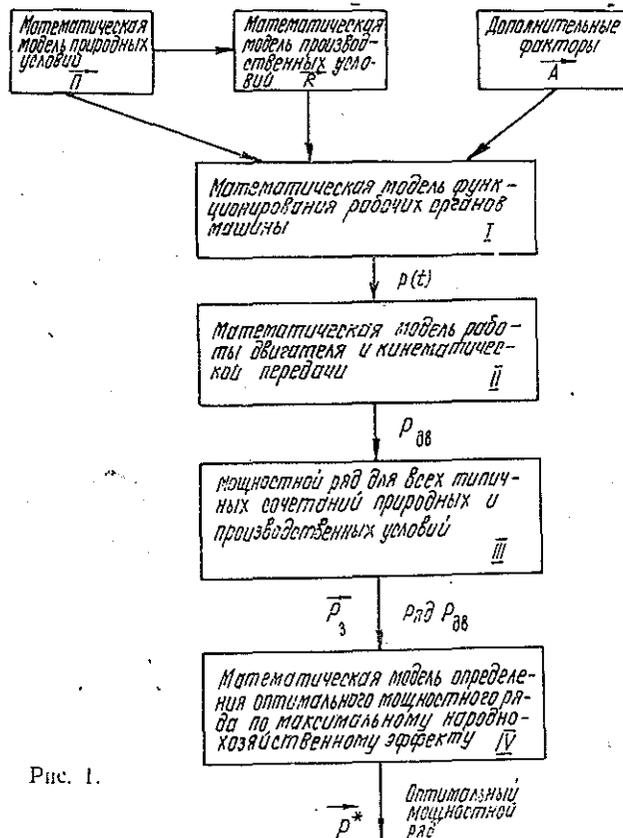


Рис. 1.

Основой для определения мощности приводного двигателя машины  $P_{дв}$  по условиям допустимого его нагрева может быть следующее известное [4] уравнение:

$$P_{дв} = \sqrt{\int_0^T p^2(t) dt / T_p + \alpha T_n + \beta T_o}, \quad (1)$$

где  $p(t)$  — мгновенное значение развиваемой двигателем мощности в момент времени  $t \in [0, T]$ ;

$T$  — время достижения двигателем установившейся температуры;

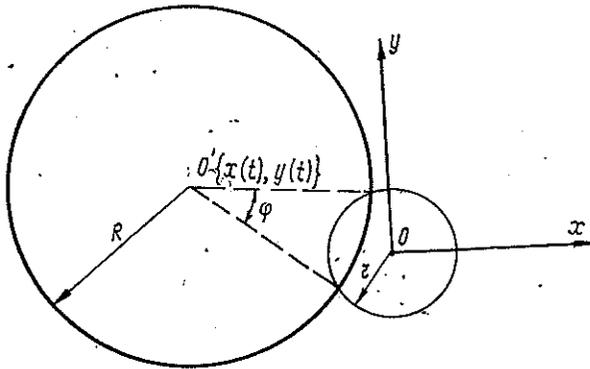
$T_p, T_n, T_o$  — суммарная продолжительность соответственно работы, пусков (разгонов) и остановов двигателя в течение времени  $T$ ;

$\alpha$  и  $\beta$  — коэффициенты, учитывающие изменение условий охлаждения.

При определении потребной мощности двигателя по уравнению (1) можно использовать зависимость  $p(t)$  для функционирования рабочих органов машины, но при этом следует учитывать КПД передачи, инерционность системы привода, вид механической характеристики.

Методику составления математической модели функционирования рабочих органов машины при поштучной обработке лесоматериалов

Рис. 2.



рассмотрим на примере работы круглой пилы на раскряжкевке. Соответствующая расчетная схема представлена на рис. 2. Круглая пила радиуса  $R$ , имеющая  $z$  зубьев, вращается вокруг центра  $O'$  с угловой скоростью  $\omega$  и одновременно надвигается на обрабатываемый хлыст, сечение которого в месте реза представляет круг радиусом  $r$  с центром  $O$ . Надвигание характеризуется изменением во времени координат точки  $O'(x, y)$  в координатной системе с центром в точке  $O$ . Длина дуги пропила  $L$  в каждый момент времени пиления может быть найдена из уравнения:

$$L(t) = R\varphi(t), \tag{2}$$

где угол  $\varphi$  определяется соотношениями:

$$\varphi = \arcsin \left[ \frac{2R\lambda}{\sqrt{(R+r+\lambda)(R+r-\lambda)(R-r+\lambda)(r-R+\lambda)}} \right];$$

$$\lambda = \sqrt{x^2 + y^2}. \tag{3}$$

Для наиболее распространенных способов надвигания координаты  $\{x(t), y(t)\}$  выражаются следующим образом:

для прямолинейной подачи

$$x = \text{const}, \quad y(t);$$

для пилы на качающейся раме

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = h^2; \quad x = x(t) \text{ или } y = y(t).$$

Здесь  $x_c$  и  $y_c$  — координаты точки закрепления поворачивающейся рамы;

$h$  — расстояние от точки закрепления рамы до центра пилы.

Мгновенное значение мощности на валу двигателя определяется по уравнению:

$$P(t) = \frac{u_z(t) z \omega(t) L(t) b k (u_z)}{2\pi\eta}, \tag{4}$$

где  $u_z$  — подача на зуб;

$b$  — ширина пропила;

$k$  — удельная работа резания;

$\eta$  — КПД передачи от двигателя к пиле.

Значение удельной работы резания можно, как известно, определить по формуле:

$$k = k_0 a_n a_w a_p a_t, \quad (5)$$

где  $a_n$ ,  $a_w$ ,  $a_p$  и  $a_t$  — коэффициенты, учитывающие соответственно породу древесины, ее влажность, затупление пилы, температурные условия;

$$k_0 = \frac{8,5 \cdot 10^5}{u_z^{0,15} b^{0,5}} \text{ — удельная работа резания сосны.}$$

Систему уравнений (2) — (5), полученную для моделирования работы круглой пилы в рассматриваемом случае, замыкает соотношение для  $u_z$ , определяющее вариант подачи. Для подачи с постоянной скоростью это соотношение имеет вид:

$$u_z = \text{const.} \quad (6)$$

Полученная система уравнений представляет собой математическую модель выполнения единичного реза. Рассмотрим работу круглой пилы при выполнении ею множества следующих друг за другом резов.

Обратимся к уравнению (1). Ввиду аддитивного характера числителя подкоренного выражения, его можно записать в следующем виде:

$$I = \int_0^T p^2(t) dt = \sum_{i=1}^{k_p} I'_i + k_p I_p + (T - k_p \tau_p - T_p) P_{x,x}^2, \quad (7)$$

где

$$I'_i = \int_0^{\tau_{pi}} p_i^2(t) dt \text{ — интеграл квадрата мощности, развиваемой приводным двигателем за время } i\text{-того реза;}$$

$\tau_{pi}$  — продолжительность  $i$ -того реза;

$$I_p = \int_0^{\tau_p} p^2(t) dt \text{ — интеграл квадрата мощности, развиваемой приводным двигателем за время разгона пилы после окончания реза до скорости, соответствующей холостому ходу;}$$

$\tau_p$  — продолжительность такого разгона;

$$T_p = \sum_{i=1}^{k_p} \tau_{pi} \text{ — суммарная продолжительность } k_p \text{ резов;}$$

$P_{x,x}$  — мощность на валу двигателя, соответствующая холостому ходу пилы.

При использовании круглых пил в раскряжевочных станках коэффициент инерционности  $k_{ин}$  вращающейся системы лежит в пределах 0,4—0,8, в зависимости от конкретной конструкции и режима работы раскряжевочной установки. Этот коэффициент следует учитывать в расчете.

Рассмотренная система уравнений позволяет находить требуемую мощность приводного двигателя по задаваемым параметрам предмета труда — диаметру древесины в месте реза  $d$ , породе, длине сортамента  $l$ .

При моделировании параметров предмета труда исходными в нашем случае являются следующие данные:

$V_i$  — план выпиловки сортамента  $i$ -того наименования;

- $\{P_j\}$  — распределение вероятностей появления деревьев различных пород;
- $\|A_{ij}\|$  — матрица, характеризующая возможность выпилки сортиментов из той или иной породы деревьев; матрица соответствует единице, если сортимент  $i$  можно выпилить из дерева породы  $j$ , и нулю в противном случае;
- $\{d_k\}$  — шкала различаемых при моделировании диаметров сортиментов;
- $\{l_s\}$  — шкала длин сортиментов, включенных в план;
- $\{q_{ik}\}$  и  $\{r_{is}\}$  — распределение вероятностей появления соответственно диаметров  $d_k$  и длин  $l_s$  сортиментов;
- $\{\gamma_{ik}\}$  — распределение вероятностей появления деревьев породы  $j$  с диаметром  $d_k$  на высоте груди.

С помощью этих исходных данных находят распределение вероятностей появления сортиментов (по наименованиям) в сортиментном плане  $\{P_i\}$ , среднюю длину  $l_{ср i}$  и средний диаметр  $d_{ср i}$  сортимента  $i$ -того наименования.

По указанным исходным и найденным данным моделируют элементы выборки параметров предмета труда. При моделировании используют датчик случайных чисел, равномерно распределенных на интервале  $(0, 1)$ , по стандартной вычислительной схеме, заключающейся в трансформации «главной выборки» из равномерного распределения на отрезке  $(0, 1)$  в выборку, соответствующую заданной функции распределения. Один шаг моделирующего алгоритма выглядит следующим образом:

а) с помощью распределения  $\{P_i\}$  и датчика случайных чисел «разыгрывается» событие «появление сортимента  $i$ -того наименования»;

б) событие «появление сортимента  $i$ -того наименования длины  $l$ » разыгрывается с помощью распределения  $\{r_{is}\}$ , шкалы длин  $\{l_s\}$  и еще одного обращения к датчику случайных чисел;

в) при помощи распределения  $\{q_{ik}\}$ , шкалы диаметров  $\{d_k\}$  и датчика случайных чисел имитируется событие «появление сортимента  $i$ -того наименования длины  $l$  диаметра  $d$ »;

г) определяется порода древесины обрабатываемого сортимента. Если при определении породы обрабатываемого сортимента только один элемент  $i$ -той строки матрицы  $\|A_{ij}\|$  отличен от нуля, что соответствует возможности выпилки сортимента  $i$ -того наименования только из древесины одной породы, то задача определения породы упрощается — номер породы совпадает с номером  $j$  столбца, содержащего этот элемент. В противном случае учитывается полученный в п. «б» диаметр сортимента  $d$ , распределение  $\{p_j\}$  (поштучная формула леса) и распределение  $\{\gamma_{ik}\}$ . Вероятность выпилки сортимента  $d$  из древесины  $j$ -той породы рассчитывается как

$$\epsilon_j(d) = \sum_{k: d < d_k} \gamma_{ik},$$

а номер породы рассчитывается по распределению:  $\{c_i(d) A_{ij} p_j \epsilon_j(d)\}$ ,

где  $c_{id} = \sum_{j=1}^{n_n} p_j \epsilon_j(d) A_{ij}$  — нормирующий множитель.

В результате многократного ( $n_v$  раз) применения к исходным данным алгоритма (пп. «а»—«г») генерируется выборка  $\{d_\epsilon, l_\epsilon, a_\epsilon\}$ ,

( $\xi = 1, 2, \dots, n_\xi$ ), где  $d_\xi$  и  $l_\xi$  — диаметр и длина сортамента;  $a_\xi$  — коэффициент породы.

Использование рассмотренного метода применительно к ряду других, наиболее часто применяемых рабочих органов электрифицированных лесообрабатывающих машин позволило составить соответствующие имитационные модели и алгоритмы для круглых и цепных пил при продольной и поперечной распиловке лесоматериалов, рабочих органов по измельчению древесины на щепу, окорке, протаскиванию деревьев через головки силового резания сучкорезных машин, групповой обработке лесоматериалов при раскряжевке и очистке стволов от сучьев. Разработанные алгоритмы реализованы в виде программ для ЭЦВМ М-222, позволяющих рассчитывать требуемую мощность при работе электрифицированных лесообрабатывающих машин в конкретных природно-производственных условиях различных лесозаготовительных регионов.

При решении вопроса о выборе для лесозаготовительной отрасли оптимального типоразмерного ряда электрифицированных машин определенного вида следует учитывать, что критерием оптимальности (целевой функцией в соответствующих расчетах) должна быть экономическая эффективность не только по отрасли, а в масштабе всего народного хозяйства, т. е. народнохозяйственный экономический эффект

$\mathcal{E}(\vec{P})$ , где  $\vec{P}$  — вектор текущих значений мощности.

Совокупность значений мощности определенного вида машин, соответствующая всем рассматриваемым природно-производственным условиям, после ранжирования может быть представлена так:

$$\tilde{P}_1 < \tilde{P}_2 < \dots < \tilde{P}_n,$$

где  $n$  — количество различаемых при синтезе ряда типов природно-производственных условий (сфер применения);

$\tilde{P}_i$  — мощность, соответствующая  $i$ -тому типу условий.

Задача синтеза оптимального мощностного ряда может быть формализована как задача математического программирования, целевой

функцией которой является  $\mathcal{E}(\vec{P})$ . Эта задача состоит в нахождении вектора

$$\vec{P}^* = \{P_1^*, P_2^*, \dots, P_n^*\},$$

такого, что

$$\mathcal{E}(\vec{P}^*) = \max_{\vec{P}} \mathcal{E}(\vec{P}).$$

При этом различные компоненты вектора  $\vec{P}^*$  могут совпадать по величине, но сохраняется выполнение соотношений:

$$P_1^* \leq P_2^* \leq \dots \leq P_n^*.$$

Специфика задачи синтеза оптимальных мощностных рядов электрифицированных лесообрабатывающих машин состоит в том, что на них, как правило (за исключением электроинструментов), используются электродвигатели единых общесоюзных серий. Поэтому при синтезе ряда для того или иного вида лесообрабатывающих машин приходится иметь дело с заранее заданными табличными значениями мощности двигателей, т. е. решать задачу не непрерывного, а целочисленного программирования. Ввиду того, что на практике числа  $n$  (количество различаемых типов природно-производственных условий) и  $m$  (длина ис-

пользуемого отрезка ряда мощностей двигателей единой серии) не очень велики, для решения задачи максимизации  $\mathcal{E}(\bar{P})$  можно воспользоваться направленным перебором различных вариантов  $\bar{P}$ . Если ограничить сравниваемые варианты  $\bar{P}$  такими векторами, у которых компоненты ранжированы по возрастанию, то количество сравниваемых вариантов  $N_{m,n}$  оценивается числом  $n$  сочетаний с повторением из элементов  $m$  типов:

$$N_{m,n} = \bar{C}_m^n = \frac{(m+n-1)!}{n!(m-1)!}.$$

Так, если рассматривается 5 типов природно-производственных условий и участок шкалы мощностей серии двигателей из 10 единиц, то количество перебираемых (сравниваемых) вариантов векторов  $\bar{P}$  равно 2002, что приемлемо для достаточно быстродействующей ЭЦВМ.

Применительно к изложенному методу синтеза оптимальных мощностных рядов были разработаны соответствующие алгоритмы и программы для ЭЦВМ М-222. Проведенные расчеты позволили установить, например, что для переносных электропил оптимальный мощностной ряд содержит три типоразмера—мощностью 2, 2,4 и 3 кВт, а для стационарных сучкорезных машин с головками силового резания — мощностью 36, 45 и 56 кВт. Если учесть, что в настоящее время на лесозаготовках применяют лишь по одному типоразмеру машин указанных видов, то расчетный народнохозяйственный экономический эффект от использования найденных типоразмерных рядов по электропилам составит 1,6 млн. р. в год, а по сучкорезным установкам — 4,5 млн. р. в год (при обработке ими 15 % заготавливаемой в отрасли древесины).

Таким образом, практическая реализация результатов исследований по разработке основ теории оптимизации мощностных параметров электрифицированных лесообрабатывающих машин позволит существенно повысить эффективность лесозаготовительного производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Перельмутер Н. М. Электрификация и эффективность производства. — Лесн. пром-сть, 1979, № 1, с. 10—11. [2]. Перельмутер Н. М. Электровооруженность труда на лесозаготовках. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. — 20 с. [3]. Перельмутер Н. М. Электрификация лесозаготовительного производства. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 288 с. [4]. Чиликин М. Г. Общий курс электропривода. — М.: Энергия, 1965. — 544 с. [5]. Яковлев Е. И. Машинная имитация. — М.: Наука, 1975. — 158 с.

Поступила 23 февраля 1982 г.

УДК 627.341.7.001.24

## О ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПОВЫХ СТОРОЖКОВЫХ БУЕВ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Крепление в руслах рек наплавных сооружений (например, продольных запаней) на донных опорах без береговых выносов весьма рационально как по расходу строительного такелажа, так и затратам на последующую эксплуатацию сооружений.

Однако своевременная после открытия навигации установка таких сооружений в рабочее положение зависит, прежде всего, от степени на-

дежности работы сторожковых буюв, предохраняющих якорные канаты (шеймы) от падения на дно. Для этого требуется, чтобы буюи хотя бы частично выступали из воды при экстремальных уровнях весеннего половодья.

Практика эксплуатации типовых сторожковых буюв конструкции Гипролестранса [5] и СевНИИПа [6] показала, что надежность их работы в рассматриваемом смысле далеко не всегда обеспечена.

Все размеры типовых буюв заданы, запас их плавучести неизменен. Но гидрологические границы их применимости (глубина реки и скорость течения) при заданном сечении якорной шеймы должным образом не обоснованы и оговорены весьма расплывчато.

В литературе известен метод проверки запаса плавучести типовых сторожковых буюв, предложенный Ю. С. Кондратьевым [3], однако он весьма трудоемок. К тому же положение буюа в потоке при расчете по этому методу не учитывается, что недопустимо.

В настоящей работе делается попытка изложить другой и, как нам представляется, более правильный и менее трудоемкий метод определения гидрологических границ использования типовых сторожковых буюв. Расчетная схема к обоснованию предлагаемого метода расчета приведена на рис. 1. Расчет ведется из предположения, что буюа обладает достаточным запасом плавучести тогда, когда его верхняя коническая

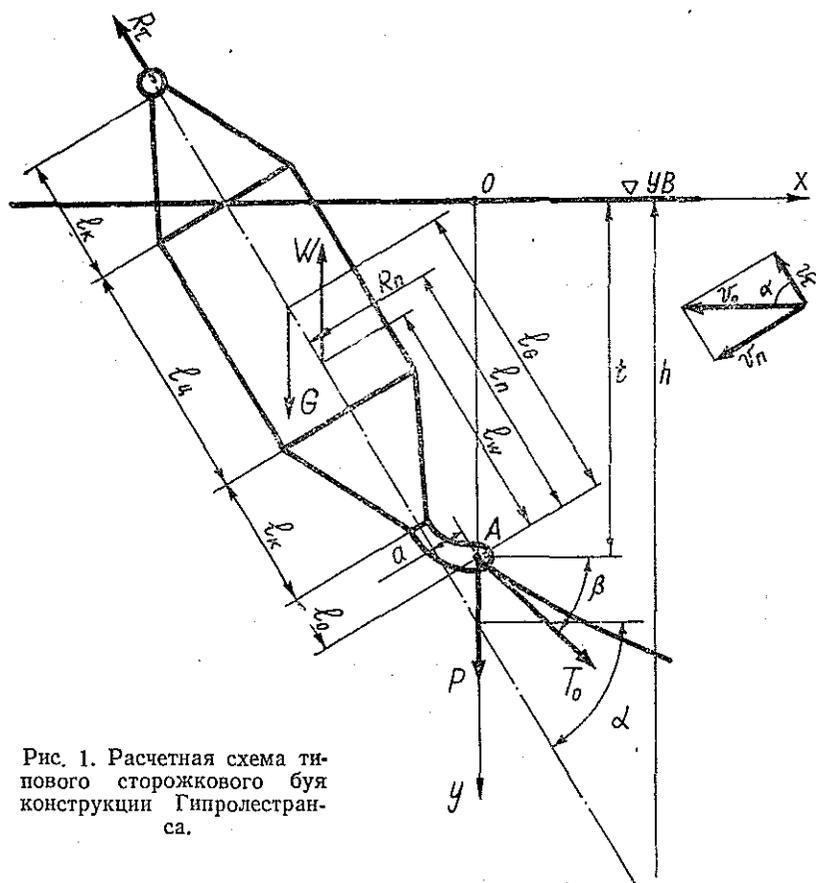


Рис. 1. Расчетная схема типового сторожкового буюа конструкции Гипролестранса.

часть, как показано на рисунке, выступает из воды при расчетных условиях эксплуатации. За расчетные условия будем принимать заданные скорости потока, его глубину, сечение и вес единицы длины шейки.

Силу влечения, действующую на буй, погруженный на расчетную осадку  $t$ , будем рассматривать как сумму двух составляющих:  $R_n$  — силы, действующей нормально к продольной оси буя, и  $R_\tau$  — силы, действующей вдоль буя.

С некоторым приближением будем считать, что скорость потока во всем его слое, который занимает буй, равна поверхностной скорости  $v_0$ . Совершенно очевидно, что

$$R_n = R_{nc} + R_{nk}, \quad (1)$$

где  $R_{nc}$  и  $R_{nk}$  — сила давления потока соответственно на цилиндрическую и коническую части буя.

Значение этих двух сил соответственно:

$$R_{nc} = \zeta_n \frac{\rho}{2} D l_n v_0^2 \sin^2 \alpha, \quad (2)$$

где  $\zeta_n$  — безразмерный коэффициент сопротивления буя потоку при обтекании его потоком с относительной скоростью, направленной нормально продольной оси;

$\rho$  — плотность воды;

$D$  — диаметр буя;

$l_n$  — длина цилиндрической части буя;

$\alpha$  — угол наклона буя к горизонту;

и

$$R_{nk} = \zeta_n \frac{\rho}{2} D \frac{l_k}{2} v_0^2 \sin^2 \alpha, \quad (3)$$

где  $l_k$  — длина конической части буя.

Тогда

$$R_n = \zeta_n \frac{\rho}{2} D v_0^2 \sin^2 \alpha \left( l_n + \frac{l_k}{2} \right). \quad (4)$$

Разложим найденную силу по координатным осям  $x$  и  $y$ :

$$R_{nx} = R_n \sin \alpha; \quad (5)$$

$$R_{ny} = R_n \cos \alpha. \quad (6)$$

Сила  $R_\tau$  может быть определена по формуле:

$$R_\tau = \zeta_\tau \frac{\rho}{2} \frac{\pi D^2}{4} v_0^2 \cos^2 \alpha, \quad (7)$$

где  $\zeta_\tau$  — безразмерный коэффициент сопротивления буя потоку, направленному параллельно его оси.

Составляющие этой силы по координатным осям:

$$R_{\tau x} = R_\tau \cos \alpha; \quad (8)$$

$$R_{\tau y} = R_\tau \sin \alpha. \quad (9)$$

В принятой на рис. 1 плоской системе координат уравнения статического равновесия буя в потоке при принятом расчетном погружении имеют вид:

$$\Sigma X = 0; \quad -R_{nx} - R_{cx} + T_0 \cos \beta = 0; \quad (10)$$

$$\Sigma Y = 0; \quad -W + G + P + R_{ny} - R_{cy} + T_0 \sin \beta = 0; \quad (11)$$

$$\Sigma M_A = 0; \quad M_R - W l_w \cos \alpha + G l_G \cos \alpha = 0, \quad (12)$$

где  $\Sigma M_A$  — сумма моментов сил, действующих на буй относительно точки крепления к бую якорной шейки;

$W$  — архимедова сила погруженной в воду части буя;

$G$  — вес буя;

$P$  — вес крепежных деталей для крепления шейки к бую (коуш, зажим, скоба);

$T_0$  — сила, передаваемая на буй якорной шеймой;

$M_R$  — момент сил взаимодействия буя с потоком;

$l_w$  — плечо архимедовой силы;

$l_G$  — плечо веса буя;

$\beta$  — угол подхода якорной шейки к бую с горизонтом.

При расчетной осадке буя его архимедова сила

$$W = \frac{\pi D^3}{4} \left( l_u + \frac{l_k}{3} \right) \rho g, \quad (13)$$

где  $g$  — ускорение свободного падения.

Плечо архимедовой силы относительно точки  $A$

$$l_w = \frac{9l_u + 7l_k}{18} + l_0, \quad (14)$$

где  $l_0$  — расстояние от вершины нижнего конуса до точки вращения буя.

Если пренебречь весом детали буя, за которую непосредственно крепится якорная шейма, то центр тяжести буя можно считать расположенным в центре его геометрического объема, тогда

$$l_G = \frac{l_u + 2l_k}{2} + l_0. \quad (15)$$

Момент взаимодействия буя с потоком  $M_R$ , очевидно, может быть определен по формуле:

$$M_R = R_n l_R - R_c a, \quad (16)$$

где  $l_R$  — плечо силы  $R_n$ ;

$a$  — эксцентриситет действия силы  $R_c$  относительно точки крепления шейки.

Первый сомножитель в правой части формулы (16) определится как сумма моментов сил, действующих на цилиндрическую и коническую формы погруженной части буя, т. е.

$$R_n l_R = R_{nc} \left( \frac{1}{2} l_u + l_0 \right) + R_{nk} \left( \frac{2}{3} l_k + l_0 \right).$$

Подставляя сюда значения сил  $R_{nc}$  и  $R_{nk}$  по формулам (2) и (3), получим

$$R_n l_R = \zeta_n \frac{\rho}{2} D v_0^2 \sin^2 \alpha \left[ l_u \left( \frac{1}{2} l_u + l_0 \right) + \frac{1}{2} l_k \left( \frac{2}{3} l_k + l_0 \right) \right]. \quad (17)$$

При заданных значениях  $v_0$  и размерах буя плечо этой силы будет зависеть от угла наклона буя  $\alpha$ , поэтому для краткости выражение (17) запишем следующим образом:

$$R_n l_R = A \sin^2 \alpha, \quad (18)$$

где

$$A = \zeta_n \frac{\rho}{2} D v_0^2 \left[ l_n \left( \frac{1}{2} l_n + l_0 \right) + \frac{1}{2} l_k \left( \frac{2}{3} l_k + l_0 \right) \right]. \quad (19)$$

С учетом выражения (7) момент  $R_c a$  равен:

$$R_c a = \zeta_c \frac{\rho}{2} \frac{\pi D^2}{4} v_0^2 \cos^2 \alpha a. \quad (20)$$

Обозначив.

$$B = \zeta_c \frac{\rho}{2} \frac{\pi D^2}{4} v_0^2 a, \quad (21)$$

получим

$$R_c a = B \cos^2 \alpha. \quad (22)$$

С учетом выражений (16), (18) и (22) уравнение (12) примет вид:

$$A \sin^2 \alpha - B \cos^2 \alpha - W l_W \cos \alpha + G l_G \cos \alpha = 0,$$

или

$$\cos^2 \alpha + \frac{W l_W - G l_G}{A + B} \cos \alpha - \frac{A}{A + B} = 0. \quad (23)$$

Обозначив

$$b = \frac{W l_W - G l_G}{A + B}; \quad c = \frac{A}{A + B},$$

получим квадратное уравнение вида

$$\cos^2 \alpha + b \cos \alpha - c = 0, \quad (24)$$

решив которое относительно  $\cos \alpha$ , найдем

$$\alpha = \arccos \left( \sqrt{\left( \frac{b}{2} \right)^2 + c} - \frac{b}{2} \right). \quad (25)$$

Эта формула позволяет при заданных размерах буя определить угол его наклона в потоке при различных скоростях течения и найти составляющие сил влечения буя потоком, направленных по осям, и его осадку:

$$t = (l_n + l_k + l_0) \sin \alpha. \quad (26)$$

Поскольку все размеры типовых буев, как указывалось ранее, заданы, то полученные формулы позволяют вычислить значения  $\alpha$ ,  $R_{nx}$ ,  $R_{ny}$ ,  $R_{cx}$  и  $R_{cy}$  в функции от  $v_0$ . Эти зависимости показаны на рис. 2 для типового сторожкового буя конструкции Гипролестранса.

При вычислениях значения коэффициентов сопротивления буя потоку  $\zeta_n$  и  $\zeta_c$  взяты нами по [1] в первом случае для цилиндра, обтекаемого потоком нормально к его оси, во втором — для конуса, обтекаемого вдоль его оси.

При практическом использовании предлагаемого метода расчета эти кривые позволяют непосредственно определить величины сил в зависимости от расчетной скорости течения.

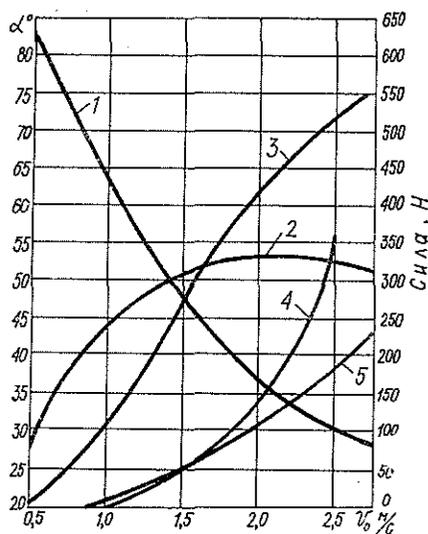


Рис. 2. Кривые зависимости угла наклона и проекций сил влечения бую потоком на координатные оси в зависимости от поверхностной скорости течения (для бую конструкции Гипролестранса).

1 —  $\alpha = f(v_0)$ ; 2 —  $R_{px} = f(v_0)$ . 3 —  $R_{py} = f(v_0)$ ; 4 —  $R_{tx} = f(v_0)$ ; 5 —  $R_{ty} = f(v_0)$ .

Из теории расчета гибких нитей [2] хорошо известно, что сила, передаваемая бую якорной шеймой, может быть определена по формуле:

$$T_0 = T + q_0(h - t), \quad (27)$$

где  $T$  — сила на горизонтальном участке шеймы в точке соприкосновения ее с грунтом;

$q_0$  — вес единицы длины якорной шеймы, с учетом взвешивания в воде;

$h$  — глубина потока на вертикали размещения донной опоры.

Горизонтальная сила  $T$  в шейме определяется как сумма трех сил:

$$T = R_{px} + R_{tx} + R_k, \quad (28)$$

где  $R_k$  — сила влечения якорной шеймы потоком.

Согласно работе [7], имеем:

$$R_k = \zeta_k \frac{\rho}{2} d_k \left[ v_0^2 (h - t) - \frac{2m v_0 \sqrt{hI} (h^3 - t^3)}{3h^2} + \frac{m^2 I (h^5 - t^5)}{5h^3} \right], \quad (29)$$

где  $\zeta_k$  — коэффициент сопротивления стального каната потоку;

$m$  — опытный коэффициент; по Базену  $m = 24 \text{ м}^{0,5} / \text{с}$ ;

$I$  — продольный уклон реки;

$d_k$  — диаметр якорной шеймы.

Формула (29) получена для параболической эпюры распределения скоростей потока по вертикали. Осадка типового сторожкового бую незначительна по сравнению с глубиной потока, поэтому для упрощения формулы (29) примем в ней  $t = 0$ .

В этом случае

$$R_k = \zeta_k \frac{\rho}{2} d_k \left[ v_0^2 h - \frac{2}{3} m v_0 \sqrt{hI} h + \frac{1}{5} m^2 I h^2 \right]. \quad (30)$$

Из уравнения (10) находим

$$\beta = \arccos \frac{R_{px} + R_{tx}}{T_0}. \quad (31)$$

Далее из уравнения (11) следует, что архимедова сила буйа должна быть не меньше величины, определяемой формулой:

$$W \geq G + R_{\text{пу}} - R_{\text{ту}} + P + T_0 \sin \beta. \quad (32)$$

Значения  $R_{\text{пу}}$  и  $R_{\text{ту}}$  при выполнении вычислений по этой формуле определяются по графикам на рис. 2. Если архимедова сила, рассчитанная по формуле (13), окажется меньше значения, полученного из выражения (32), то плавучесть типового буйа недостаточна и при заданных гидрологических условиях и сечении якорной шейки его применять нельзя.

В качестве расчетных гидрологических параметров  $v_0$  и  $h$  следует принимать их значения при максимальном расходе, на который, согласно инструкции [4], определяется усилие, действующее на рассматриваемую донную опору.

Если на каком-то участке реки проектируется несколько донных опор одинаковой несущей способности, то проверяется на запас плавучести только один буй из всех с максимальными значениями  $v_0$  и  $h$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Девнин С. Н. Аэрогидродинамический расчет плохообтекаемых судовых конструкций. — Л.: Судостроение, 1967. — 223 с. [2]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.—Л.: Машиностроение, 1966. — 484 с. [3]. Кондратьев Ю. С. Приближенный метод расчета плавучести буйков на течении. — В кн.: Исследования по механизации лесозаготовок и транспорту леса. Архангельск, 1971, с. 89—95. (Тр. АЛТИ; Вып. 28). [4]. Минлеспром СССР. Инструкция по проектированию лесосплавных предприятий. ВСН 4—78. — Л., 1979. — 293 с. [5]. Типовой проект 4—11—46. Наплавные сооружения и опоры для сплавных рек и лесных рейдов. Альб. 2. Опоры. Разработан институтами Гипролестранс и ЦНИИЛесосплава. — Л., 1970. [6]. СевНИИП. Руководство по строительству и эксплуатации запаней на донных опорах. — Архангельск, 1971. — 31 с. [7]. Чекалкин К. А. О равновесии цилиндрического буйа на течении. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 4, с. 66—71.

Поступила 12 декабря 1980 г.

УДК 621.825

## ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА МУФТЫ

И. Г. ИСЕРСОН, А. Ф. БОГОРОДСКИЙ, Э. М. ТУРИКОВ

СНПЛО

В последнее время валы насосов гидропривода грейферов для лесоматериалов соединяют с приводными электродвигателями муфтами, в качестве упругого элемента которых используется цилиндрическая оболочка, свернутая из транспортной ленты (рис. 1). В литературе нет методик расчета муфт и рекомендаций, каким образом должны быть направлены нити основы тканевых прокладок каркаса упругого элемента.

Рассмотрим два варианта направления нитей основы тканевых прокладок каркаса: параллельно оси вращения муфты и под углом  $0,785$  рад ( $45^\circ$ ) к ней. В первом случае муфта работает одинаково при вращении в обе стороны, т. е. может применяться в реверсивных приводах. Во втором случае муфта неревверсивна, так как при вращении в сторону, противоположную направлению нитей основы каркаса, основная часть нагрузки воспринимается нитями угка, которые значительно слабее основы (ГОСТ 20—76).

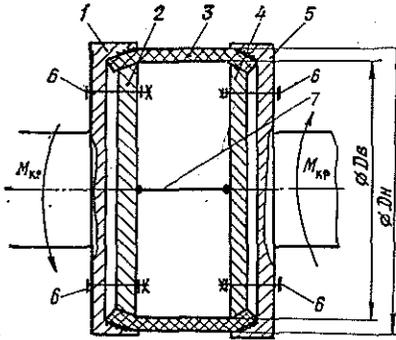


Рис. 1. Расчетная схема муфты.

1 — ведущая полумуфта; 2, 4 — зажимной конус; 3 — оболочка муфты; 5 — ведомая полумуфта; 6 — крепежные детали; 7 — распорный стержень.

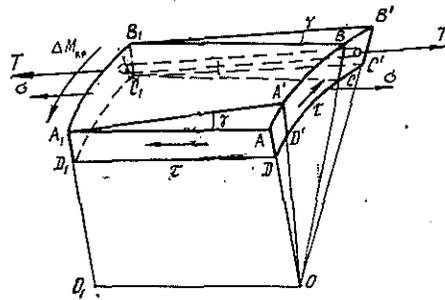


Рис. 2. Элемент оболочки муфты при первом варианте направления нитей основы тканевых прокладок.

Рассмотрим первый вариант. Из оболочки муфты вырежем элемент  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  двумя плоскостями, перпендикулярными к оси муфты, и двумя, проходящими через эту ось (рис. 2), и рассмотрим его равновесие, пренебрегая усилиями, действующими в нитях утка тканевых прокладок каркаса, что пойдет в запас прочности.

Пусть в кольцевом сечении элемента действует крутящий момент  $\Delta M_{кр}$ , в результате чего резина элемента испытывает чистый сдвиг, причем относительный сдвиг составит  $\gamma$ . Грань  $ABCD$  займет положение  $A'B'C'D'$ , в каждой нити основы тканевых прокладок каркаса возникнут усилия  $T$  и напряжения  $\sigma$ , а в резине касательные напряжения  $\tau$ . Запишем условие равновесия элемента:

$$\Delta M_{кр} - \tau \Delta F_1 R_{cp1} - \sigma \Delta F_2 \sin \gamma R_{cp2} = 0, \quad (1)$$

где  $\Delta F_1$  и  $\Delta F_2$  — площади грани  $ABCD$  и слоев тканевых прокладок приведенной толщины  $t$ ;

$R_{cp1}$  и  $R_{cp2}$  — средние радиусы элемента и тканевых прокладок каркаса;

$t$  — толщина кольцевого слоя сплошного однородного капрона, площадь сечения которого равна суммарной площади сечения всех нитей основы тканевых прокладок каркаса оболочки муфты.

Известно, что при чистом сдвиге

$$\tau = \gamma G; \quad \sigma = \epsilon E, \quad (2)$$

где  $G$  и  $E$  — модули сдвига и упругости материала;  
 $\epsilon$  — относительное удлинение.

Выразим относительное удлинение нитей основы через относительный сдвиг:

$$\epsilon = \frac{B_1 B' - B_1 B}{B_1 B} = \frac{B_1 B'}{B_1 B} - 1 = \frac{1}{\cos \gamma} - 1 = \frac{2 \sin^2 \gamma / 2}{\cos \gamma}.$$

Так как угол  $\gamma$  мал, то  $\sin^2 \frac{\gamma}{2} \approx \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2$ , а  $\cos \gamma \approx 1$ .

Тогда

$$\epsilon = \frac{\gamma^2}{2}; \quad \sigma = \frac{\gamma^2}{2} E. \quad (3)$$

С учетом соотношений (2) и (3) условие равновесия запишется так ( $\sin \gamma \approx \gamma$ ):

$$\Delta M_{кр} - \gamma G_p \Delta F_1 R_{ср1} - \frac{\gamma^2}{2} E_k \Delta F_2 \gamma R_{ср2} = 0, \quad (4)$$

где  $G_p$  — модуль сдвига резины;  $G_p = 2,65$  МПа [1];

$E_k$  — модуль упругости материала нитей; для капроновых нитей  $E_k = 980$  МПа [3].

Просуммировав усилия по площади кольцевого сечения оболочки, получим:

$$M_{кр} - 2\gamma G_p h_p \pi R_{ср1}^2 - \gamma^3 E_k t \pi R_{ср2}^2 = 0, \quad (5)$$

где  $h_p$  — суммарная толщина резиновых обкладок транспортной ленты.

Для проектного расчета муфты решим полученное уравнение относительно  $R_{ср}$ , приняв  $R_{ср1} = R_{ср2} = R_{ср} = \frac{D_{ср}}{2}$ :

$$D_{ср} = 2R_{ср} = 2 \sqrt{\frac{M_{кр}}{\pi (\gamma^3 E_k t + 2\gamma G_p h_p)}}. \quad (6)$$

По формуле (6) можно определить диаметр оболочки муфты по расчетному моменту  $M_{кр}$  и принятому типу (а следовательно, и толщине) транспортной ленты. Относительный сдвиг, соответствующий допускаемым напряжениям материалов ленты, найдем, пользуясь выражениями (2) и (3):

$$\gamma_p = \frac{[\tau_p]}{G_p}; \quad \gamma_k = \sqrt{\frac{2[\sigma_k]}{E_k}}, \quad (7)$$

где  $[\tau_p]$  — допускаемое касательное напряжение для резины; принимается  $[\tau_p] = 0,4$  МПа [2];

$[\sigma_k]$  — допускаемое напряжение растяжения для материала нитей корда, МПа.

Для примера определим диаметр оболочки муфты из ленты по ГОСТу 20—76 типа 1М-3-ТК-300-4,5-2-В толщиной 12,2 мм при расчетном моменте 24,5 кН·см. По ГОСТу 18215—72 ткань ТК-300 имеет 60 нитей основы на 10 см. Для трех слоев ткани на 1 см приходится 18 нитей. Структура каждой нити  $93,5 \times 3 \times 3$  текс (1 текс — масса 1 м нити, равная 1 мг).

При плотности  $\rho$  капрона 1,13 г/см<sup>3</sup> один текс соответствует сечению нити

$$F_n = \frac{m}{\rho L} = \frac{10^{-3}}{1,13 \cdot 100} = 0,885 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2.$$

Для 18 нитей указанной структуры площадь сечения составит

$$F_{\Sigma} = 0,885 \cdot 10^{-5} \cdot 18 \cdot 93,5 \cdot 9 = 0,134 \text{ см}^2.$$

Так как 18 нитей приходится на 1 см ленты, то толщина кольцевого слоя сплошного однородного капрона составит примерно 0,13 см.

По ГОСТу 18215—72 разрывная нагрузка  $R_p$  для полоски ткани ТК-300 размером  $25 \times 200$  мм равна 7,36 кН. Временное сопротивление растяжению для материала нитей

$$\sigma_n = \frac{R_p n}{bt} = \frac{7,36 \cdot 3}{2,5 \cdot 0,13} \cdot 10 = 680 \text{ МПа},$$

где  $n$  — число слоев ткани в ленте;  
 $b$  — ширина полоски ткани, см.

Приняв коэффициент запаса 10, получим  $[\sigma_k] = 68$  МПа.  
Из двух значений  $\gamma_p$  и  $\gamma_k$  необходимо принять меньшее, чтобы напряжения ни в резине, ни в нитях не превышали допустимых:

$$\gamma_p = \frac{4}{27} = 0,15; \quad \gamma_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 692}{10^4}} = 0,37.$$

Принимаем  $\gamma = 0,15$ . Для рассмотренной ленты  $h_p = 6,5$  мм. Средний диаметр оболочки находим по формуле (6):

$$D_{cp} = 2 \sqrt{\frac{24,5 \cdot 10^{-3}}{\pi (0,15^2 \cdot 980 \cdot 0,13 + 2 \cdot 0,15 \cdot 2,65 \cdot 0,65)}} = 0,182 \text{ м} = 182 \text{ мм}.$$

При расположении нитей основы тканевых прокладок каркаса по второму варианту — под углом  $0,785$  рад ( $45^\circ$ ) к оси вращения муфты (наклон нитей в сторону приложенного момента) соотношения между относительным сдвигом и напряжениями имеют вид [1]:

$$\tau = \gamma G; \quad \sigma = \varepsilon E = \frac{\gamma}{2} E. \quad (8)$$

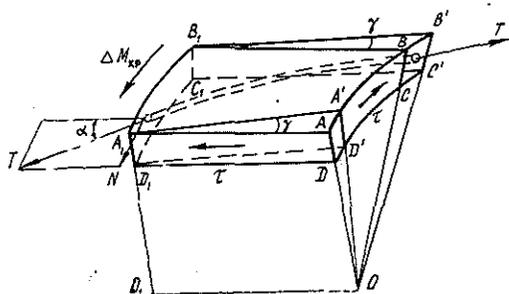


Рис. 3. Элемент оболочки муфты при втором варианте направления нитей основы тканевых прокладок.

Вырежем из оболочки муфты аналогичный элемент и запишем условие его равновесия (рис. 3):

$$\Delta M_{кр} - \tau \Delta F_1 R_{cp1} - \sigma \Delta F_2 \sin(45^\circ + \gamma) R_{cp2} = 0.$$

С учетом соотношений (8) имеем:

$$\Delta M_{кр} - \gamma G_p \Delta F_1 R_{cp1} - \frac{\gamma}{2} E \Delta F_2 \sin(45^\circ + \gamma) R_{cp2} = 0.$$

Просуммировав усилия по площади кольцевого сечения оболочки и решая относительно  $R_{cp} = R_{cp1} = R_{cp2} = \frac{D_{cp}}{2}$ , получим

$$D_{cp} = 2 R_{cp} = 2 \sqrt{\frac{M_{кр}}{\pi \gamma [2 G_p h_p + E_k t \sin(45^\circ + \gamma)]}}. \quad (9)$$

Найдем относительный сдвиг, соответствующий допустимым напряжениям:

$$\gamma_p = \frac{4}{27} = 0,15; \quad \gamma_k = \frac{2 [\sigma_k]}{E_k} = \frac{2 \cdot 692}{10^4} = 0,14.$$

Принимаем  $\gamma = 0,14$ . Угол  $\gamma$  составит  $\text{arctg } 0,14 = 8^\circ$ .

При той же ленте и расчетном моменте  $392$  кН·см средний диаметр оболочки составит:

$$D_{cp} = 2 \sqrt{\frac{40\,000}{\pi \cdot 0,14 (2 \cdot 27 \cdot 0,65 + 10^4 \cdot 0,13 \sin 53^\circ)}} = 18,4 \text{ см} = 184 \text{ мм}.$$

Таким образом, при расположении нитей основы тканевых прокладок каркаса под углом  $0,785$  рад ( $45^\circ$ ) к оси муфты ее нагрузочная способность примерно в 16 раз выше, чем при расположении их параллельно оси вращения муфты при принятых нами типе ленты и расчетных моментах. Для реверсивных приводов можно рекомендовать в качестве упругого элемента закреплять две оболочки из транспортерной ленты с направлением нитей основы каждой оболочки под углом  $0,785$  рад ( $45^\circ$ ) к оси вращения муфты и с углом между нитями основы оболочек  $0,5\pi$  рад ( $90^\circ$ ). При этом диаметр муфты увеличится примерно на 10—15 %. В процессе работы расстояние между полумуфтами не должно изменяться, для чего полумуфты надежно закрепляют на валах в осевом направлении (в расчетной схеме муфты эту задачу выполняет распорный стержень 7 — рис. 1).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. — М.: Наука, 1976. [2]. Иванов М. Н. Детали машин. — М.: Высш. школа, 1976. [3]. Справочник по пластическим массам/ Под ред. М. И. Гарбара и др. — М.: Химия, 1967.

Поступила 28 мая 1982 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ  
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ВОДОЙ

Б. П. ЕРЫХОВ, В. И. СКРИПОВА

Ленинградская лесотехническая академия

В предыдущих наших работах [2, 3] показано, что процессы водопоглощения и набухания древесностружечных плит (ДСП) можно с успехом исследовать методом крутильных колебаний, однако для интерпретации полученных результатов и объяснения характера изменения вязкоупругих параметров ДСП необходимо исходить из представлений о наличии в исследуемом массиве трех компонентов: воды, древесины, связующего.

Так как интересующие нас процессы в достаточной степени инерционны, то для решения поставленной задачи желательно провести временные измерения вязкоупругих характеристик дифференцированно на каждом из компонентов ДСП и их совокупности. Анализ исследуемых процессов при взаимодействии ДСП с водой и составляет содержание данной статьи.

Первая серия опытов проведена с целью изучения воздействия воды на основной компонент — древесину.

Из древесного шпона толщиной ~ 1 мм вырезали образцы размером 15×1,5 см, которые погружали в воду при комнатной температуре. Затем образцы вынимали из воды и методом свободных крутильных колебаний измеряли две характеристики: динамический модуль сдвига  $G$  и логарифмический декремент колебаний  $\lambda$  [1].

Результаты измерений вязкоупругих параметров образцов древесины до и после полного набухания представлены в табл. 1 (в трех последних графах таблицы приведено относительное изменение параметров  $G_k/G_0$  и  $\lambda_k/\lambda_0$  и относительное набухание  $\Delta S$ ).

Таблица 1

Порода древесины	Индекс образца	До увлажнения			После полного набухания			$\frac{G_k}{G_0}$ %	$\frac{\lambda_k}{\lambda_0}$ %	$\frac{\Delta S = d_k - d_0}{d_0}$ %
		$G_0 \cdot 10^8$ Н/м <sup>2</sup>	Толщина $d_0$ , мм	$\lambda_0$	$G_k \cdot 10^8$ Н/м <sup>2</sup>	Толщина $d_k$ , мм	$\lambda_k$			
Береза	3, 4, 5	5,6	1,55	—	2,83	1,63	—	50	—	5,2
Различные породы красного дерева	1	5,8	0,77	0,120	2,12	0,85	0,160	37	133	10,4
»	2	4,4	0,77	0,120	1,90	0,84	0,162	43	135	9,1
»	6	3,6	0,60	0,214	2,20	0,64	0,200	61	94	6,7
»	7	4,4	0,52	0,096	3,10	0,58	0,147	70	153	11,5
»	8	3,9	0,58	0,117	2,30	0,60	0,137	59	117	3,4
»	9	5,8	0,90	0,110	3,90	0,954	0,145	67	131	6,0
»	10	3,5	0,58	0,09	2,50	0,60	0,119	71	132	3,2

На рис. 1 дано относительное изменение модуля сдвига  $G/G_{max}$  во времени  $t$  для различных пород древесного шпона при взаимодействии с водой. Оказалось, что для всех образцов процесс набухания происходит достаточно быстро, так как уже через 20 мин. изменение модуля сдвига прекращается. Универсальная зависимость между вязкоупругими параметрами и набуханием отсутствует, так как изменение этих характеристик во времени, по-видимому, существенным образом зависит от морфологии конкретной древесины.

Рис. 1.  
1, 2, 6, 7 — разные породы красного дерева; 3, 4, 5 — береза.

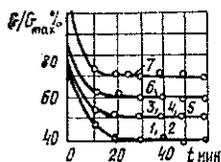
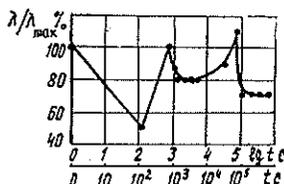


Рис. 2.



Для выявления более долговременных тенденций образцы 1, 2, 6 и 7 выдерживали в воде около 100 ч, но и в этом случае никаких изменений этой характеристики обнаружить не удалось. Иными словами, за весьма короткий промежуток времени все образцы древесного шпона различных пород пришли в равновесное состояние с водой.

Несколько иной характер имеет график зависимости относительного изменения логарифмического декремента колебаний  $\lambda/\lambda_{max}$  от времени выдержки  $t$  древесного шпона в воде для образца 6 (рис. 2). Осциллирующие изменения этой характеристики связаны с заполнением пор древесины водой, так как логарифмический декремент колебаний как раз и обусловлен наличием микро- и макродефектов в единице объема твердого тела. Осцилляция  $\lambda$  происходит и спустя  $10^4$ — $10^5$  с, что свидетельствует о более высокой чувствительности этой характеристики, по сравнению с модулем сдвига, к воздействию воды. Среднее значение набухания для исследованных 10 образцов древесины составляет 7 %.

Особого внимания заслуживает тот факт, что параллельные образцы из березового шпона (3, 4, 5) при нормировке по модулю сдвига дают практически совпадающие кривые (рис. 1). Именно по этой причине в табл. 1 они выделены в одну строчку. Это означает, что морфологически однородные образцы древесины при взаимодействии с водой должны давать один и тот же характер зависимости  $G = f(t)$ .

Второй компонент ДСП — связующее. Попытка проследить за изменением вязкоупругих характеристик при воздействии воды на стержни, полученные отверждением смолы М-19-62 марки А, не удалось, так как стержни оказались очень хрупкими.

Рис. 3.

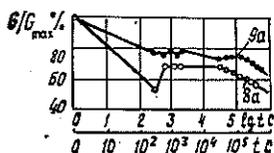
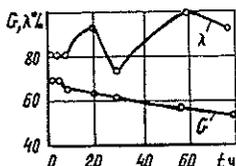


Рис. 4.



По этой причине для второй серии опытов по оценке изменения вязкоупругих параметров связующего брали древесный шпон, поведение которого при увлажнении нам известно из первой серии опытов. Образцы из древесного шпона с обеих сторон покрывали тонким слоем связующего, высушивали, а затем измеряли их вязкоупругие характеристики.

На рис. 3 представлено относительное изменение модуля сдвига  $G/G_{max}$  во времени при воздействии воды на образцы древесного шпона красного дерева, покрытые связующим (8а, 9а). Характер этих двух кривых существенным образом зависит от исходной влажности образцов (образец 8а высушивали при 105 °С, а 9а — при комнатных условиях). Высушивание при повышенной температуре (образец 8а) приводит к появлению характерного минимума для модуля сдвига спустя всего лишь 5 мин после помещения образца в воду. Можно высказать предположение, что более «ажурный» образец (больше пор, меньше иммобилизованной воды) после взаимодействия с водой быстрее поглощает ее, что проявляется в быстром падении модуля сдвига (до 50 % от его исходной величины). Подъем модуля сдвига связан с набуханием древесины и образованием более плотной структуры за счет ее частичной перестройки.

На рис. 4 показано изменение модуля сдвига  $G$  и логарифмического декремента колебаний  $\lambda$  во времени при воздействии воды для образца 8а, покрытого связующим.

Анализ полученных результатов показал, что весь процесс набухания системы древесина — связующее можно разбить на три этапа. Первый этап продолжительностью 5—10 мин характеризуется резким уменьшением модуля сдвига приблизительно на 70 % и падением логарифмического декремента колебаний на 20 %.

В течение второго этапа при продолжительности от нескольких до 40 ч (в зависимости от толщины покрытия) модуль сдвига и логарифмический декремент колебаний практически не изменяются.

Третий этап характеризуется неуклонным падением вязкоупругих параметров со временем, причем логарифмический декремент колебаний начинает уменьшаться раньше. При длительности третьего этапа в 100 ч уменьшение модуля сдвига составляет в среднем 60 %.

Для системы древесина — связующее мы предлагаем следующий механизм водопоглощения.

В течение первого этапа заполняются поровые пространства связующего покрытия, относительное набухание которого рассчитывали по следующей формуле:

$$\Delta S_{св} = \frac{d_1 - d_0 - \Delta d}{\Delta d} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $d_1$  — толщина образцов второй серии опытов в конце первого этапа;

$d_0$  — толщина древесного шпона;

$\Delta d$  — толщина слоя связующего.

В конце второго этапа за счет разрушения адгезионных связей облегчается процесс набухания древесины, заканчивающийся в момент достижения образцом максимальной толщины  $d_2$ . При большей толщине древесного шпона второй этап, естественно, заканчивается позднее.

Относительное набухание основы — древесного шпона  $\Delta S$  — рассчитывали по формуле

$$\Delta S = \frac{d_2 - d_1}{d_0} \cdot 100 \%. \quad (2)$$

Исходные параметры образцов, покрытых связующим, их характерные размеры в конце обоих этапов и расчетные значения относительного набухания представлены в табл. 2.

Таблица 2

Индекс образца	Исходные параметры образца				Параметры образца после воздействия воды			
	$G_0 \cdot 10^8$ Н/м <sup>2</sup>	$\lambda_0$	$d_0$ мм	$\Delta d$ мм	$d_1$ мм	$d_2$ мм	$\Delta S_{св}$ %	$\Delta S$ %
8а	9,05	0,105	0,575	0,115	0,750	0,765	52	2,6
9а	11,7	0,174	0,900	0,230	1,190	1,250	26	6,6
10а	8,0	0,09	0,580	0,130	0,720	0,740	8,5	3,4

Дальнейшее воздействие воды (третий этап) приводит к уменьшению толщины образца, что можно объяснить ослаблением когезионных связей в связующем и соответствующим неуклонным уменьшением модуля сдвига системы древесина — связующее.

Опыты, проведенные с образцами древесины без связующего в течение короткого (рис. 1) и длительного (более 100 ч) воздействия воды, не позволяют объяснить падение модуля сдвига деструкцией шпона, так как спустя 20 мин графики для всех образцов выходят на «платовые» значения.

Анализ табл. 1 и 2 позволяет сделать следующие выводы.

1. Покрытие древесного шпона связующим увеличивает модуль сдвига более чем в два раза.

2. Средние значения относительного набухания для трех образцов древесного шпона (8, 9, 10) в первой и второй сериях опытов практически совпадают ( $\Delta S_{ср} = 4,2$  %). Этот факт косвенно подтверждает предложенный трехэтапный механизм водопоглощения для системы древесина — связующее.

3. Образец 8а, высушенный при температуре 105 °С, дал аномально большую величину относительного набухания слоя смолы ( $\Delta S_{св} = 52$  %), что свидетельствует о большей его доступности при взаимодействии с водой.

Третью серию опытов проводили с образцами ДСП при их взаимодействии с водой в течение 100 ч. Вязкоупругие характеристики ДСП измеряли резонансным методом [4] и рассчитывали по формулам, приведенным в работе [2].

В табл. 3 представлены исходные и конечные значения модуля сдвига образцов ДСП, изготовленных на Сыктывкарском ЛПК в разное время, при воздействии воды.

Таблица 3

Номер образца	Дата выпуска	Марка смолы	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$G_0 \cdot 10^8$ Н/м <sup>2</sup>	$\frac{G_k}{G_0} \cdot 100$ %
1	Сентябрь 1977 г.	УКС-А	0,64	6,54	33,3
2	Февраль 1978 г.	»	0,70	5,34	31,4
3	Сентябрь 1980 г.	М-19-62 марки А	0,72	9,1	37,8
4	Октябрь 1980 г.	»	0,70	8,6	35,5

На рис. 5 показано относительное изменение модуля сдвига  $G/G_{max}$  и добротности  $Q/Q_{max}$  во времени при воздействии воды на образец 1.

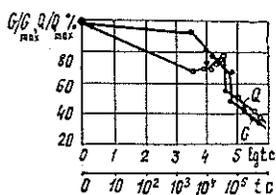


Рис. 5.

Таким образом, нами, как и в работе [5], экспериментально установлены три этапа водопоглощения в древесностружечных плитах. Длительность отдельных этапов и полного водопоглощения различна для ДСП разного выпуска. В моменты перестройки структуры логарифмический декремент колебаний и добротность колеблющейся системы — чувствительные характеристики, и они предшествуют изменению модуля сдвига. Эффект возрастания добротности (рис. 5), по-видимому, связан с тем, что процесс исчезновения микро- и макродефектов преобладает над процессом их образования. При этом структура ДСП ухудшается медленнее, и образец приходит в равновесное состояние с водой при более высоких физико-механических показателях.

Сопоставляя результаты относительного изменения динамического модуля сдвига, логарифмического декремента колебаний и добротности для древесины системы древесина — связующее и для древесностружечных плит, можно прогнозировать их поведение при взаимодействии с водой.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977, с. 48. [2]. Ерыхов Б. П., Скрипова В. И. Исследование водопоглощения древесностружечных плит методом крутильных колебаний. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 6, с. 55—57. [3]. Ерыхов Б. П., Скрипова В. И. Исследование набухания древесностружечных плит методом крутильных колебаний. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 63—65. [4]. ОСТ 13-82—79. Плиты древесностружечные. Резонансный метод определения модуля сдвига и добротности. — Введ. 01.01.81. [5]. Эльберт А. А. Теоретические основы химической технологии древесностружечных плит и разработка методов повышения их качества: Дис. . . д-ра техн. наук. — Л., 1977.

Поступила 23 февраля 1982 г.

УДК 630\*824.86

### СКЛЕИВАНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ТРАНСПОРТНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Н. А. МЕЛЕХОВА, Т. А. ПЛАСТИНИНА, Т. А. ПАШКОВА  
ЦНИИМОД

Внедрение склеивания на лесопильных заводах, вырабатывающих товарные пиломатериалы, имеет ряд сложностей, одна из которых связана с повышенной влажностью древесины в лесопильном производстве. В различное время года пиломатериалы обычно имеют транспортную влажность в пределах от 16 до 25%. По нормативно-технической документации влажность древесины при склеивании ограничивают 15%. Досушка пиломатериалов, особенно короткомерных, от транспортной влажности до нормативной связана со значительными дополнительными расходами.

В последние годы для склеивания древесины стали применять резорциновые клеи, которые, по зарубежным данным, позволяют склеивать древесину при влажности до 25%. Это обстоятельство открывает возможности для широкого внедрения склеивания пиломатериалов на лесопильных заводах.

В цехе клееных конструкций ЭПЗ ЦНИИМОДа «Красный Октябрь» проведены исследования с целью изучения возможности склеивания по длине пиломатериалов транспортной влажности отечественными резорциновыми, фенольными и поливинилацетатными клеями.

Задача первого этапа работы — выбрать оптимальный производственный режим склеивания пиломатериалов повышенной влажности, обеспечивающий получение прочных зубчатых клеевых соединений; второго этапа — изучить начальную и эксплуатационную прочность зубчатых соединений, склеенных по выбранному режиму различными клеями.

По специально разработанной методике для экспериментов отбирали еловые пиломатериалы сечением  $38 \times 125$  мм, влажностью  $10 \pm 2$ ,  $18 \pm 2$  и  $23 \pm 2$  %. Для склеивания пиломатериалов по длине использовали вертикальные зубчатые соединения с геометрическими параметрами  $50 \times 12 \times 2$  мм по ГОСТу 19414—79 [3]. Шипы нарезали на специальном шипорезном станке конструкции ЦНИИМОДа. Запрессовочное устройство поддерживало строго определенное давление запрессовки зубчатых соединений в течение заданного времени.

Для склеивания пиломатериалов использовали резорциноформальдегидный клей ФР-12, алкилрезорциноформальдегидный клей ФР-100, фенолоформальдегидный клей на основе смолы СФЖ-3016 и поливинилацетатную дисперсию марки ПВАД ДБ 47/7В.

Состав и рецептура клеев приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка клея	Состав клея			
	Смола	Массовое содержание смолы	Отвердитель	Массовое содержание отвердителя
ФР-12	ФР-12 марки Б (ТУ 6—05—1748—75)	100	Параформальдегид (ТУ 6—05—930—73) в смеси с древесной мукой (ГОСТ 16361—70)	13
ФР-100	ФР-100 (ТУ 6—05—1638—78)	100	Параформальдегид (ТУ 6—05—930—73) в смеси с древесной мукой (ГОСТ 16361—70)	13,5
КБ-3	СФЖ-3016 (ГОСТ 20907—75)	100	Контакт Петрова (ОСТ 38 01116—76)	22
ПВАД ДБ 47/7В	Дисперсия пластифицированная (ГОСТ 18992—73)	100	—	—

По результатам первого этапа работы установлен следующий технологический режим склеивания по длине пиломатериалов транспортной влажности указанными выше клеями:

Вязкость клея по ГОСТу 20501—75 . . . . .	160—300 с
Нанесение клея . . . . .	двустороннее
Выдержка открытая . . . . .	10 с
» закрытая . . . . .	10 с
Торцовое давление запрессовки . . . . .	5,5 МПа
Выдержка под полным давлением . . . . .	2 с
Температура отверждения клея . . . . .	$18 \pm 2$ °С.

На втором этапе работы для получения показателей начальной прочности зубчатых клеевых соединений склеенные образцы выдерживали в условиях цеха при температуре  $18 \pm 2$  °С и относительной влаж-

ности воздуха  $65 \pm 5 \%$ , а затем через 1 и 7 сут испытывали на статический изгиб по ГОСТу 15613.4—78 [2].

Поскольку технология склеивания пиломатериалов при транспортной влажности предусматривает последующую сушку клееных пиломатериалов до эксплуатационной влажности, мы проводили эксперименты по установлению влияния камерной сушки на прочность зубчатых клеевых соединений.

Образцы через 24 ч после склеивания помещали в сушильную камеру «Walmet» и при мягком режиме сушки ( $t_c = 52^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 0,51$ ) высушивали до влажности  $10 \pm 2 \%$ . Чтобы снять внутренние напряжения и выравнять влажность, образцы выдерживали в условиях цеха в течение 7 сут, а затем испытывали на статический изгиб.

Для исследования эксплуатационной надежности зубчатых клеевых соединений склеенные образцы выдерживали при атмосферных условиях в течение 6—12 мес и после выдержки испытывали по ГОСТу 15613.4—78.

Результаты испытаний приведены в табл. 2. Для каждой группы опытов по ГОСТу 19414—79 определяли абсолютную прочность зубчатого клеевого соединения  $\sigma$  МПа, при статическом изгибе с доверительной вероятностью 0,95 по формуле:

$$\sigma = \bar{x}(\sigma_k) - cs(\sigma_k),$$

где  $\bar{x}(\sigma_k)$  — среднее арифметическое значение предела прочности всех испытанных образцов при статическом изгибе, МПа;

$s(\sigma_k)$  — среднее квадратичное отклонение значения предела прочности всех испытанных образцов при статическом изгибе, МПа;

$c$  — коэффициент, учитывающий количество испытанных образцов ( $c = 2$  при числе образцов 15 и более).

Таблица 2

Показатели прочности зубчатых клеевых соединений при испытании на статический изгиб по ГОСТу 15613.4-78

Марка клея	Влажность древесины при склеивании, %	Абсолютная прочность зубчатых клеевых соединений, МПа, при пересчете на 12 %-ную влажность				
		после выдержки образцов в условиях цеха в течение, сут		после выдержки образцов при атмосферных условиях в течение, мес.		после камерной сушки образцов
		1	7	6	12	
ФР-12	$18 \pm 2$	45,7	48,5	45,5	43,4	39,5
	$23 \pm 2$	44,3	55,2	50,1	42,7	38,3
ФР-100	$18 \pm 2$	45,5	46,8	—	41,3	33,5
	$23 \pm 2$	44,6	47,0	—	40,6	32,8
КБ-3	$18 \pm 2$	40,1	40,6	43,3	—	30,2
	$23 \pm 2$	42,3	46,3	45,2	—	31,8
ПВАД ДБ 47/7В	$18 \pm 2$	42,9	48,8	42,0	—	30,5
	$23 \pm 2$	43,8	47,7	45,8	—	36,9

### Выводы

1. При склеивании по длине пиломатериалов транспортной влажности 16—25 % клеями ФР-12, ФР-100, КБ-3 и ПВАД ДБ 47/7В полу-

чены прочные зубчатые клеевые соединения. Резорциновые клеи наиболее чувствительны к высокому содержанию влаги в склеиваемой древесине. Однако получены практически равнопрочные зубчатые клеевые соединения при склеивании всеми рассмотренными клеями без последующей камерной сушки образцов.

2. Показатели начальной прочности и эксплуатационной надежности зубчатых клеевых соединений при испытании на статический изгиб выше абсолютной (характеристической) прочности, установленной экспериментальным путем и равной 40,5 МПа для данного вертикального зубчатого соединения с параметрами  $50 \times 12 \times 2$  мм при влажности склеиваемой древесины 12 %. Во всех случаях полученные показатели прочности зубчатых клеевых соединений выше нормативных значений, установленных ГОСТом 20850—75 [1].

3. После выдержки в атмосферных условиях зубчатые соединения имели достаточно высокие показатели прочности при испытании на статический изгиб (более 40,6 МПа). У образцов, склеенных резорциновыми клеями, разрушение происходило преимущественно по древесине, а у склеенных фенольным клеем КБ-3 в основном, — по шипам.

4. После камерной сушки образцов по выбранному мягкому режиму прочность зубчатых клеевых соединений уменьшилась для всех рассмотренных клеев; для клея ФР-12 отмечено незначительное снижение прочности.

Таким образом, данные работы показали возможность склеивания по длине пиломатериалов транспортной влажности на существующем оборудовании и при использовании отечественных клеев.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ 20850—75. Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические требования. — Срок действия установлен с 01.01.76. [2]. ГОСТ 15613.4—78. Древесина клееная. Методы определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при статическом изгибе. — Переизд. Июль, 1979. [3]. ГОСТ 19414—79. Древесина клееная массивная. Общие требования к зубчатым клеевым соединениям. — Переизд. Январь, 1981.

Поступила 6 августа 1982 г.

УДК 630\*812 : 674.031.12

### О ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ БУКА ЕВРОПЕЙСКОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ

П. В. БИЛЕЙ, И. С. ВИНТОНИВ

Львовский лесотехнический институт

В ряде работ [2, 5, 6, 7, 8] приведены данные о влажности древесины бука европейского, произрастающего на территории Украинских Карпат и в Западной Европе.

П. И. Молотков [2] определял влажность древесины бука европейского на высоте груди в различные периоды года (высота произрастания 300—400 м над ур. м.), А. Л. Синькевич и Л. А. Емельянова [5] — влажность бука в весеннее время с разделением на экологические формы (высота произрастания бука 650 м над ур. м.). В обоих случаях [2, 5] исследования проводили в одновозрастных буковых насаждениях, хотя в регионе преобладают разновозрастные древостой [1], произрастающие на высотах от 300 до 1300 м над ур. м.; при одном и том же диаметре возрастной диапазон превышает 200 лет. Для

бука восточного установлено, что индивидуальный рост и высота над уровнем моря влияют на величину и распределение влаги в пределах ствола.

Нами исследована влажность древесины бука европейского, произрастающего на высоте 600 и 1000 м над ур. м.

С этой целью заложены две пробные площади в зимнее время (первая — 25 января 1980 г., вторая — 16 января 1981 г.). Первая площадь заложена в Усть-Чернянском лесничестве (квартал 3, лесной участок 2), Усть-Чернянского лесокомбината на высоте 1000 м над ур. м.; вторая — в Костринском лесничестве (квартал 2, лесной участок 15) Велико-Березнянского лесокомбината на высоте 600 м над ур. м. Состав насаждения — 10Бк.

Характеристика модельных деревьев, древесину которых использовали для определения влажности, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Номер модельного дерева	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м <sup>3</sup>	Объем ствола без коры, м <sup>3</sup>
1	83	16,6	15	0,1546	0,1402
1	60	14,3	17	0,1236	0,1134
2	110	29,3	26	0,7664	0,7260
2	103	24,3	25	0,4834	0,4460
3	112	38,0	33	1,9918	1,7082
3	68	32,0	27	1,0006	0,9504
4	110	46,6	31	1,8666	1,6792
4	149	41,9	28	2,0288	1,8224
—	—	—	—	—	—
5	69	44,7	32	1,6618	1,3714

Примечание. В числителе данные для пробной площади № 1; в знаменателе — для пробы № 2.

Из модельных деревьев выпиливали кружки, начиная от пня и далее через каждые 2 м высоты ствола. Последний вершинный кружок имел диаметр не менее 8 см. Непосредственно на лесосеке с центральной, средней и периферийной частью каждого кружка заготавливали образцы. Взвешивали их на технических весах на лесосеке в момент раскряжевки хлыстов и изготовления образцов. Затем образцы высушивали и повторно взвешивали в абс. сухом состоянии для последующего определения влажности. Образцы из центральной и средней частей кружков объединяли в одну группу, так как их влажность оказалась практически одинаковой.

Результаты исследований обработаны статистически. Данные об индивидуальной изменчивости влажности  $W$  модельных деревьев приведены в табл. 2.

Средняя влажность (табл. 2) отдельных стволов бука в примерно одновозрастном насаждении (пробная площадь № 1) практически одинакова, тогда как в разновозрастном насаждении (проба № 2) деревья меньших диаметров имеют меньшую влажность по сравнению с деревьями больших диаметров; при этом возраст 1-го модельного дерева примерно такой же, как 3- и 5-го, а 2-е модельное дерево старше 3- и 5-го. По-видимому, индивидуальные особенности роста и, в первую очередь, структура древесины влияют на содержание влаги в растущем дереве. В годовичных приростах модельных деревьев 1 и 2 преобладала поздняя зона, состоящая из толстостенных клеточных оболочек.

Данные о распределении влаги в пределах ствола с учетом высоты произрастания бука над уровнем моря приведены в табл. 3.

Таблица 2

Номер модельного дерева	Возраст, лет	Статистические показатели					
		n	W %	$\pm \sigma$ %	$\pm m$ %	v %	p %
1	83	15	81,5	6,45	2,04	7,9	2,5
1	60	15	56,3	11,40	2,90	20,20	5,2
2	110	14	74,3	10,45	2,79	14,0	3,7
2	103	15	60,5	6,80	1,75	11,23	2,9
3	112	19	86,0	17,2	3,90	20,0	4,5
3	68	16	67,0	14,8	3,70	22,00	5,5
4	110	12	82,0	11,8	3,40	14,4	4,1
4	149	22	74,6	17,6	3,65	23,00	4,9
—	—	—	—	—	—	—	—
5	69	22	74,0	18,00	3,80	24,00	5,0

Примечание. В числителе данные для пробной площади № 1; в знаменателе — для пробы № 2.

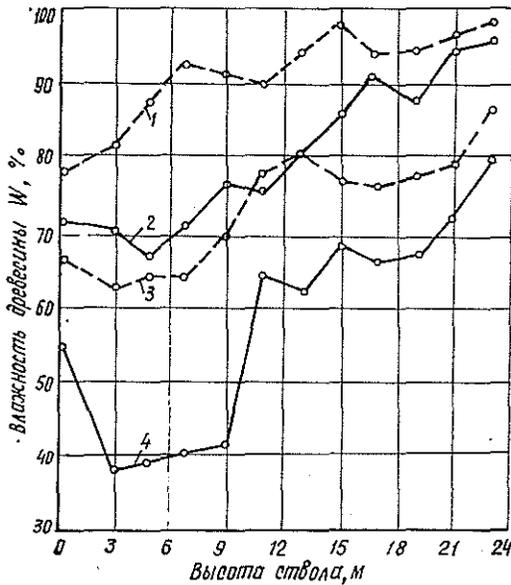
Таблица 3

Кряж	Зона кряжа	Статистические показатели					
		n	W %	$\pm \sigma$ %	m %	v %	p %
Комлевый	Центральная	10	61,3	4,23	1,27	6,78	2,05
		12	42,3	6,50	1,87	16,30	4,40
»	Периферийная	19	84,8	8,59	1,97	10,10	2,30
		12	68,7	8,43	2,43	12,20	3,50
Вершинный	Центральная	15	80,0	3,43	0,88	4,30	1,10
		11	77,0	6,51	2,67	8,40	3,50
»	Периферийная	11	82,8	6,06	1,83	7,30	2,20
		13	80,2	15,00	4,16	18,70	5,10
Средняя влажность стволов бука		48	83,0	7,89	1,14	9,50	1,40
		55	66,0	16,55	2,23	25,10	3,40

Примечание. В числителе данные для высоты 1000 м над ур. м.; в знаменателе — для высоты 600 м над ур. м.

Данные табл. 3 указывают на неравномерное распределение влажности по радиусу в комлевых кряжах. В центральной зоне влажность значительно меньше, чем в периферийной, прилегающей к камбию. А. Л. Синькевич и Л. А. Емельянова [5] установили обратную закономерность — увеличение влажности древесины бука европейского на высоте груди от периферии к центру. Это явление, на наш взгляд, можно объяснить усиленной транспирацией влаги в весеннее время.

В вершинных кряжах влажность значительно больше, чем в комлевых, и по радиусу не выявлено существенных различий. Такие же закономерности распределения влаги по высоте ствола установлены другими авторами [2, 4]. Некоторые исследователи [5] такое распределение влаги связывают с интенсивным испарением ее листьями и, как следствие, неравномерным ее распределением. По-видимому, это явление нельзя объяснить только интенсивной транспирацией весной, так как установлено [3], что и в зимнее время наблюдаются такие же закономерности в распределении влаги по высоте ствола. Физиологами



Распределение влажности в периферийной (1, 2) и внутренней (3, 4) зонах стволов бука.

1, 3 — на высоте 1000 м над ур. м.; 2, 4 — 600 м над ур. м.

установлено [2], что лиственные породы испаряют зимой до 16 % влаги от ее общего содержания.

Влажность древесины бука на высоте 1000 м над ур. м. на 25,7 % больше, чем на высоте 600 м над ур. м. Это увеличение влажности статистически достоверно.

Характер распределения влажности в пределах ствола (см. рис.) одинаков для бука, произрастающего на высотах от 600 до 1000 м над ур. м.

В заключение следует отметить, что содержание влаги в свежесрубленной древесине бука зависит от условий произрастания (включающих географическую область, высоту над уровнем моря, время года), от возраста насаждений и других экологических факторов, трудно поддающихся учету.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Буковые леса СССР и ведение хозяйства в них/ К. К. Калущий, М. П. Мальцев, П. И. Молотков и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 200 с. [2]. Лир X., Польстер Г., Фидлер Г.—И. Физиология древесных растений. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 423 с. [3]. Лобжанидзе Э. Д. Особенности распределения влаги в стволе бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky) в связи с условиями произрастания. — Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1970, № 5, с. 152—155. [4]. Молотков П. И. Исследования влажности древесины бука (*Fagus sylvatica* L.). — Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1961, № 5, с. 133—136. [5]. Синькевич А. Л., Емельянова Л. А. О влажности древесины фенологических форм бука европейского. — В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1973, с. 60—65. [6]. Janiczek M., Bobrowicz E. Wilgotność drewna świeżego buków pomorskich i karpackich PWR i L. — Warszawa, 1952. — 52 с. [7]. Kszyżsik F. Nauka o Drewnie. PWN. — Warszawa, 1974. — 653 с. [8]. Sachse H. Der Feuchtegehalt von Buchen industrieholz. — Holz als Roh- und Werkstoff, 1971, N 2, S. 55—56.

Поступила 21 июня 1982 г.

УДК 539.3

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДРЕВПЛАСТАХ

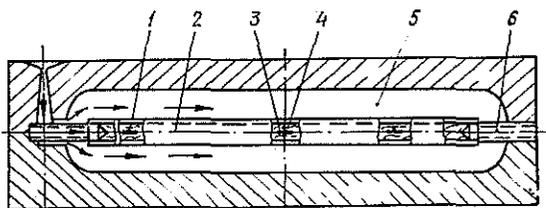
А. И. КРЮКОВСКИЙ, М. М. РЕВЯКО, В. Я. ПОЛУЯНОВИЧ,  
Ж. М. ЗЮСЬКЕВИЧ

Белорусский технологический институт

В промышленности широко применяют древеснонаполненные полимерные материалы. В связи с этим необходимо полнее разрабатывать методы исследования механических свойств древеспластов и, в частности, методы прогнозирования технологических напряжений в системах полимер — древесный наполнитель. Совокупность температурных, кристаллизационных, усадочных и других видов напряжений, возникающих в технологическом процессе переработки материала или изготовления изделия, характеризуем обобщенным понятием — технологические напряжения.

В настоящей статье описана методика измерения технологических остаточных напряжений на модельных системах полимер — древесный наполнитель, изучено влияние обработки поверхности древесного наполнителя поверхностно-активными веществами (ПАВ), сопоставлены данные о технологических напряжениях с данными о модулях упругости реальных материалов.

Технологические напряжения измеряли тензометрическим методом. В качестве чувствительных элементов использовали миниатюрные полупроводниковые тензорезисторы, встроенные внутрь частицы древесного наполнителя, которая имела цилиндрическую форму с отношением длины к диаметру, равным 20. В процессе изготовления модели частицу помещали в форму и фиксировали с помощью специальных приспособлений, а затем форму заполняли расплавом полимера. В отличие от ранее предложенных методик, измерение напряжений с помощью датчиков, помещенных внутрь эпоксидного компаунда, бетона или другого материала [4, 6, 7], и использование в качестве полимерной матрицы таких широко распространенных термопластичных полимеров, как полиэтилен, поликарбонат, полистирол, порождают ряд трудностей при установке измерительных элементов внутри композиционного материала. В литературе мы не обнаружили сведений, за исключением данных ра-



Модельный образец.

1 — подводящие провода; 2 — модельная частица (датчик); 3 — полупроводниковые тензорезисторы; 4 — термисторы; 5 — слой полимера; 6 — приспособления для установки датчика.

боты [3], о напряжениях, измеренных встроенными датчиками. Остановимся на особенностях этого метода измерения напряжений.

Во-первых, для изготовления модельного образца необходимо применять литье под давлением или прессование с использованием серийного технологического оборудования, требующего привязки к нему литевых форм; последние, в свою очередь, необходимо сконструировать так, чтобы обеспечить защиту хрупких датчиков и подводящих проводов от гидравлического и теплового ударов полимера в момент заполнения формы.

Во-вторых, основываясь на положении о том, что инородный датчик, помещенный внутрь другого материала, является по своей физической сущности частицей наполнителя или армирующего элемента [2], мы выбрали датчик таким, чтобы он по своей природе наиболее полно соответствовал исследуемым композиционным материалам. Для того чтобы в максимальной степени уменьшить влияние жестких тензорезисторов на механические свойства древесной частицы, ее оснащали миниатюрными полупроводниковыми тензорезисторами и термисторами, которые вследствие высокого значения коэффициента тензочувствительности и малых размеров, обеспечивают требуемую чувствительность измерений и несущественно влияют на жесткость модели.

В-третьих, из термопластичных полимеров датчик при помощи разогретого резца можно легко извлечь для повторного использования, в то же время извлечение датчика из таких материалов, как термореактивные пластмассы или бетон, затруднено и связано с риском повреждения измерительного устройства. Температурную тарировку модельных частиц с тензорезисторами проводили в воздушном термостате [5]. По полученным данным строили зависимости изменения температуры и сопротивления тензорезисторов в ненагруженном состоянии. Согласно методике [6], модельную частицу тарировали непосредственно по напряжению в специально сконструированном для этой цели устройстве, где создавалось напряжение всестороннего сжатия, аналогичное напряженному состоянию частицы, погруженной в слой полимера постоянной толщины. Сравнивали температурные зависимости сопротивлений нагруженных и ненагруженных тензорезисторов с учетом температурной зависимости коэффициента тензочувствительности, определенной по методике [5]. Практический интерес представляют окончательные технологические напряжения при комнатной температуре; при этом нет необходимости в температурной тарировке и учете температурной зависимости коэффициента тензочувствительности.

Данные технологических остаточных напряжений в модельных системах и модуля упругости при изгибе древесных на основе ПЭВД + +20 % березовых опилок представлены в таблице.

Тип модельной системы на основе ПЭВД	Технологические остаточные напряжения, МПа	ПАВ в системе ПЭВД+20 % березовых опилок	Модуль упругости при изгибе, МПа
Березовая древесина	0,54 ÷ 0,60	Без ПАВ	116,8
Березовая древесина + хромолан	1,2 ÷ 1,3	Хромолан	157,5
Березовая древесина + ПЭИ	0,50 ÷ 0,60	ПЭИ	120,1

Остаточные технологические напряжения определяли согласно основному принципу определения остаточных напряжений [1], обнажение поверхности и удаление слоя полимера соответствуют приложению к обнаженной поверхности напряжений обратного знака. После удале-

ния полимера из модельного образца сопротивление тензорезисторов изменяется, и при установившейся температуре это изменение соответствует значению остаточных технологических напряжений на границе частица — полимер. Затем эту же частицу вновь помещали в форму, и опыт повторяли. После набора необходимого объема данных поверхность частицы обрабатывали растворами ПАВ с целью изменения взаимодействия на границе полимер — наполнитель. В качестве ПАВ использовали полиэтиленминин (ПЭИ) с молекулярной массой 10 000 и хромолан.

Испытание полимерных композитов в области деформаций, близких к упругим, позволяет полнее проследить влияние связей на границе раздела полимер — наполнитель на работу композиционного материала под нагрузкой. Для исследования композиций (согласно ГОСТ 9550—71. Модуль упругости при изгибе) изготавливали образцы из полиэтилена высокого давления марки 10802—020, наполненного березовыми опилками (20 %).

Из представленных в таблице данных следует, что в древесных пластиках, где наполнитель обрабатывали хромоланом, наблюдается увеличение как остаточных технологических напряжений на границе раздела полимер — наполнитель, так и модуля упругости при изгибе. Это связано с тем, что увеличение адгезионного взаимодействия между полимером и древесным наполнителем, обработанным хромоланом, приводит к лучшей передаче усилий от полимера к наполнителю при деформировании наполненной системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Биргер И. А. Остаточные напряжения. — М.: Машгиз, 1963. [2]. Виноградов В. М. Остаточные напряжения в деталях из пластических масс. — Пластмассы, 1975, № 4, с. 20—30. [3]. К вопросу о пластификации наполненного полиэтилена/М. М. Ревяко, В. Я. Полуянович, А. И. Крюковский, Я. М. Паушкин. — Докл. АН СССР, 1976, т. 227, № 4, с. 926—928. [4]. Савин Г. Н., Подильчук Ю. Н., Виркус Х. М. Определение пространственного напряженного состояния при помощи трех измерительных элементов. — Прикладная механика, 1974, т. 10, № 12, с. 10—14. [5]. Шахматов Д. Т. Высокотемпературная тензометрия. Методики и тензорезисторы. — М.: Атомиздат, 1980. [6]. Bush A. J. Measurement of Stresses in Cast Resins. — Modern Plastics, 1958, February, p. 143, 144, 148, 224. [7]. Mechanics of Pressure Cells/ R. Collins, K. J. Lee, G. P. Lilly, R. A. Westmann. — Experimental Mechanics, 1972, November, p. 514—519.

Поступила 14 апреля 1981 г.

УДК 630\*852.001.24

### МЕТОД РАСЧЕТА ВХОДНОГО УРОВНЯ ДЕФЕКТНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПАРТИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ «ТОЛЩИНА ПИЛОМАТЕРИАЛА»

Н. И. КОВЗУН, В. И. ПРОНЕНКО

ЦНИИМОД, ВИСМ

Входной уровень дефектности потока продукции является исходной информацией в расчетах нормы точности измерений и при разработке системы статистического контроля.

Настоящая статья посвящена вероятностному расчету входного уровня дефектности пиломатериалов в партии или потоке по показателю «толщина пиломатериала».

Вероятностные оценки показателя «толщина пиломатериала» имеют различное целевое назначение, которое необходимо разграничить. Их используют как для определения качества процесса распиловки, так и качества (годности) продукции (доски или партии пиломатериалов).

Например, точность настройки оборудования на заданный размер оценивают по средней арифметической толщине пиломатериала  $\bar{X}$ , работоспособность пил различных параметров — по среднему квадратическому отклонению  $\sigma$  толщины пиломатериала от  $\bar{X}$ . Качество процесса распиловки косвенно оценивают по доле значений толщин, не удовлетворяющих требованиям стандарта. Исходные данные при контроле качества процесса распиловки — один ряд распределения результатов измерений толщины  $X_{ij}$  (где  $i$  — номер доски;  $j$  — номер сечения вдоль длины доски\*).

Однако данные показатели нельзя использовать непосредственно, для оценки качества продукции — доски или партии пиломатериалов.

В стандартах на продукцию технические требования к толщине пиломатериалов нормированы в виде номинальной толщины и допускаемой разнотолщинности как в одной доске, так и в партии. В одной доске разнотолщинность или не допускается, или допускается в пределах нормативного значения волнистости. Толщины досок в партии могут отличаться в пределах допускаемых отклонений от номинального размера. Иными словами, нормированы минимальное  $X_{min}$  и максимальное  $X_{max}$  значения толщины одной доски, а не среднее квадратическое отклонение и не средняя арифметическая толщина.

Следовательно, чтобы сделать заключение о качестве или конкретной доски, или конкретной партии пиломатериалов при сплошном ее контроле, достаточно знать  $X_{min}$  и  $X_{max}$  каждой доски, сравнить их с допуском, разбраковать доски на годные и дефектные и определить долю дефектных изделий в партии. В таком случае нет смысла применять теорию вероятностей для расчета доли дефектных изделий до разбраковки, т. е. входного уровня дефектности партии.

Вероятностный расчет входного уровня дефектности следует применять в тех случаях, когда или нет возможности рассортировать всю партию пиломатериалов на годные и дефектные (как например при статистическом контроле), или нужно оценить выходной уровень дефектности пиломатериалов после сплошного контроля партии с разбраковкой, или при статистическом контроле потока пиломатериалов (контроле процесса распиловки). При этом уровень дефектности приобретает смысл вероятности дефектности случайно взятой доски из партии или из потока пиломатериалов.

Учитывая, что качество доски оценивают по двум значениям толщин  $X_{min}$  и  $X_{max}$ , для вероятностных расчетов уровня дефектности необходимо знать аппроксимации двух распределений  $f(X_{min})$  и  $f(X_{max})$ . Исходными данными в этом случае, в отличие от контроля качества процесса распиловки, являются уже два ряда значений  $X_{imin}$  и  $X_{imax}$  (где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  — число досок).

Аппроксимации распределений можно считать установленными, если определены статистические оценки (средние арифметические и средние квадратические отклонения значений) и закон распределения. Для определения закона распределения экспериментально получены значе-

\* Об эффективности статистического регулирования точности рамной распиловки/ И. В. Соболев, А. И. Шемелин, Г. А. Хмылова, А. К. Курицын. — В кн.: Контроль и управление качеством продукции: Науч. тр. ЦНИИМОДа, Архангельск, 1978, с. 57—62.

ния толщин пиломатериалов  $X_{i \min}$  и  $X_{i \max}$  (где  $i = 1, 2, \dots, 100$ ) и построены две гистограммы распределений. По общему виду гистограммы и после проверки согласия экспериментального и теоретического распределений по критериям Колмогорова и  $\omega^2$  в качестве теоретического принят нормальный закон распределения. Учитывая устойчивость нормального распределения даже при весьма несовершенных технологиях с большим количеством причин отклонений (предельная теорема теории вероятности), а также результаты проверки гипотезы о нормальном распределении, мы сделали вывод о нецелесообразности таких проверок в дальнейшем. Достаточно рассчитывать оценки

$$\bar{X}_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i \min}}{n}; \quad \bar{X}_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i \max}}{n};$$

$$\tilde{\sigma}_{X_{\min}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i \min} - \bar{X}_{\min})^2}{n-1}}; \quad \tilde{\sigma}_{X_{\max}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i \max} - \bar{X}_{\max})^2}{n-1}}$$

и считать аппроксимациями распределений:  $\bar{X}_{\min}$ ,  $\tilde{\sigma}_{X_{\min}}$ , норм. и  $\bar{X}_{\max}$ ,  $\tilde{\sigma}_{X_{\max}}$ , норм.

Если по первой аппроксимации вычислить уровень дефектности по нижней границе допуска  $q_{\min}(X_{\min})$ , а по второй — уровень дефектности по верхней границе допуска  $q_{\max}(X_{\max})$ , то общий уровень дефектности в партии  $q$  по теореме сложения вероятностей несовместных событий определим по формуле

$$q = q_{\min}(X_{\min}) + q_{\max}(X_{\max}).$$

При этом доски, у которых и  $X_{\min}$ , и  $X_{\max}$  вышли за нижнюю границу допуска (тонкие межпилльные прокладки), бракуются только по  $X_{\min}$ , а доски, у которых и  $X_{\min}$ , и  $X_{\max}$  вышли за верхнюю границу допуска (толстые межпилльные прокладки), бракуются только по  $X_{\max}$ .

Это равенство неточное только из-за возможности браковки одной доски по обеим границам поля допуска (случай блуждания пил), т. е. из-за того, что годность, дефектность по минимуму и максимуму могут не образовывать полную систему несовместных событий. Однако экспериментальные проверки показали, что число таких досок не превышает 1%. Поэтому погрешностью определения общего уровня дефектности можно пренебрегать из-за ее малости.

Уровень дефектности по нижней и верхней границам поля допуска для случая, когда математическое ожидание расположено внутри поля допуска, следует рассчитывать по формулам:

$$q_{\min}(X_{\min}) = \left(0,5 - F \frac{X_{\text{дн}} - \bar{X}_{\min}}{\sigma_{X_{\min}}}\right) \cdot 100\%;$$

$$q_{\max}(X_{\max}) = \left(0,5 - F \frac{X_{\text{дв}} - \bar{X}_{\max}}{\sigma_{X_{\max}}}\right) \cdot 100\%.$$

Для случая, когда математическое ожидание  $\bar{X}_{\max}$  лежит вне поля допуска, уровень дефектности по верхней границе поля допуска следует рассчитывать по формуле:

$$q_{max}(X_{max}) = \left( 0,5 + F \frac{X_{дв} - \bar{X}_{max}}{\sigma_{X_{max}}} \right) \cdot 100 \%,$$

где  $F$  — функция Лапласа;  
 $X_{дв}$  и  $X_{дн}$  — допускаемые верхние и нижние значения толщины пиломатериала.

Используя полученные аппроксимации распределений, можно вычислить также долю пиломатериалов смежной толщины, у которых и  $X_{min}$ , и  $X_{max}$  попадают в поле допуска смежных толщин. Такие вычисления целесообразно выполнять только для тонких пиломатериалов, у которых номинальные толщины отличаются на 3 мм. Долю пиломатериалов смежных толщин в партии следует рассчитывать по формулам

$$q_{max}(X_{min}) = \left( 0,5 - F \frac{X_{дн} - \bar{X}_{min}}{\sigma_{X_{min}}} \right) \cdot 100 \%;$$

$$q_{min}(X_{max}) = \left( 0,5 - F \frac{X_{дв} - \bar{X}_{max}}{\sigma_{X_{max}}} \right) \cdot 100 \%,$$

где  $X_{дв}$ ,  $X_{дн}$  — допускаемые верхние и нижние значения толщины пиломатериалов соответственно меньшей и большей смежной толщин.

Следуя предложенной методике, по показателю «толщина пиломатериала» мы оценивали три партии досок транспортной влажности: 1) толщиной 22 мм в количестве 100 шт.; 2) толщиной 22 мм в количестве 50 шт.; 3) толщиной 19 мм в количестве 50 шт. Толщину измеряли штангенциркулем с погрешностью 0,05 мм на протяжении всей длины доски. Из множества экспериментальных значений толщин на одной доске выбирали  $X_{min}$  и  $X_{max}$ . Полученные значения толщин обрабатывали по следующим вариантам.

1-й вариант. По полученным рядам значений  $X_{min}$  и  $X_{max}$  доски в партиях забракованы на три группы: годные, дефектные по минимуму, дефектные по максимуму; определена доля дефектных досок в партиях. Из группы досок, дефектных по максимуму, забракованы доски, попадающие в поле допуска смежной номинальной толщины, и определена доля их в партии. Полученные значения приняты за оценки действительного уровня дефектности пиломатериалов в партии  $\tilde{q}_d$  и доли пиломатериалов смежной толщины.

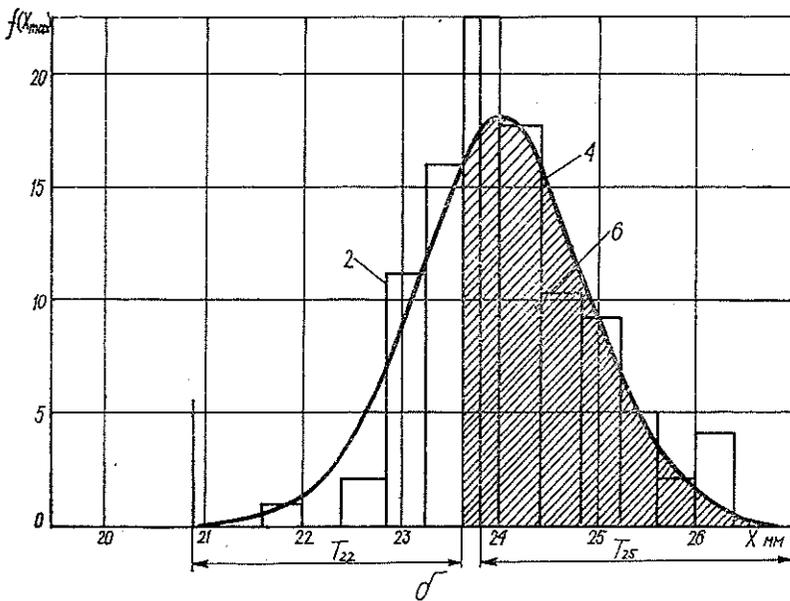
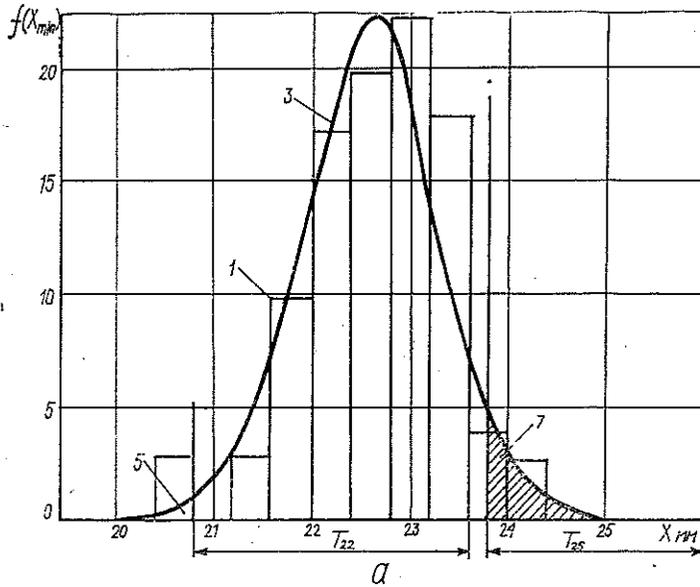
2-й вариант. По полученным рядам значений  $X_{min}$  и  $X_{max}$  вычислены  $\bar{X}_{min}$ ,  $\bar{X}_{max}$ ,  $\tilde{\sigma}_{X_{min}}$ ,  $\tilde{\sigma}_{X_{max}}$ ,  $q_{min}(X_{min})$ ,  $q_{max}(X_{min})$ ,  $q_{max}(X_{max})$  и  $q$  по приведенным выше формулам.

В качестве оценки метода выбрана относительная погрешность определения общего уровня дефектности

$$\Delta = \frac{q - \tilde{q}_d}{\tilde{q}_d} \cdot 100 \%,$$

а также абсолютная погрешность определения уровня дефектности по минимуму, по максимуму, общего уровня дефектности и доли пиломатериалов смежной толщины. Данные сведены в таблицу и представлены на рис. а, б.

Анализ полученных данных позволил заключить, что модуль абсолютной погрешности определения уровня дефектности по минимуму не превысил 3,5 %, доли пиломатериалов смежной толщины — 4,4 %, уров-



а, б — кривые  $f(X)$  и гистограммы распределений толщины пиломатериалов, используемых для расчета уровня дефектности. 1, 2 — гистограммы распределений  $X_{min}$ ,  $X_{max}$ ; 3, 4 — кривые распределений  $f(X_{min})$ ,  $f(X_{max})$ ; 5, 6 — уровни дефектности по нижней и верхней границам поля допуска; 7 — доля пиломатериалов смежной номинальной толщины 25 мм;  $T_{22}$  и  $T_{25}$  — поля допуска пиломатериалов толщиной соответственно 22 и 25 мм.

Толщина доски, мм	Количество досок, шт.	Метод определения уровня дефектности	Уровень дефектности, %			Абсолютная погрешность определения уровня дефектности, %			Относительная погрешность определения общего уровня дефектности, %
			по минимуму	по максимуму (в том числе смежной толщины)	общий	по минимуму	по максимуму (в том числе смежной толщины)	общего	
22	100	Разбраковка	3	69(5)	72	-2,5	-2,4(+1,8)	-4,9	6,8
		Расчет	0,5	66,6(6,8)	67,1				
22	50	Разбраковка	8	36(8)	44	-3,5	+4,9(-1,2)	+1,4	3,2
		Расчет	4,5	40,9(6,8)	45,4				
19	50	Разбраковка	0	56(16)	56	+0,6	+2,3(-4,4)	+2,9	5,2
		Расчет	0,6	58,3(11,6)	58,9				

на дефектности по максимуму — 4,9 %; общего уровня дефектности — 4,9 %; относительная погрешность определения общего уровня дефектности находится в пределах 3,2—6,8 %.

Установленные погрешности в определении уровней дефектности обусловлены отличием действительных значений  $\sigma_{X_{min}}$ ,  $\sigma_{X_{max}}$ ,  $q_d$  от вычисленных оценок  $\tilde{\sigma}_{X_{min}}$ ,  $\tilde{\sigma}_{X_{max}}$  и  $\tilde{q}_d$  из-за ограниченного числа наблюдений. Точность расчетов при необходимости можно повысить за счет увеличения последних. Однако практика статистических расчетов показывает, что погрешностями метода можно пренебречь как несущественными и рекомендовать его к использованию в расчетах.

Поступила 22 января 1982 г.

УДК 674.038.3 : 311.216

## ПРОВЕРКА И АДАПТАЦИЯ ПЕРЕВОДНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ ГРУППОВОМ УЧЕТЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Д. Д. МАЦКЕВИЧ, В. А. МАЛЫШЕВ

ВНПОбумпром

Значительные объемы заготовок и потребление лесоматериалов на предприятиях Минлесбумпрома обусловили достаточно широкое применение прогрессивных групповых методов учета древесного сырья. Объем  $q$  некоторого измеренного количества лесоматериалов, вне зависимости от принятого метода обмера и учета, можно найти из следующего выражения:

$$q = kf(X, Y, Z), \quad (1)$$

где  $X, Y, Z$  — измеряемые величины;

$k$  — переводной коэффициент, находимый экспериментально и представляющий собой среднее значение из всех частных.

Из-за возможного изменения областей заготовки лесоматериалов, изменения условий их хранения и транспортировки переводной коэффициент необходимо постоянно или, в крайнем случае, периодически проверять. Для проверки набирают частные значения коэффициента  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), соответствующие совокупностям лесоматериалов (пачка, пучок и т. д.). Частные значения представляют собой результат  $n$  последовательных и независимых наблюдений случайной величины  $x$ , подчиняющейся приближенно нормальному закону распределения ве-

роятностей. Для нахождения  $x_i$  отбор совокупностей лесоматериалов следует осуществлять равномерно по мере их поступления.

Если найденные на выборках при проверке значения  $x_i$  статистически значимо отличаются от применяемых коэффициентов, то с этого момента обычно применяют новые уточненные значения. Однако для обеспечения репрезентативности новых значений выборка должна быть достаточно большой. Процедура проверки и адаптации коэффициентов менее трудоемка и значительно проще, если использовать для этой цели статистический метод последовательного анализа, предложенный Вальдом [3].

Применительно к оценке среднего нормально распределенной случайной величины  $x$  метод последовательного анализа заключается в том, что в качестве основной гипотезы принимают коэффициент  $x_1$ , а в качестве альтернативной — значение  $x_2$ , причем  $x_2 > x_1$ . При заданной дисперсии  $\sigma^2$  строят две прямые по уравнениям

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{\sigma^2}{x_2 - x_1} \ln \frac{1 - \beta}{\alpha} + \left( \frac{x_2 + x_1}{2} \right) n; \\ y_2 &= \frac{\sigma^2}{x_2 - x_1} \ln \frac{\beta}{1 - \alpha} + \left( \frac{x_2 + x_1}{2} \right) n, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\alpha$  — вероятность ошибочного отбрасывания;

$\beta$  — вероятность ошибочного принятия этой гипотезы.

Далее по мере измерений накопительно суммируют значения  $x_i$  и точки  $\sum_{i=1}^n x_i$  откладывают в системе координат  $(n, \sum_{i=1}^n x_i)$ . Как только эти точки выйдут за пределы поля между прямыми  $y_1 = f_1(n)$  и  $y_2 = f_2(n)$  и если  $\sum_{i=1}^n x_i \leq y_2$ , то принимают основную гипотезу, а если  $\sum_{i=1}^n x_i \geq y_1$ , то принимают альтернативную гипотезу. Если же выполняется неравенство

$$y_1 > \sum_{i=1}^n x_i > y_2, \quad (3)$$

то не принимают ни одну из альтернативных гипотез и продолжают набор данных  $x_i$ .

В случае применения метода последовательного анализа для адаптации переводных коэффициентов при учете лесоматериалов в качестве значений  $x_1$  и  $x_2$  следует принять границы допускаемых отклонений от найденного экспериментально и принятого значения переводного коэффициента  $k = x_0$ . Коэффициент  $k = x_0$  используют до тех пор, пока сумма накопленных значений  $x_i$  не выходит за пределы граничной зоны между  $y_1$  и  $y_2$ . И принимают новое значение переводного коэффициента  $k = x_1$  или  $k = x_2$ , как только  $\sum x_i$  не выйдет за пределы этой зоны соответственно со стороны  $y_1$  или  $y_2$ . При каждом отборе лесоматериалов в контролируемую партию необходимо вычислять не только накопленную сумму  $\sum x_i$ , но и текущие значения  $y_{1i}$  и  $y_{2i}$ . Вычислительные операции можно существенно упростить, если в неравенстве (3) и уравнениях (2) переменную  $x$  выразить через относительную погрешность учета. Действительно, имея в виду равенства

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 (1 + \delta_i); \quad \delta_i = \frac{x_i}{x_0} - 1; \quad \sigma = v x_0; \\ x_1 &= x_0 (1 - \delta_{\text{дон}}); \quad x_2 = x_0 (1 + \delta_{\text{дон}}) \end{aligned} \quad (4)$$

(где  $\delta_i$  — частное значение относительной погрешности,  $v$  — мера изменчивости случайной величины  $x$ ,  $\delta_{\text{доп}}$  — допускаемая относительная погрешность учета партии лесоматериалов), вместо уравнений (2) можно получить следующие выражения:

$$y'_1 = \frac{v^2}{2\delta_{\text{доп}}} \ln \frac{1-\beta}{\alpha}; \quad (5)$$

$$y'_2 = \frac{v^2}{2\delta_{\text{доп}}} \ln \frac{\beta}{1-\alpha}, \quad (6)$$

а вместо неравенства (3):

$$y'_1 > \sum_{i=1}^n \delta_i > y'_2. \quad (7)$$

При известном значении  $v$  и выбранных  $\delta_{\text{доп}}$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  функции  $y'_1$  и  $y'_2$  в уравнениях (5) и (6) не зависят от числа и членов, отобранных в выборку, и графически в системе координат  $(n, \sum \delta_i)$  при  $i = 1, 2, \dots, n$  выражаются прямыми, параллельными оси  $n$ , т. е. для всех коэффициентов  $k$  могут быть установлены единые постоянные допуски в виде  $y'_1$  и  $y'_2$  на накопленную сумму относительных погрешностей  $\delta_i$ . При выходе этой суммы за пределы допуска используемое значение коэффициента должно изменяться (адаптироваться) в соответствующую сторону на поправку, в качестве которой рационально принять систематическую составляющую относительной погрешности учета, примерно равную  $\frac{1}{3}\delta_{\text{доп}}$ . Другое значение переводного коэффициента  $k_1 = k_0 + \frac{1}{3}\delta_{\text{доп}}$  или  $k_2 = k_0 - \frac{1}{3}\delta_{\text{доп}}$ . Далее начинается новое накопительное суммирование относительных погрешностей  $\delta_i$ , получаемых на контрольных выборочных единицах с использованием уже другого переводного коэффициента  $k_1$  (или  $k_2$ ) до нового выхода суммы за пределы допуска. Следовательно, на малых систематически отбираемых контрольных выборках ведется непрерывная проверка и периодическая адаптация переводного коэффициента. Из уравнений (5) и (6), так же как и из выражений (2), видно, что чем больше мера изменчивости  $v$  (или что то же дисперсия  $\sigma^2$ ), тем дальше отстоят друг от друга граничные прямые  $y_1$  и  $y_2$ , и вести набор контрольных единиц в выборку придется для подтверждения любой из гипотез. Аналогично сказывается и уменьшение допуска  $\delta_{\text{доп}}$  в уравнениях (5) и (6).

Ранее многочисленными исследователями установлено, что мера изменчивости частных значений условного удельного объема лесоматериалов составляет от 3 до 7%. В качестве допуска на относительную погрешность учета лесоматериалов следует принять 3% (величина указана в отраслевых стандартах на групповые методы учета круглых лесоматериалов). В уравнения (5) и (6) можно подставить  $v = 0,03$  и  $\delta_{\text{доп}} = 0,03$ .

В работе [1] получено выражение, связывающее доверительную вероятность  $P$  нахождения погрешности учета в пределах допуска  $\delta$ , удельные затраты на контрольный обмер лесоматериалов  $k_{3,y}$  и удельную стоимость лесоматериалов  $C$ :

$$\sup P = 1 - \frac{1}{1 + \frac{C\delta}{k_{3,y}}}. \quad (8)$$

Если считать  $\alpha$  и  $\beta$  равными друг другу и учесть, что  $P = 1 - \alpha$ , то из уравнения следует

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{C\delta}{k_{з.у}}}. \quad (9)$$

Принимая  $C = 18,7$  р./м<sup>3</sup>, регламентированный допуск на погрешность учета лесоматериалов 3 %, т. е.  $\delta = 0,03$ , а также используя удельные затраты на контрольный обмер (полученный для условий ручного обмера по ГОСТу 2292—74)  $k_{з.у} \approx 0,02$  р./м<sup>3</sup>, можно принять  $\alpha = \beta \approx 0,03$ . Подставляя принятые значения в уравнения (5) и (6), получим неравенство (7) в простейшем виде:

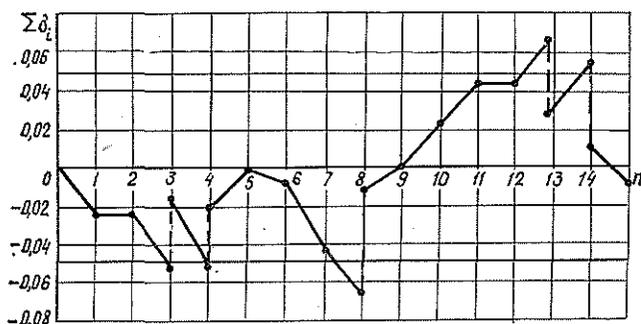
$$0,05 > \sum_{i=1}^n \delta_i > -0,05. \quad (10)$$

Следовательно, метод последовательного анализа для адаптации коэффициентов при учете лесоматериалов заключается в накопительном суммировании относительных погрешностей, получаемых на малых контрольных выборках [2], а при каждом выходе накопленной суммы за пределы допуска (10) — в корректировке используемого значения коэффициента на величину  $\frac{1}{3} \delta_{\text{доп}}$ . После корректировки накопительное суммирование относительных погрешностей начинается сначала и продолжается до нового выхода суммы за пределы допуска (10) и до очередной корректировки.

Таблица проверки и адаптации переводного коэффициента

Порядковый номер вагона, попавшего в случайную выборку	Частное значение условного удельного объема $x_i$	Применяемое значение переводного коэффициента $k_0$	Относительная погрешность $\delta_i$	$\sum_{i=1}^n \delta_i$
1	1,14	1,17	-0,026	-0,026
2	1,17	1,17	0	-0,026
3	1,14	1,17/1,16	-0,026/-0,017	-0,052/-0,017
4	1,12	1,16/1,15	-0,034/-0,026	-0,051/-0,026
5	1,18	1,15	+0,026	0
6	1,14	1,15	-0,009	-0,009
7	1,11	1,15	-0,035	-0,044
8	1,12	1,15/1,14	-0,026/-0,018	-0,070/-0,018
9	1,16	1,14	+0,018	0
10	1,17	1,14	+0,026	+0,026
11	1,16	1,14	+0,018	+0,044
12	1,14	1,14	0	+0,044
13	1,18	1,14/1,15	+0,035/+0,026	+0,079/+0,026
14	1,18	1,15/1,16	+0,026/+0,017	+0,052/+0,017
15	1,13	1,16	-0,026	-0,009

В таблице дан пример применения метода последовательного анализа для проверки переводного коэффициента при весовом учете при опробовании на Котласском ЦБК с равномерным отбором в течение года ж.-д. вагонов с лесоматериалами в выборку [2] для балансов лиственных пород IV сорта. Из таблицы и рисунка видно, что для такого изменчивого вида лесоматериалов, как лиственные балансы IV сорта, потребовалась пятикратная корректировка переводного коэффициента. Эта корректировка при малых трудозатратах на обмер контрольной



Геометрическая интерпретация проверки и адаптации переводного коэффициента.

выборки не требует трудозатрат на экспериментальное определение нового коэффициента и, как показано в итоге таблицы, для выборочной партии позволяет уменьшить систематическую погрешность учета до 0,17 % по сравнению с погрешностью 1,8 %, получаемой при использовании начального значения коэффициента без его адаптации.

Таким образом, метод последовательного анализа в изложенной модификации позволяет существенно упростить процедуру адаптации переводных коэффициентов, обеспечить достаточно быструю реакцию процесса адаптации на изменение характеристик партий лесоматериалов и дать необходимую точность их учета.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мацкевич Д. Д. О доверительной вероятности оценки объемов при учете лесоматериалов. — В кн.: Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса: Межвуз: сб. науч. тр. Л., 1980, вып. 9, с. 71—75. [2]. Мацкевич Д. Д., Вьюков Б. Е., Малышев В. А. Весовой учет древесного сырья. — Бум. пром-сть, 1979, № 6, с. 28—29. [3]. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. — М.: Наука, 1971. — 576 с.

Поступила 14 мая 1982 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 66.026 : 661.728.6.001.24

**РАСЧЕТ СИЛ ТРЕНИЯ  
ПРИ ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ  
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ СУСПЕНЗИЙ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ***С. Н. МОКРОВСКИЙ, А. И. КИПРИАНОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Создание методики расчета потерь напора на трение для массопроводов повышенной концентрации (выше 6 %) представляет собой продолжение работ по изучению процесса гидротранспорта волокнистых суспензий [3, 5, 9]. Вопросы увеличения концентрации обрабатываемых и транспортируемых целлюлозных суспензий — перспективное направление развития целлюлозно-бумажного производства [12, 13]. Применение существующих гидродинамических расчетных моделей ограничено диапазоном концентраций до 6 % [6], когда еще возможно относительное движение волокон [10]. Экспериментальные данные по гидротранспорту целлюлозных суспензий высокой концентрации наиболее полно и подробно изложены в работе [11].

Для описания движения целлюлозных масс повышенной концентрации нужен иной подход, чем для разбавленных волокнистых суспензий. Это видно хотя бы из того факта, что образцы целлюлозной массы концентрацией выше 6 % не обладают основным свойством жидкостей — текучестью — и способны сохранять заданную им форму. У таких суспензий поведение жидкой фазы играет второстепенную роль, существенным становится взаимодействие твердых частиц друг с другом и со стенками. Для описания свойств целлюлозных суспензий повышенной концентрации больше всего подходят модели и методы механики грунтов [4].

Своеобразие поведения волокнистых суспензий повышенных концентраций заключается в том, что твердые частицы образуют пространственный каркас, который становится все более прочным по мере увеличения концентрации волокна. За счет этого характерными являются пробочный режим, при котором нет относительного смещения волокон по сечению трубопровода и наблюдается скольжение волокнистой пробки по стенкам, а также режим, при котором пристенный слой скатывается в жгуты, вращающиеся между волокнистой пробкой и стенкой.

Для расчета этих режимов целесообразно использовать теорию трения, поскольку потери напора определяются только взаимодействием на границе волокнистой пробки со стенкой и существующие методики определения потерь напора при гидротранспорте концентрированных минеральных суспензий [14] не годятся. Как показано в работе [7], для описания пристенного скольжения разнообразных дисперсных систем можно пользоваться линейным двучленным уравнением:

$$\tau = f(\sigma + \sigma_0), \quad (1)$$

где  $\tau$  — касательные напряжения сил трения;  
 $f$  — коэффициент трения;

$\sigma$  — нормальное давление;  
 $\sigma_0$  — постоянная, зависящая только от свойств соприкасающихся поверхностей.

Зависимость напряжения сил трения от скорости определяется уравнением

$$\tau = \tau_0 + kv^n, \quad (2)$$

где  $\tau_0 = \lim_{v \rightarrow 0} \tau$ ;

$k, n$  — постоянные для данного вида контактирующих материалов;  
 $v$  — скорость скольжения.

Значения  $f, \sigma_0, k, n$  можно измерить, используя известные устройства для определения сил трения дисперсных материалов, например грунтов. Так, для определения зависимости сил трения от скорости удобно пользоваться устройством, аналогичным по конструкции описанному в работе [1].

Например, при трении образца небеленой сульфитной целлюлозы о гладкие стеклянные стенки получены следующие величины, входящие в уравнение (2):

при концентрации  $X = 3\%$   $\tau_0 = 12$  Па,  $k = 52$  Па (м/с) $^{-n}$ ,  $n = 0,51$ ;

при  $X = 10\%$   $\tau_0 = 396$  Па,  $k = 42$  Па (м/с) $^{-n}$ ,  $n = 0,56$ ;

при  $X = 17\%$   $\tau_0 = 2135$  Па,  $k = 115$  Па (м/с) $^{-n}$ ,  $n = 0,54$ .

Как видим,  $\tau_0$  сильно зависит от концентрации суспензии, тогда как  $k$  и  $n$  меняются слабо. При концентрациях порядка 3% рост  $\tau$ , за счет увеличения скорости до 1 м/с, сравним с  $\tau_0$  при концентрациях порядка 6%;  $kv^n \ll \tau_0$ , поэтому для большинства практических задач можно пренебречь изменением касательных напряжений сил трения целлюлозных суспензий повышенной концентрации при увеличении скорости.

Эксперименты показали, что величины  $f$  и  $\sigma_0$  мало меняются при изменении концентрации. Их значения можно определить, обрабатывая результаты измерений потерь напора на трение в трубопроводах.

Для расчетов по уравнению (1) принципиально важно определить нормальное давление волокнистого каркаса на стенки. В механике грунтов для этой цели широко используют коэффициент бокового давления  $\xi$  [8], устанавливающий соотношение между осевым  $p$  и боковым  $\sigma$  давлениями:

$$\sigma = \xi p. \quad (3)$$

Результаты опытов по определению  $\xi$  для целлюлозных суспензий по методике, применяемой в механике грунтов, приведены на рис. 1.

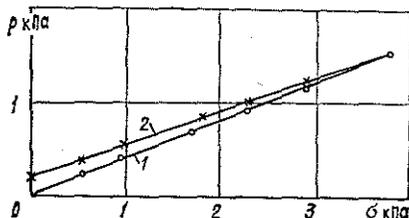


Рис. 1. Зависимость бокового давления  $p$  на стенки трубы от осевого давления  $\sigma$  для волоконного каркаса целлюлозной суспензии.

1 — при компрессии; 2 — при декомпрессии.

При увеличении осевого давления на образец полубеленой хвойной сульфитной целлюлозы концентрация возросла от 2 до 9%,  $\xi = \text{const} = 0,42$ . С уменьшением осевого давления концентрация понизилась до 6%,  $\xi = 0,36$ ; при  $p = 0$  боковое давление  $\sigma = 224$  Па. После приложения к суспензии осевой нагрузки через перфорированный поршень в начальный момент времени она воспринимается несжимаемой диспер-

сионной фазой и лишь по мере оттока жидкости из зоны повышенного давления под поршнем и сжатия волокон нагрузку воспринимает волокнистый каркас. Продолжительность стабилизации давления жидкости в образце определяется его фильтрационными свойствами, размерами и площадью поверхности, с которой происходит отток жидкости.

При гидротранспорте целлюлозных суспензий в установившемся режиме по длинному трубопроводу осевое давление, создаваемое насосом, также воспринимается несжимаемой водной дисперсионной средой. Если же осевое давление приложено к волокнистому каркасу, то силы трения зависят от создаваемого насосом осевого давления:

$$\tau = f(\xi p + \sigma_0).$$

Условия равновесия движущегося с постоянной скоростью элемента суспензии, с учетом этой зависимости, имеют вид:

$$dpS = -f(\xi p + \sigma_0) dF, \quad (4)$$

где  $S$  — площадь сечения трубы;

$F$  — площадь контакта образца суспензии со стенкой.

Интегрируя уравнение (4) с граничным условием  $p = p_n$  при  $z = 0$  (где  $p_n$  — давление, создаваемое насосом), можно найти распределение давления по длине круглой трубы диаметром  $D$  в направлении оси  $z$ :

$$p(z) = \frac{\xi p_n + \sigma_0}{\xi} \exp\left(-\frac{4f\xi z}{D}\right) - \frac{\sigma_0}{\xi}. \quad (5)$$

На основании расчетов по формуле (5) легко убедиться, что начальное давление  $p_n$  резко падает по длине трубы, так что на длине в несколько диаметров  $p(z) \rightarrow 0$ . Поэтому уравнение (5), по существу, описывает процесс забивания трубы массой.

Следовательно, на волокнистый каркас целлюлозной суспензии при движении по длинной трубе в установившемся режиме не действует осевая нагрузка, а давление волокон на стенки определяется свойствами целлюлозной массы. Целлюлозная суспензия повышенной концентрации — структура с ограниченным объемом [2], в которой резко выражены явления дилатансии, т. е. однородной деформации всестороннего объемного расширения высококонцентрированных дисперсных систем. Связь между концентрацией и давлением нагрузки устанавливается компрессионными свойствами целлюлозных суспензий

$$X = Mp^N, \quad (6)$$

где  $M$  и  $N$  — коэффициенты, зависящие от вида целлюлозы.

Давление ненагруженной волокнистой суспензии на стенки можно найти из опытов по определению коэффициентов бокового давления массы (рис. 1), когда после полного снятия нагрузки каркас продолжает оказывать давление на стенки. Результаты опытов по определению этого давления в зависимости от концентрации суспензии приведены на рис. 2, из которого видно, что боковое давление на стенки, при отсутствии нагрузки, связано с компрессионными свойствами целлюлозных суспензий:

$$\sigma = \lambda \left(\frac{X}{M}\right)^{1/N}, \quad (7)$$

где  $\lambda$  — постоянный коэффициент.

Для расчетов по закону (1) можно использовать как результаты измерений бокового давления, так и хорошо изученные компрессионные

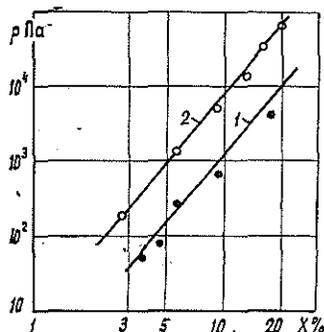


Рис. 2.

1 — зависимость давления  $p$  на стенке трубы после снятия осевой нагрузки от концентрации целлюлозной суспензии; 2 — компрессионная зависимость для того же вида целлюлозы.

свойства целлюлозных суспензий, установив значение коэффициента  $\lambda$ . Как показали результаты предварительных опытов, коэффициент  $\lambda$  слабо зависит от вида целлюлозы.

После подстановки соотношения (7) уравнение (1) принимает вид

$$\tau = f \left[ \lambda \left( \frac{X}{M} \right)^{1/N} + \sigma_0 \right], \quad (8)$$

откуда

$$\Delta p = \frac{4fL}{D} \left[ \lambda \left( \frac{X}{M} \right)^{1/N} + \sigma_0 \right], \quad (9)$$

где  $\Delta p$  — потери напора на трение;  
 $L$  — длина трубы.

Режим движения, при котором волокнистая пробка движется по жгутам, как показали опыты, наступает при определенной скорости вне зависимости от концентрации массы; так, для полубеленой сульфитной хвойной целлюлозы скорость  $v_k = 0,18$  м/с при скольжении по гладкой стеклянной поверхности.

Опыты на установке, аналогичной описанной в работе [1], показали, что в начальный момент времени, когда происходит разрушение пристенного слоя, силы трения возрастают до 15 %, а после образования жгутов они падают на 10 %. Однако измерения на трубопроводах показали, что при движении массы повышенной концентрации смена

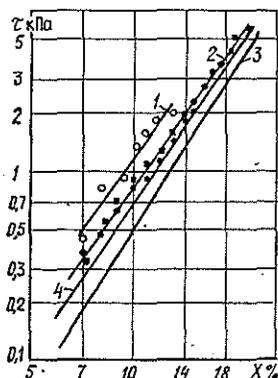


Рис. 3. Зависимость касательных напряжений сил трения  $\tau$  от концентрации  $X$  транспортируемой целлюлозной суспензии.

1, 2 — экспериментальные данные из работы [5]; 3 — расчет по уравнению (8) для движения kraft-целлюлозы по гладкой стеклянной трубе; 4 — расчет для движения полубеленой хвойной сульфитной целлюлозы по гладкой стальной трубе.

режимов мало влияет на силы трения на стенках. По-видимому, это объясняется, главным образом, тем, что боковое давление на стенки определяется взаимодействием волокон в объеме пробки и не меняется при смене режимов.

На рис. 3 приведены результаты расчета по формуле (8) касательных напряжений сил трения для случаев скольжения крафт-целлюлозы по гладкой стеклянной поверхности ( $f = 0,53$ ,  $\sigma_0 = 24$  Па,  $M = 5,6$  кПа<sup>-N</sup>,  $N = 0,34$ ,  $\lambda = 0,16$ ) и для движения полубеленой сульфитной хвойной целлюлозы по гладким стальным стенкам ( $f = 0,61$ ,  $\sigma_0 = 115$  Па,  $M = 5,6$  кПа<sup>-N</sup>,  $N = 0,34$ ,  $\lambda = 0,16$ ). Результаты расчета сравнены с экспериментальными данными из работы [5]. Можно отметить удовлетворительное совпадение расчетных данных с данными из работы [5]. Это указывает на обоснованность предлагаемой методики расчета, принципы которой можно сформулировать в следующем виде.

1. Потери напора при гидротранспорте целлюлозных суспензий повышенной концентрации обусловлены трением волокнистого каркаса о стенки трубы.

2. Боковое давление каркаса на стенки не зависит от создаваемого насосом осевого давления, а обусловлено свойствами целлюлозной массы.

3. Нормальное давление волокон на стенки связано с компрессионными свойствами целлюлозных суспензий.

4. При смене режимов движения значение сил трения и характер их изменения практически не меняются.

Можно надеяться, что после учета ряда дополнительных факторов, таких как пристенная фильтрация жидкости, возможность ее отвода на конечных участках трубы и так далее, предлагаемая методика даст возможность с большей точностью рассчитывать потери напора и описывать явления, происходящие при гидротранспорте целлюлозных суспензий повышенной концентрации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 641328 (СССР). Устройство для определения сил трения/ Л. А. Хмара, В. С. Лаздон, В. И. Баловнев, А. Б. Ермилов. — Оpubл. в Б. И., 1979, № 1. [2]. Ефремов И. Ф. Периодические коллоидные структуры. — Л.: Химия, 1971. — 192 с. [3]. Киприанов А. И., Бурба П. К. Об эффективной вязкости движущегося потока волокнистой массы. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 6, с. 101—105. [4]. Кугушев И. Д. Теория процессов обезвоживания на бумагоделательных машинах: Дис. . . д-ра техн. наук. — Л.: ЛПИ, 1961. — 331 с. [5]. Реологическая модель волокнистой суспензии древесного происхождения/ Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов, М. А. Сидоров, Ю. В. Храмов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 2, с. 125—128. [6]. Терентьев О. А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 248 с. [7]. Толстой Д. М. Скольжение жидкостей и дисперсных систем по твердым поверхностям. — В кн.: Сборник, посвященный памяти академика П. П. Лазарева. М.: АН СССР, 1956, с. 159—221. [8]. Флорин В. А. Основы механики грунтов. Т. 1. — М.—Л.: Госстройиздат, 1959. — 358 с. [9]. Храмов Ю. В. Исследование процессов перемешивания и гидротранспорта волокнистых суспензий целлюлозно-бумажного производства: Дис. . . канд. техн. наук. — Л.: ЛТА, 1975. — 164 с. [10]. Armstrong R. C., Dinh S. M. Rheology of concentrated suspensions on long fibers. — Journal of rheology, 1981, v. 25, N 4, p. 463. [11]. Duffy G. G., Longdill, Lee P. F. W. High-consistency flow of pulp suspensions in pipes. — Tappi, 1978, v. 61, N 8, p. 85—88. [12]. Gullichsen J., Harkonen E. Medium consistency technology. I. Fundamental data. — Tappi, 1981, v. 64, N 6, p. 69—72. [13]. Kallmes O. G. On revolutionizing the papermaking process. — Tappi, 1981, v. 64, N 11, p. 7. [14]. Mollerer O., Wellmann P. A new concept for the calculation of pressure drop with hydraulic transport of solids in horizontal pipes. — Chemical engineering science, 1981, v. 36, N 10, p. 1623—1632.

УДК 628.336.4.001.4

**КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА  
СЕРНОКИСЛЫМ АЛЮМИНИЕМ**Н. И. БОГДАНОВИЧ, Ю. И. ЧЕРНОУСОВ, Е. Д. ГЕЛЬФАНДАрхангельский лесотехнический институт  
ВНПОбумпром

Общепринятый метод подготовки активного ила (АИ) к обезвоживанию на станциях БОПС ЦБП — обработка минеральными коагулянтами (кондиционирование) перед подачей на вакуум-фильтры. Из минеральных коагулянтов лишь хлорное железо в сочетании с известью обеспечивает, по имеющимся данным, водоотдачу, достаточную для применения отечественного фильтровального оборудования. Однако ориентация на хлорное железо привела к значительному удорожанию процесса водоочистки, во-первых, из-за высокой стоимости реагента, во-вторых, ввиду постоянно возникающих затруднений при приготовлении и транспортировке агрессивных растворов. Кроме того, присутствие в обезвоженном иле больших количеств извести практически исключает возможность регенерации коагулянта, а присутствие хлорида железа усугубляет хлорную коррозию газопроводов при последующем сжигании.

Из литературных источников [3—8] известно, что наряду с хлорным железом для обработки осадков перед обезвоживанием применяют и другие минеральные коагулянты, в том числе содержащие сернокислый алюминий (СА) [5—8]. В последнем случае параметры, характеризующие обезвоживание, значительно улучшаются, однако остаются ниже, чем для АИ с хлорным железом. Вместе с тем применение СА для кондиционирования осадков сточных вод ЦБП представляет несомненный интерес ввиду имеющегося опыта работы с данным реагентом в основном производстве и наличия возможности для создания на крупных предприятиях единого реагентного хозяйства.

Цель настоящего исследования — изучить влияние органических наполнителей, вводимых в АИ перед обезвоживанием, на процесс фильтрации после обработки СА и известью. При этом исходили из предположения, что вводя в АИ присадочные материалы (к которым мы отнесли и осадки первичных отстойников), можно в значительной мере регулировать водоотдачу, приближая ее к значениям при обработке хлорным железом.

Опыты проводили на избыточном активном иле второй степени биологической очистки станции БОПС Архангельского ЦБК. О фильтруемости ила после реагентной обработки судили по значениям удельного сопротивления  $r$  и коэффициента  $K$ . Последний вводили, чтобы сравнить результаты с данными базового опыта с хлорным железом. Коэффициент  $K$  характеризует, во сколько раз удельное сопротивление осадка, обработанного СА, выше, чем в опыте сравнения. Дозировки хлорного железа  $n$  известны в расчете на СаО в опыте сравнения составляли соответственно 10 и 30 % по отношению к сухим веществам ила.

На рис. 1 графически представлены опытные зависимости, характеризующие влияние СА на удельное сопротивление АИ с различным содержанием скопа (инертного наполнителя). При увеличении содержания скопа фильтруемость АИ после обработки СА возрастает (удельное сопротивление снижается) и приближается к фильтруемости ила в опыте

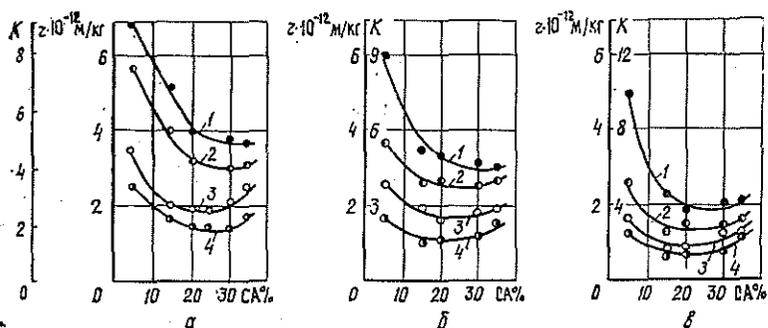


Рис. 1. В вариантах *а, б, в* отношение скопа к АИ равно 0,0; 0,5; 1,0 соответственно. Дозировки СаО равны 15 % (кривая 1), 23 (2), 30 (3) и 38 % (кривая 4).

сравнения. Об этом свидетельствует изменение коэффициента  $K$ , значение которого стремится к единице.

Для получения сравнимых результатов в опытах (рис. 1) скоп вводили в АИ в виде суспензии, содержащей 24,6 г/л сухого волокна. Учитывая, что и концентрация активного ила равнялась 24,6 г/л, содержание сухих веществ при смешении осадков оставалось постоянным. Поэтому влияние разбавления на удельное сопротивление и коэффициент  $K$  исключалось.

Дозировка СА, оптимальная для фильтруемости АИ, составляет 20—25 % от сухих веществ осадка и несколько снижается при вводе скопа. Известь благоприятно влияет на фильтруемость во всем интервале дозировок. Однако дальнейшее увеличение количества данного реагента вряд ли можно считать целесообразным из экономических соображений. Вместе с тем необходимо отметить, что даже в лучших опытных точках фильтруемость смеси ила со скопом (соотношение 1 : 1) на 20—25 % ниже, чем в опыте сравнения. Лишь при обезвоживании осадков, содержащих большее количество волокна (например, осадков первичных отстойников и их смесей с АИ), исследуемая система реагентов может представлять определенный интерес.

Введение присадочных материалов в АИ обычно повышает расход реагентов при обработке, так как дозировки последних уменьшаются незначительно, а общее количество сухих веществ, подлежащих кондиционированию, увеличивается в 2 раза и более. Можно высказать предположение, что затраты реагентов зависят не только от массы сухих веществ осадка, но и от их свойств, в частности, от дисперсного состава введенного инертного материала. С уменьшением размера частиц материала расход реагентов должен возрастать по причине увеличения поверхности реагирования.

С целью выяснения вопроса о характере влияния измельчения наполнителя на параметры обезвоживания нами поставлен эксперимент, результаты которого представлены на рис. 2. В опытах данной серии в качестве наполнителя использовали гидролизный лигнин, введенный в количестве 100 % от сухих веществ АИ и измельченный на вибромельнице (вариант *а*), а также фракции 1—2 мм (вариант *б*).

Из рис. 2 следует, что использование лигнина вибропомол в качестве наполнителя ухудшает фильтруемость, в то время как фракция 1—2 мм несколько ее улучшает. Одновременно с улучшением фильтруемости в последнем случае уменьшаются и дозировки СА, необходимые

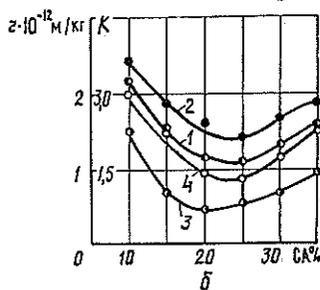
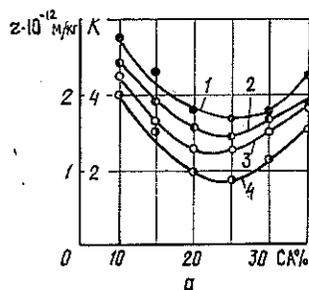


Рис. 2. Влияние СА на удельное сопротивление АИ, содержащего гидролизный лигнин (кривые 1, 3) и без лигнина (кривые 2, 4); дозировки СаО равны 30 % (1, 2) и 35 % (3, 4).

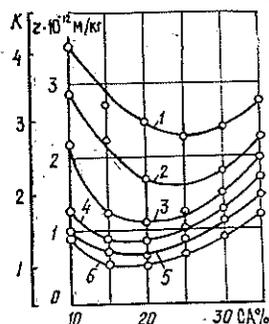


Рис. 3. Влияние СА на удельное сопротивление АИ, предварительно обработанного хлорным железом; дозы хлорного железа и СаО соответственно равны 0 и 30 % (кривая 1); 0 и 35 (2); 3 и 30 (3); 3 и 35 (4); 5 и 30 (5); 5 и 35 % (6).

для обеспечения оптимальных параметров обезвоживания. Однако общие затраты реагента даже в благоприятной ситуации значительно возрастают, так как дозы их в лучшем случае уменьшаются на 20—25 %, в то время как общее количество сухих веществ, учитываемых при расчете дозировок, возрастает вдвое. Следовательно, смешение АИ с материалами, не входящими в осадки, потребует значительного повышения общего расхода реагентов, что вряд ли целесообразно.

На заключительном этапе исследования с целью изучения возможности уменьшить затраты реагентов реализована серия опытов, в которых АИ последовательно обрабатывали СА и хлорным железом. Учитывая специфические свойства названных коагулянтов, мы ожидали при этом проявление синергического эффекта. Явление синергизма при коагуляции имеет место и используется для получения смешанных коагулянтов [1, 2].

Результаты экспериментального исследования представлены на рис. 3 в виде кривых, аппроксимирующих опытные точки. Характер расположения опытных точек свидетельствует в пользу высказанных выше предположений. Действительно, последовательная обработка осадка разнотипными коагулянтами приводит к взаимному усилению их влияния на процесс кондиционирования, причем увеличение дозировок хлорного железа до 5 % не только уменьшает в оптимальных условиях расход СА до 15 %, но и приближает параметры обезвоживания к опыту сравнения ( $K = 1$ ).

### Выводы

1. Удельное сопротивление АИ, обработанного СА и известью в условиях оптимальных дозировок реагентов, примерно в два раза выше, чем при обработке хлорным железом и известью.

2. Введение в АИ осадка первичных остойников (скопа) улучшает фильтруемость, делая ее сравнимой с фильтруемостью для АИ с хлорным железом и одновременно уменьшая дозировки СА на обработку.

3. Инертные наполнители, вводимые в АИ для интенсификации обезвоживания, приводят к увеличению общих затрат реагентов. Применение сильно измельченных инертных материалов в качестве присадочных нежелательно, так как параметры обезвоживания при этом ухудшаются и резко возрастают затраты реагентов.

4. Последовательная обработка АИ разнотипными коагулянтами (в частности, хлорным железом и СА) позволяет интенсифицировать обезвоживание и уменьшить расход коагулянтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бабенков Е. Д. Очистка воды коагулянтами. — М.: Наука, 1977, с. 76.  
[2]. Ткачев К. В., Запольский А. К., Камль Ю. К. Технология коагулянтов. — Л.: Химия, 1978, с. 38. [3]. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. — М.: Стройиздат, 1975. [4]. Bedin I. Techn. mod., 1973, 65, N 1, 46—50. [5]. Eriksson G., Lindfors L.—G. Water, 1976, 32, N 2, 139—149. [6]. Tenney M. W., Echelberger W. E., Coffey J. J. — Water Pollut Contr. Fed., 1970, 42, N 2, part 2, R1—R20, 113, 116, 118, 121. [7]. Water and Waster Treat, 1977, 20, N 9, 36. [8]. Westerhoff G. P., Daly M. P. — J. Amer. Water Works Assoc, 1974, 66, N 4, 379—384.

Поступила 6 апреля 1982 г.

УДК 674.04

### РАЗМЕЩЕНИЕ ПОЛИМЕРА В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ СМОЛАМИ

А. Ф. РАЗУМОВА, В. Н. ТВЕРДОХЛЕБОВА, В. В. ЮШКОВ

Сибирский технологический институт

Для консервирования и укрепления деградированной древесины археологических находок и музейных экспонатов все чаще используют синтетические смолы [2]. Так, например, считают [4], что лучший консервирующий агент для светлых тонкостенных изделий — низкомолекулярные продукты конденсации мочевины и формальдегида. При пропитке эти продукты способны проникать в клеточные стенки, что является важнейшим условием для стабилизации формы и размеров древесины [1]. Но наряду с положительными качествами (хорошо проникают в древесину, неограниченно растворяются в воде и т. д.) они имеют ряд отрицательных свойств, основные из которых заключаются в том, что низкомолекулярные продукты конденсации мочевины и формальдегида имеют малую жизнеспособность, нестойки при хранении; поэтому их необходимо готовить в лаборатории незадолго до пропитки, а отверждать при температуре выше 100 °С.

Учитывая это, мы попытались подобрать смолу заводского изготовления на основе мочевины и формальдегида, которая обладала бы хорошими пропиточными свойствами и не имела указанных недостатков.

Изучая характеристики мочевиноформальдегидных смол, мы обратили внимание на смолу МФ-17, которая имеет низкую вязкость при высокой концентрации вещества, бесцветна, хорошо смешивается с водой [3]. В отличие от других смол МФ-17 в качестве стабилизирующих добавок содержит диэтиленгликоль и аммиачную воду, поэтому она имеет большую стабильность при хранении и низкую температуру замерзания (от —48 до —50 °С). Кроме того, в составе этой смолы со-



Рис. 1. Проникновение контрольной смолы в заболонь сосны (увелич. в 233 раза).

держится большое количество низкомолекулярных продуктов, которые хорошо проникают в анатомические элементы древесины. В деревообрабатывающей промышленности ее применяют в клеях холодного отверждения. С целью выяснения проникающей способности смолы проведен микроскопический анализ модифицированной древесины сосны.

Образцы изготавливали из здоровой древесины (ядро и заболонь) и деградированной. Для пропитки образцов брали две смолы: низкомолекулярную, приготовленную в лаборатории по методике Белорусского технологического института [4] (назовем ее контрольной), и смолу заводского изготовления МФ-17. Пропитку проводили в ваннах растворами смол 35—37 %-ной концентрации при атмосферном давлении и комнатной температуре.

Для приготовления срезов образцы вымачивали в воде, срезы готовили бритвенным лезвием. Размещение смол в древесине определяли по их локализации в анатомических элементах. Микроскопические исследования выполнены на микроскопе МБИ-6.

Исследования показали, что контрольная смола хорошо проникает в заболонь сосны как в раннюю, так и позднюю зоны (рис. 1). В ранних трахеидах с более крупными полостями и большим количеством окаймленных пор смола располагается на внутренней поверхности полостей. Однако полости трахеид остаются свободными. Большие скопления смолы наблюдаются вокруг окаймленных пор (на рисунке указано стрелками). Такое распределение смолы говорит о том, что поры принимают активное участие в продвижении смолы из одной трахеиды в другую. Полости поздних трахеид, отличающиеся от ранних меньшим объемом, чаще всего заполнены полимером полностью. Встречающиеся смоляные ходы и сердцевинные лучи также содержат смолу.

Смола проникает и в клеточные стенки, размещается во вторичных оболочках. Это предположение подтверждается визуальным наблюдением в микроскоп микросрезов модифицированной и натуральной древесины в проходящем и отраженном свете.

В отличие от заболони ядровая древесина поглощает смолы меньше. Для ранней зоны характерно содержание ее в порах, что можно наблюдать по их темной окраске. Полости трахеид свободные, редко встречаются участки трахеид с небольшим количеством полимера на внутренней поверхности. В поздней зоне полимер находится в полостях трахеид. Смоляные ходы и окружающие их трахеиды заполнены смолой. Подобные наблюдения отмечались ранее [5].

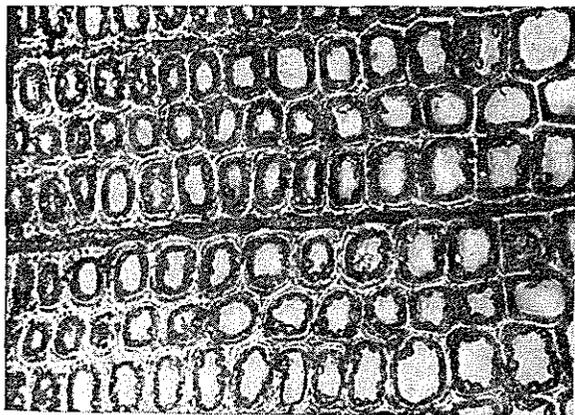


Рис. 2. Микрофотография поперечного среза деградированной древесины сосны, пропитанной низкомолекулярной смолой (увелич. в 233 раза).

Микроскопический анализ показал, что контрольная смола проникает в деградированную древесину лучше, чем в здоровую (рис. 2). Древесина, разрушенная по типу бурой трещиноватой гнили и потерявшая механическую прочность, но сохранившая анатомическую структуру, содержит смолу во всех анатомических элементах. Смола видна в полостях ранних и поздних трахеид на внутренней поверхности стенок. Полностью заполненные полости встречаются очень редко.

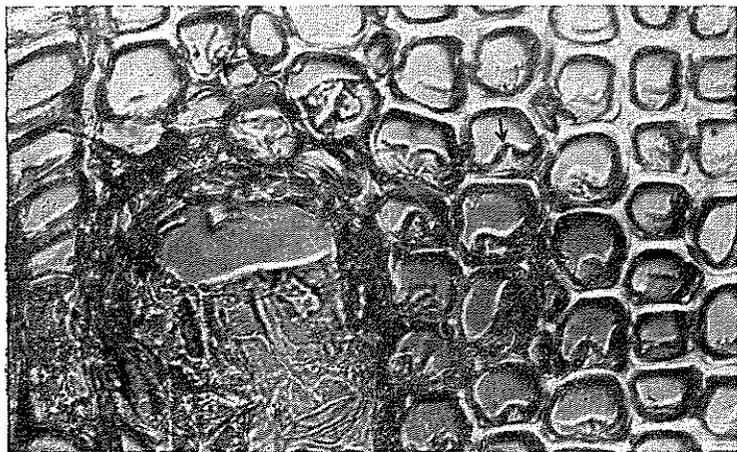


Рис. 3.

Локализация смолы МФ-17 в древесине сосны представлена на рис. 3 (увеличение в 233 раза), из которого видно, что смола подобно контрольной проникает в анатомические элементы древесины, т. е. в смоляные ходы, сердцевинные лучи, в полости трахеид ранней и поздней зон. Однако в отличие от контрольной смола МФ-17 заполняет полости трахеид только со стороны пор, образуя монолитный наплыв или пленку. Полностью заполненные полости встречаются редко, их можно

обнаружить у трахенд, окружающих смоляные ходы и вблизи сердцевинных лучей.

Смола МФ-17 состоит из смеси продуктов разной молекулярной массы. Поэтому можно предположить, что ее низкомолекулярные продукты проникают в стенки клеток, а продукты с большей молекулярной массой — в полости клеток и межклетники.

Характер свечения и лучепреломления в проходящем, поляризованном и отраженном свете говорит о том, что в стенки клеток проникает полимер. Данное предположение подтверждается физико-механическими испытаниями.

Установлено, что прочностные свойства пропитанной древесины повышаются по сравнению с натуральной. Для образцов, пропитанных смолой МФ-17, прочность (сжатие вдоль волокон) составляет 54,5 МПа; для образцов, пропитанных контрольной смолой, — 55,0 МПа; для натуральной древесины — 49,0 МПа. Увеличению прочности способствует полимер, который концентрируется в полостях клеток [2].

Водопоглощение и разбухание модифицированной древесины зависит от содержания полимера в оболочках. Чем больше полимера проникает в стенки клеток, тем меньше разбухание.

У древесины, пропитанной контрольной смолой, водопоглощение составило 132 %, у пропитанной смолой МФ-17 — 88, у натуральной древесины — 152 %. Подобная закономерность наблюдается и при разбухании. Модифицированная смолами древесина разбухает меньше натуральной. Минимальное разбухание у древесины, пропитанной смолой МФ-17; так, в тангентальном направлении оно составляет 4,5 %, в радиальном — 1,8 %; для древесины, пропитанной контрольной смолой — соответственно 7,9 и 3,7 %; для натуральной древесины — 10,9 и 4,7 %.

Анализ деградированной древесины показал, что смола МФ-17 проникает во все анатомические элементы и, в отличие от контрольной смолы, заполняет их по всему объему (рис. 4). Обнаруживается она и в клеточных оболочках.

Следовательно, смола МФ-17 хорошо проникает как в здоровую, так и деградированную древесину. По сравнению с контрольной, низкомолекулярной, смолой, которая пропитывает, в основном, клеточные

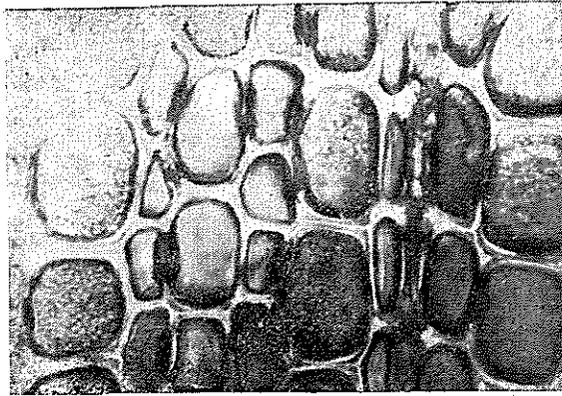


Рис. 4. Поперечный срез деградированной древесины сосны, пропитанной смолой МФ-17 (увелич. в 233 раза).

оболочки и оставляет свободными полости трахеид, смола МФ-17 (особенно для деградированной древесины) проникает и в оболочки, и в полости, т. е. последняя обладает лучшими укрепляющими свойствами.

Учитывая преимущество смолы МФ-17, ее можно рекомендовать для укрепления деградированной древесины музейных экспонатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вихров В. Е. Стабилизация формы и размеров деревянных изделий. — ДАН БССР, 1962, т. I, № 11. [2]. Вихров В. Е. Термохимическая модификация древесины синтетическими смолами. — В кн.: Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1973, с. 9—15. [3]. Доронин Ю. Г., Свиткина М. М., Мирошниченко С. Н. Синтетические смолы в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 208 с. [4]. Казанская С. Ю. Консервирующие составы для деревянных археологических изделий. — В кн.: Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1973, с. 169—173. [5]. Харук Е. В. Анатомическое исследование пропитанной древесины. — В кн.: Исследование в области древесины и древесных материалов. Красноярск, 1967, с. 24—30.

Поступила 25 мая 1982 г.

УДК 62-761 : 674.815-413

### ЛАТЕКСНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ОТ УВЛАЖНЕНИЯ

В. А. ЗОЛОЧЕВСКИЙ, В. М. ХРУЛЕВ

Новосибирский инженерно-строительный институт

Выпускаемые в настоящее время древесностружечные плиты (ДСП) не являются водостойкими, что ограничивает сферу их применения и требует специальных мер по защите от увлажнения.

Известны [1] различные способы защиты плит от увлажнения; наибольший интерес представляют покрытия, наносимые на готовое изделие. Исследованы полимерные покрытия на основе отходов поливинилхлорида, полистиролфурфурольные, полиэтиленовые, эпоксидные. В НИСИ изучали эффективность покрытия ДСП этинолевой эмалью с целью повышения влагостойкости плит, используемых для опалубки. А. П. Берсенева предложил облицовывать плиты сырой резиной, процесс вулканизации которой совмещен с процессом приклейки резины к плитам [4].

Предпочтительны покрытия на основе водных дисперсий полимеров, что обусловлено их доступностью, пожаробезопасностью, удобством применения, экономичностью. В качестве жидких парогидроизоляционных и кровельных материалов широко применяют синтетические латексы. ВНИИстройполимер разработал серию латексных составов марок ЛСГ-905, ЛСГ-127, ЛСП-145, ЛСП-901, обладающих хорошими защитными свойствами. Их недостатки: многокомпонентность состава и использование в качестве пленкообразующей основы смесей латексов. В строительстве широко применяют латекс СКС-65ГП, ежегодный расход которого составляет 1500 т [3].

Однако, как показали исследования сотрудников ВНИИстройполимера, латексные пленки и покрытия не обладают достаточной водостойкостью. Это объясняется, в частности, малой коалесценцией частиц полимера в процессе пленкообразования. Отсюда низкая водостойкость и малая механическая прочность при большом относительном удлинении пленки.

Для повышения физико-механических свойств латексных пленок и покрытий в них вводят различные компоненты: пигменты, наполнители, вулканизирующие агенты, активаторы и ускорители вулканизации, загустители, пластификаторы. Однако многокомпонентные системы не всегда удобны для применения.

Нами разработан двухкомпонентный состав защитного покрытия, включающий пленкообразователь и минеральную добавку, обладающую комплексом ценных свойств, которые улучшают защитные действия латексных пленок в покрытии. Такой добавкой являются пиритные огарки — отход серноокислотных и сульфатцеллюлозных заводов. Ресурсы пиритных огарков в отвалах огромны. Текущее поступление их от всех отраслей промышленности составляет 2,2 млн. т [2].

Мы использовали ДСП заводского изготовления плотностью 650 кг/м<sup>3</sup> на карбамидном связующем КФ-МТ. Расход смолы составляет 8—10 % от массы стружек, толщина плит — 17 мм. Пленкообразователем служил бутадиенстирольный латекс СКС-65ГП Омского завода СК (концентрация — 47 %, вязкость по ВЗ-4 — 12—15 с, водородный показатель — 11). В качестве минеральной добавки использовали пиритные огарки со следующим химическим составом, %: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 63,15; FeO — 6,2; SiO<sub>2</sub> — 12,47; CaO — 6,29; MgO — 1,3; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> — 3,75; п. п. п. — остальное. Тонкость помола огарков по ПСХ-2 — 2500 см<sup>2</sup>/г, плотность — 4,1 г/см<sup>3</sup>. Огарки вводили в латекс в количестве 1—4 % от массы латекса, введение более 4 % огарков ведет к быстрой коагуляции смеси.

Составы с пиритными огарками готовили по следующей технологии. В высушенные огарки вводили порциями по 25—30 мл латекса и тщательно перетирали в фарфоровой ступке до получения однородной массы, затем содержание латекса доводили до 100 мас. ч. и смесь перемешивали в течение 5—10 мин. Условная вязкость готового состава 16—25 с по ВЗ-4.

Для выявления оптимального содержания пиритных огарков нами изучены физико-механические свойства пленок и покрытий. Определяли прочность и относительное удлинение при разрыве пленок, полученных методом отлива на стекле. Пленки выдерживали в течение 24 ч в комнатных условиях, а затем прогревали при 80—90 °С в течение 2—4 ч. Для оценки защитных свойств покрытия образцы плит размером 50 × 50 × 17 мм покрывали указанными составами методом двукратного окунания с междуслонной подсушкой в течение 10—15 мин при температуре 40—50 °С и окончательной термообработкой образцов с покрытием при 70—90 °С в течение 2—4 ч. Водопоглощение и набухание образцов определяли по ГОСТу 10634—73. Начальное набухание кромок плит (сразу после термообработки) измеряли в углах образцов на расстоянии 2—3 мм от края.

Измерения показали, что набухание составляет от 0,2 до 0,4 % с учетом толщины самой пленки. При этом не наблюдалось разрывления поверхностного слоя и поднятия ворса на поверхности плит. Нанесение латексного покрытия не уменьшает прочности плит при статическом изгибе (см. табл.), а снижение вариационного коэффициента свидетельствует о стабилизации прочности плит с покрытием.

Результаты испытаний ДСП при статическом изгибе

Плиты	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа	Показатели статистической обработки			
			$\sigma$	$v$	$m$	$p$
Без покрытия	650	11,03	14,10	12,78	4,53	4,10
С покрытием	650	13,86	11,83	8,54	4,48	3,23

Кривые (рис. 1) показывают, что по сумме исследуемых свойств оптимальное содержание пиритных огарков в смеси составляет 2 %. При этом достигается максимальное значение прочности пленок (52,4 кг/см<sup>2</sup>), а водопоглощение и набухание образцов составляют 0,69 и 0,89 % соответственно, что значительно меньше требований, установленных ГОСТом 10632—77.

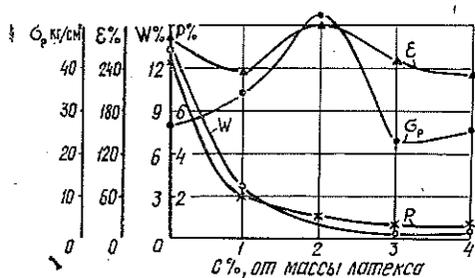


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств пленок и покрытий на основе латекса СКС-65ГП и содержания пиритных огарков С.

$\sigma_p$  — предел прочности при растяжении, кг/см<sup>2</sup>;  $\epsilon$  — относительное удлинение при разрыве, %; W — водопоглощение, %; P — набухание, %.

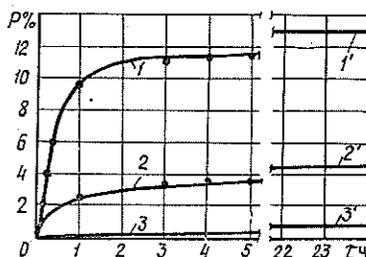


Рис. 2. Зависимость набухания P образцов ДСП в воде при 20 °С от времени  $\tau$ .

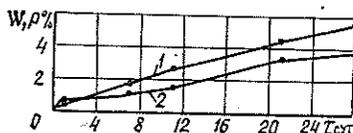
1 — контрольные (без покрытия); 2 — с латексным покрытием без добавок; 3 — с латексным покрытием с добавкой 2 % пиритных огарков.

Минимальное значение прочности пленок при 3 % наполнения свидетельствует, на наш взгляд, о перевулканизации латексной смеси, а некоторый прирост прочности пленки при введении 4 % огарков объясняется эффектом «усиления» добавки.

Защитные свойства покрытия оценивали по кинетике свободного набухания образцов в воде при 20 °С с замером набухания в крайних точках по осям симметрии квадрата. Деформации набухания измеряли индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Результаты испытаний на набухание в воде при 20 °С (рис. 2) показали, что наибольшая скорость набухания и максимум набухания наблюдаются у контрольных образцов (без покрытия), тогда как у образцов, покрытых латексом, эти показатели соответственно в 2—3 раза ниже. Кривые набухания образцов, покрытых составом с 2 % пиритных огарков, показывают, что в начальный момент (4—5 ч) увлажнения плиты почти не поглощают влагу, а скорость набухания значительно ниже, чем у остальных образцов.

Рис. 3. Водопоглощение W (кривая 1) и набухание P (кривая 2) ДСП с покрытием (латекс + 4 % огарков) при длительном вымачивании.



Водопоглощение и набухание ДСП при длительном вымачивании в воде также свидетельствуют о хорошем защитном эффекте покрытия (рис. 3), так как исследуемые свойства значительно ниже, чем по требованиям ГОСТа 10632—77.

Данные исследований позволили установить оптимальный состав покрытия по критериям прочности и водозащитных свойств. Наименьшие показатели водопоглощения и набухания плит получены при введении в латекс 4 % пиритных огарков.

Полученные результаты позволяют рекомендовать древесностружечные плиты с латексным покрытием к использованию в условиях повышенного увлажнения, в качестве обшивок в малом деревянном домостроении, при устройстве чистых полов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Берсенева А. П. Стабилизация физико-механических свойств древесностружечных плит. — В кн.: Древесные плиты и пластики. Свердловск, 1973, с. 19—34.
- [2]. Комплексное использование пиритных огарков/ В. И. Береговский, Р. В. Брегман, Л. А. Данилова и др. — М.: Металлургиздат, 1963. — 58 с. [3]. Проблемы технологии переработки латексов и их применение/ Под ред. д-ра техн. наук В. В. Черной: Тр. V Всесоюз. латексной конф. Ярославль, 1977. — 5 с. [4]. Хрулев В. М., Мартынов К. Я. Долговечность древесностружечных плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 143 с.

Поступила 4 августа 1982 г.

УДК 630\*284 : 581.54

**ПРИРОДНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПОДСОЧКИ В СССР****КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОДСОЧНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА В СССР**

*В. П. РЯБОВ*

ВПО Союзхимлес

Известна зависимость развития лесной промышленности от природных условий — климата, почв, рельефа, геологических особенностей и т. д. Подсочка леса тесно связана со всеми элементами природной среды и с природным ландшафтом в целом. В этой связи для рационального освоения сырьевой базы, правильного планирования и размещения подсочного производства необходимо комплексно изучить влияние биоэкологических факторов на интенсификацию добычи живицы в СССР.

Уровень техники и технологии организации труда на добыче живицы, с учетом биоэкологических условий, должен быть поставлен на такую качественно новую ступень, чтобы ежегодно, при любых климатических условиях лесохимии страны обеспечивали производство канифольных продуктов в том объеме, который необходим нашей стране.

К числу биоэкологических факторов, оказывающих влияние на дифференциацию подсочного производства нашей страны, относятся климат и рельеф местности. Элементы климата — тепло, влага, свет — относятся к необходимым условиям жизни насаждений, их продуктивности и ассимилируются растениями в процессе образования органического вещества. Поэтому мы рассматриваем эти элементы как климатические ресурсы смолообразования и смоловыделения при подсочке леса, которые должны строго учитываться и рационально использоваться в технологическом процессе добычи живицы.

О решающей роли погоды и климата в дифференциации смолопродуктивности свидетельствуют значительные колебания добычи живицы с 1 га заподсоченной площади и выхода живицы с одной карры (см. табл.). Общеизвестны колебания месячного и ежегодного уровней добычи живицы в нашей стране, которые подтверждают зависимость подсочки леса от погодных условий, несмотря на общее повышение уровня техники и технологии производства.

В предстоящем сезоне для установления пространственной дифференциации выделения живицы, на наш взгляд, особенное значение имеет способ, основанный на связи выходов живицы с испарением (транспирацией) и метеорологическими факторами испарения (так как испарение — интегральный показатель воздействия всего многообразия факторов внешней среды). В связи с этим мы считаем, что смолообразова-

ние и смоловыделение зависят от гидротермического коэффициента, т. е. увлажнения. Этот вывод представляет, на наш взгляд, значительный научный и практический интерес.

Механизм влияния технического и гидротермического режимов на смолообразование и смоловыделение для каждого дерева разный. У сосен, которые произрастают на опушках леса или в разреженных выделах, радиационный баланс, влагообеспеченность и так далее иные, чем у сосен растущих в других условиях и, как правило, первые имеют большую смолопродуктивность.

В целом подсочку леса при современном уровне техники и технологии производства можно рассматривать как непосредственную функцию тепло- и влагообеспеченности.

Наибольшее значение для подсочки имеет учет тепла, влаги и света. Влажность воздуха, ветер, облачность имеют второстепенное значение, однако и их учитывать необходимо, ибо в комплексе климатических условий они или усиливают, или ослабляют действие основных факторов климата, оказывая, в крайних случаях, отрицательное влияние на выделение живицы.

По данным П. И. Колоскова [2] и Д. И. Шашко [3], а также по данным наших наблюдений, наиболее совершенная форма учета климата — его районирование, представляющее систему подразделений и территорий, различающихся между собой климатическими условиями развития, роста, перезимовки растений и особенностями подсочного производства — специализацией, характером технологии и т. д. Районирование, на наш взгляд, имеет большое значение для научной организации освоения сырьевой базы с целью добычи живицы.

Решение задачи по разработке системы районирования регионов подсочки, с одной стороны, даст возможность полнее раскрыть ресурсы климата, лесоводственные и биоэкологические особенности древесных пород, подлежащих подсочке, и, с другой стороны, направит эти резер-

Смолопродуктивность сосновых насаждений и продолжительность сезона подсочки

Область, край, республика	Средний выход живицы с карры (1970—1980 гг.), г	Число обходов		Продолжительность сезона, дней	Выход живицы с 1 га, кг
		План	Фактически		
Пермская	305,5	22,0	15,0	97	38,30
Коми АССР	364,5	13,0	10,0	103	32,40
Архангельская	368,0	21,0	18,0	99	46,35
Томская	392,0	14,8	11,2	92	35,20
Эстонская ССР	412,5	27,0	22,0	101	75,90
Карельская АССР	457,5	14,0	13,0	100	31,15
Вологодская	476,5	26,4	23,2	100	71,10
Ленинградская	476,5	30,0	28,0	111	69,15
Кировская	526,5	22,7	20,7	105	77,95
Тюменская	533,5	14,9	13,4	89	42,15
Костромская	550,0	26,0	24,0	108	79,90
Башкирская АССР	559,5	29,0	14,0	100	51,20
Красноярский край	590,5	16,8	15,9	96	51,70
Челябинская	691,5	26,0	24,0	112	66,10
Свердловская	709,0	27,0	25,0	114	84,75
Горьковская	792,0	29,0	26,0	120	125,60
Белорусская ССР	833,5	36,0	34,0	126	139,15
Бурятская АССР	852,0	16,6	14,0	100	51,20
Иркутская	945,0	19,6	16,0	101	65,25

вы на интенсификацию эксплуатации сырьевой базы и подсочного производства в целом.

Мы критически проанализировали результаты деятельности всех производственных объединений, занимающихся добычей живицы в СССР, за 10-летний период (см. табл.), а также данные, приведенные в климатическом атласе СССР [1].

Для установления закономерностей колебания климата при районировании мы ограничились выделением чисто статистическим путем районов с синхронными и несинхронными колебаниями, а также пределов возможного варьирования ведущих климатических показателей в среднем за 10—15 лет, т. е. за периоды, по которым планируется расчетная лесосека для подсочки.

В результате анализа отчетных данных предприятий Минлесбумпрома, Гослесхоза СССР, а также результатов изучения биоэкологического потенциала смолопродуктивности считаем целесообразным с научной и производственной точек зрения разделить всю сырьевую базу СССР на следующие биоклиматические пояса подсочки.

I. Биоклиматический пояс с наивысшей биоэкологической смолопродуктивностью. Его границы совпадают с границами распределения сумм положительных температур  $2400\text{--}2600^\circ$ , число годовых осадков 500 мм, солнечная радиация  $110\text{--}120$  ккал/см<sup>2</sup>, выход живицы за сезон 240 кг с 1 га при плановом количестве обходов за сезон.

II. Биоклиматический пояс с очень высокой биоэкологической смолопродуктивностью. Границы его совпадают с границей суммового распределения температур  $2200\text{--}2400^\circ$ , число годовых осадков 500 мм, солнечная радиация 110 ккал/см<sup>2</sup>, выход живицы за сезон до 210 кг с 1 га при плановом количестве обходов.

III. Биоклиматический пояс с высокой биоэкологической смолопродуктивностью. Границы его совпадают с границей суммового распределения температур  $2000\text{--}2200^\circ$ , число годовых осадков 500 мм, солнечная радиация  $100\text{--}110$  ккал/см<sup>2</sup>, выход живицы за сезон до 190 кг с 1 га при плановом количестве обходов.

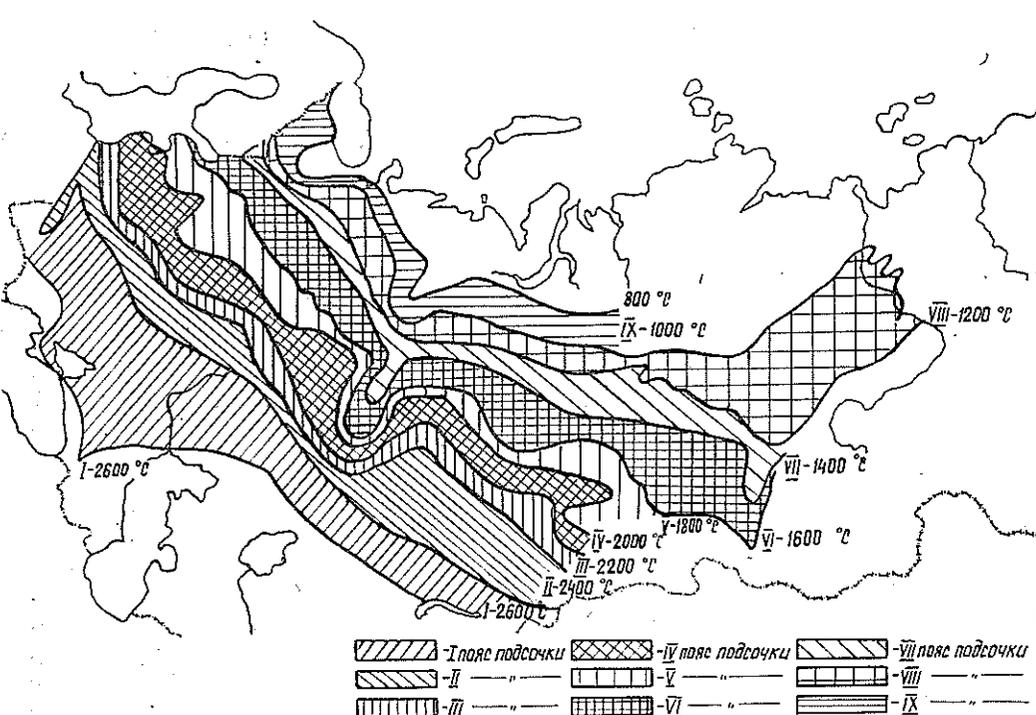
IV. Биоклиматический пояс с высокой биоэкологической смолопродуктивностью, который ограничивается суммой положительных температур  $1800\text{--}2000^\circ$ , числом годовых осадков 400—500 мм, солнечной радиацией 100 ккал/см<sup>2</sup> и выходом живицы 180 кг с 1 га при плановом количестве обходов.

V. Биоклиматический пояс со смолопродуктивностью выше средней биоэкологической, ограниченный суммой положительных температур  $1600\text{--}1800^\circ$ , числом годовых осадков 400—500 мм, солнечной радиацией 100 ккал/см<sup>2</sup> и выходом живицы 150 кг с 1 га при плановом количестве обходов.

VI. Биоклиматический пояс средней биоэкологической смолопродуктивности, ограниченный суммой положительных температур  $1400\text{--}1600^\circ$ , числом годовых осадков 400—500 мм, солнечной радиацией  $90\text{--}100$  ккал/см<sup>2</sup> и выходом живицы  $96\text{--}150$  кг с 1 га при плановом количестве обходов.

VII. Биоклиматический пояс со смолопродуктивностью ниже средней биоэкологической, с суммой положительных температур  $1200\text{--}1400^\circ$ , числом годовых осадков 300—500 мм, солнечной радиацией  $80\text{--}90$  ккал/см<sup>2</sup> и выходом живицы  $90\text{--}100$  кг с 1 га при плановом количестве обходов.

VIII. Биоклиматический пояс с низкой биоэкологической смолопродуктивностью, с суммой положительных температур  $1000\text{--}1200^\circ$ , числом годовых осадков 250—500 мм, солнечной радиацией



Схематическая карта районирования подсочки леса СССР по суммам климатических температур более 7 °С.

60—80 ккал/см<sup>2</sup> и выходом живицы 70—100 кг с 1 га при нанесении планового количества обходов.

IX. Биоклиматический пояс с очень низкой биоэкологической смолопродуктивностью, с суммой положительных температур 800—1000°, числом годовых осадков 250—500 мм, солнечной радиацией 60 ккал на 1 см<sup>2</sup> и выходом живицы 40 кг на 1 га.

Общие границы поясов показаны на картосхеме. В пределах каждого пояса, вследствие микроклиматических особенностей произрастания насаждений, могут быть и значительные отклонения, но в своей основе характеристика каждого пояса останется неизменной, так как разграничение поясов построено на основе действующих экологических и лесоводственных факторов.

Важный практический вывод, вытекающий из бонитировки климата и смолопродуктивности древесных пород, — биоклиматическое обоснование подбора насаждений, методов и способов подсочки для различных регионов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Климатический атлас СССР. — М.: ГУГМС, 1960. [2]. Колосков П. И. Биоклиматический потенциал и его распределение на территории СССР. — Тр. НИИАК, вып. 15, 1962. [3]. Шапко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. — М.: Колос, 1967.

Поступила 30 августа 1982 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.911 : 330.15

**НАПРАВЛЕНИЯ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА  
РАЙОННОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА\****Н. В. ПАХОМОВА, Г. В. ШАЛАБИН*

Ленинградский государственный университет

Проблема воспроизводства, охраны и рационального использования лесных ресурсов, имеющая межведомственный характер, не может быть решена в рамках отдельных предприятий и отраслей, а предполагает осуществление качественно новой организации лесопромышленного производства — плановое формирование межотраслевых районных лесопромышленных комплексов (РЛПК). При этом под РЛПК следует понимать совокупность производств и отраслей, связанных с охраной и воспроизводством лесных ресурсов, заготовкой, транспортировкой и переработкой древесины и реализацией конечной продукции, а также обеспечением предприятий комплекса средствами производства и рабочей силой. Цель функционирования РЛПК — наиболее полное удовлетворение потребностей народного хозяйства в многообразных полезных функциях леса, в древесном сырье и продуктах его переработки с минимальными затратами живого и овеществленного труда. Основные структурно-воспроизводственные характеристики и показатели РЛПК представлены в табл. 1. В этой таблице в соответствии с задачей ориентации на конечные народнохозяйственные результаты подчеркнута особая роль долговременных структурных показателей и критериев результативности функционирования РЛПК и его отдельных отраслевых звеньев. Реализацию долгосрочных целей развития РЛПК, пропорциональное, сбалансированное развитие всех видов деятельности внутри комплекса и согласование текущих и долговременных экономических интересов всех участников процесса использования и воспроизводства лесных ресурсов должен обеспечить хозяйственный механизм (ХМ), понимаемый нами как способ организации и планового управления РЛПК. Основные элементы ХМ — планирование, хозрасчетное стимулирование и соответствующая организационно-управленческая структура.

Важное направление дальнейшего совершенствования планирования — использование современных математических методов и ЭВМ. Соответствующие исследования успешно проводятся в ряде организаций и вузов страны. В ЛГУ разработана методика планирования формирования и развития РЛПК с использованием следующей системы экономико-математических моделей: определение оптимального размера лесопользования и объемов лесохозяйственных мероприятий; обоснование мощности лесозаготовительных предприятий и границ их лесосырьевых баз; нахождение рациональных схем транспортного освоения лесосырьевых баз; определение оптимального объема и структуры производства конечной продукции РЛПК; нахождение оптимальных вариантов развития и размещения предприятий отдельных отраслей; установление очередности ввода производственных мощностей; обоснование

\* Печатается в порядке постановки вопроса.

Структурно-воспроизводственные характеристики районного лесопромышленного комплекса

Основные характеристики воспроизводства внешнего процесса		
Организационно-структурный элемент РЛПК	Объект	Критерии конечной результативности
Основная воспроизводственная функция		
Лесное хозяйство (лесоразведение, лесовосстановление, лесоустройство, уход за лесом)	Совокупность лесных биогенетических ресурсов района	Осуществление расширенного воспроизводства разнообразных продуктов и полезностей леса на интенсивной основе
Лесосеклупаточная промышленность (лесозаготовительная промышленность)	Лесосеклупаточный фонд района	Заготовка древесного сырья с учетом содействия процессу воспроизводства лесных биогенетических ресурсов и оптимального состава
Капитальное строительство	Строительные и строительномонтажные организации	Осуществление структурных изменений
Машиностроение (тракторы, трелевочные, обслуживающие для лесоперерабатывающей промышленности и т. д.)	Комплекс отраслей и производств, осуществляющих выпуск соответствующих машин и оборудования	Осуществление расширенного воспроизводства систем машин, механизмов и оборудования, обеспечивающих интенсивное, непрерывное, нестациональное пользование лесом
Деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, гидроэнергетическая отрасли промышленности	Совокупность отраслей и производств конечной продукции	Обеспечение расширенного воспроизводства соответствующих видов потребительских стоимостей на интенсивной основе
Производственная и социальная инфраструктура	Комплекс отраслей и объектов по воспроизводству производственного и социального назначения и система жизнеобеспечения	Воспроизводство рабочей силы, продуктов и услуг общепроизводственного и социального назначения

Степень приближения к идеальному (эталонному) конечному состоянию лесного фонда; прирост суммарной экономической оценки лесных ресурсов по отношению к вызвавшим их приведенным затратам

Степень удовлетворения плановой потребности в древесном сырье (по объему и ассортименту с учетом социально-экономических и экологических последствий заготовки древесины)

Степень достижения эталонной структуры комплекса

Структурные показатели, характеризующие удовлетворение потребностей РЛПК в продукции машиностроения; прирост социально-экономического эффекта от внедрения нового оборудования и технологии

Структурные измерители, характеризующие степень удовлетворения потребностей в конечных видах продукции РЛПК

Структурные показатели, характеризующие разнообразие (состав и соотношение) удовлетворенных потребностей РЛПК в рабочей силе, а также в соответствующих продуктах и услугах

рациональных схем перевозок лесных грузов с учетом наличия различных видов транспорта. Были разработаны также специальные алгоритмы реализации этих моделей, написаны и отлажены на ЭВМ соответствующие программы, а на материалах Ленинградской области осуществлена их практическая проверка. Теоретические исследования и результаты экспериментальных расчетов позволяют сделать ряд выводов и предложений (рамки статьи дают возможность остановиться лишь на некоторых из них).

Усиление значения многоцелевого лесопользования, взаимосвязь и взаимодействие всех компонентов лесных биогеоценозов определяют необходимость совместного определения оптимальных размеров *главного, промежуточного и побочного* пользования лесом за весь период (цикл) его воспроизводства с учетом лесоводственных, экономических и других факторов. Полный и последовательный учет таких условий возможен лишь в рамках крупного экономического района. Только к району в целом прямо и непосредственно может быть применен известный принцип непрерывного и неистощительного пользования лесом (ННПЛ) [1, 2]. Другие объекты приложения этого принципа (предприятия и хозяйства, входящие в РЛПК) должны определяться в процессе расчетов по составлению программы формирования и развития РЛПК. Далее, как показали расчеты, практическая реализация принципа ННПЛ в конкретных условиях района возможна при достижении определенной возрастной структуры и породного состава лесного фонда. С формальной точки зрения подобные состояния лесного фонда являются допустимыми решениями (планами) математической задачи, описывающей развитие системы лесных биогеоценозов района с учетом естественных процессов и деятельности человека. Вообще говоря, таких решений (т. е. состояний лесного фонда, реализующих принцип ННПЛ) существует бесконечное множество. Поэтому как теоретический, так и практический интерес представляет строгое математическое доказательство и исследование структуры предельного стационарного состояния лесного фонда, характеризующегося наивысшей продуктивностью и оптимальным породным составом применительно к конкретным природным и экономическим условиям района. Такое состояние было найдено и названо «лесом максимальной производительности» [3, 4]. Оно, прежде всего, необходимо для оценки состояния лесного фонда и деятельности органов лесного хозяйства (см. табл. 1). Кроме того, нахождение наилучшей политики перехода от начального состояния лесного фонда района к «лесу максимальной производительности» является, на наш взгляд, перспективным подходом к решению сложной проблемы определения оптимального размера лесопользования прежде всего в условиях лесодефицитного района. Такой вывод хорошо согласуется с результатами экспериментальных расчетов. Структура «леса максимальной производительности» является одним из долговременных динамических нормативов, характеризующих эталонный (образцовый) режим функционирования РЛПК, получаемых в результате решения взаимосвязанных экономико-математических задач, речь о которых шла в начале статьи. Степень достижения этих нормативов и должна стать основным натуральным оценочным показателем результативности и эффективности для отраслей и предприятий РЛПК, прежде всего, для лесного хозяйства. Такой подход одновременно позволяет усовершенствовать стоимостные измерители и расширить сферу применения хозрасчетных принципов, что особенно важно для лесного хозяйства. Как известно, основной преградой использования стоимостных, хозрасчетных показателей в лесовосстановлении является длительность этого процесса, при-

водящая к несопоставимости затрат и результатов. Однако, если в качестве объекта планирования рассматривать (и с точки зрения затрат, и с точки зрения результатов) не отдельно взятые древостой или полезные функции леса, а совокупность лесных биогеоценозов с определенным уровнем эксплуатационных и защитных свойств, то отмеченные препятствия будут устранены. В этом случае смысл задачи будет состоять не в нахождении способов суммирования расходов по лесоразведению за период воспроизводства леса, а в обосновании *совокупных затрат* для поддержания лесных биогеоценозов в нормативном состоянии, отвечающем текущим и перспективным потребностям народного хозяйства во всех видах лесных благ. Такого рода *затраты* не только могут быть подсчитаны в результате составления долгосрочной программы формирования и развития РЛПК для любого интервала планового периода, но и сопоставлены с результатом лесохозяйственных мероприятий — системой лесных биогеоценозов, характеризующейся заданным размером главного, промежуточного и побочного пользования, определенным состоянием защитных и оздоровительных функций.

Важным составным элементом развитого хозяйственного механизма РЛПК должна быть экономическая оценка лесных ресурсов, являющаяся стоимостным, денежным выражением затрат на воспроизводство соответствующих видов конечной продукции из древесного сырья или ее заменителей («промышленная» или «эксплуатационная» составляющая) и многообразных полезных функций леса («средозащитная» или «экологическая» компонента оценки лесных ресурсов). Количественно эта оценка может быть определена в процессе составления долгосрочного плана развития РЛПК при решении задачи оптимизации объема и структуры выпуска конечной продукции комплекса. В этой задаче ограничения на потребление древесного сырья устанавливаются с учетом расчетной лесосеки и ввоза сырья из других районов. Ограничения на использование вторичных ресурсов древесного сырья заранее не фиксируются, а определяются в ходе решения задачи. Это позволяет найти экономически и технологически оправданный предел использования низкосортной, лиственной, мелкомерной древесины и древесных отходов для каждого интервала планового периода. Для условий Ленинградской области были получены следующие оценки (табл. 2).

Таблица 2

Древесное сырье	Порода	Оценка сырья, р./м <sup>3</sup>	Древесное сырье	Порода	Оценка сырья, р./м <sup>3</sup>
Древесина: крупная	С	37,8	Дрова: техноло- гические	С	30,9
	Е	37,8		Е	30,1
	Б	35,1		Б	28,1
	Ос	34,3		Ос	24,9
средняя	С	36,2	топливные	С	27,9
	Е	36,2		Е	27,7
	Б	32,5		Б	23,1
	Ос	31,8		Ос	22,5
мелкая	С	35,2	Отходы лесозаготовок	С	27,9
	Е	35,2		Е	27,8
	Б	30,3		Б	23,1
	Ос	29,6		Ос	21,5

Оценки одного обезличенного кубометра древесины по основным лесозаготовительным зонам Ленинградской области составляют: север-

ная зона — 31,7 р./м<sup>3</sup>; западная зона — 29,4 р./м<sup>3</sup>; восточная зона — 34,3 р./м<sup>3</sup>.

Исследования показали, что полученные экономические оценки лесных ресурсов могут быть использованы для решения следующих задач: 1) определение экономической эффективности функционирования лесного хозяйства и отдельных лесохозяйственных мероприятий, включая плантационное лесовыращивание; 2) построение внутренних хозрасчетных цен на продукцию РЛПК; 3) обоснование дифференцированных по районам лесных такс; 4) определение экономического ущерба, возникающего из-за лесных пожаров, гибели лесных насаждений по другим причинам и обоснование набора и очередности проведения соответствующих мероприятий; 5) разработка нормативов экономического стимулирования предприятий за улучшение использования древесного сырья и отходов, а также обоснование размеров экономических санкций.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин А. П. Определение площади лесных предприятий с непрерывным лесопользованием. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. [2]. Моисеев Н. А., Сяницын С. Г. Непрерывное и неистощительное пользование лесом — основополагающий принцип организации лесозексплуатации и лесного хозяйства. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 5—12. [3]. Шалабин Г. В. Оптимизация долгосрочного плана группы взаимосвязанных отраслей экономического района. — Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1975, с. 35—39, 46—50. [4]. Шалабин Г. В., Нигголь В. К. Элементы системы оптимизации плана развития лесозаготовительного района. — Экономика и математические методы, 1975, т. 11, вып. 5, с. 906—913.

Поступила 13 сентября 1982 г.

УДК 630\*89.003

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

*И. М. СИНЯКЕВИЧ, А. И. ШИНКАРУК*

Львовский лесотехнический институт  
Тернопольский финансово-экономический институт

Комплексное освоение и потребление ресурсов древесного сырья, особенно в малолесных промышленно развитых районах, позволяет экономить общественный труд на его заготовку и поставку потребителям. По данным проф. Т. С. Лобовикова [6], себестоимость заготовки 1 м<sup>3</sup> древесины в Сибири на 20,2 р. выше, чем в центре европейской части СССР (или в 3,5 раза), а капитальные вложения — на 87 р. (или в 3,5 раза). Поэтому изыскание резервов древесного сырья в ряде промышленно развитых районов позволяет улучшить обеспечение промышленности сырьем и повысить производительность общественного труда за счет его экономии в лесозаготовительном производстве, на транспорте и в других направлениях.

Перед лесной промышленностью и лесным хозяйством стоит задача комплексно использовать не только древесину, но и древесную зелень, продукция из которой широко используется в промышленности и сельском хозяйстве.

Производство многих видов продукции из древесной зелени растет высокими темпами. Так, динамика выпуска хвойно-витаминной муки

в Украинской ССР характеризуется следующими цифрами: 1966 г. — 7 тыс. т, 1970 г. — 13,5 тыс. т, 1975 г. — 46,5 тыс. т, 1980 г. — 56 тыс. т [1, 4]. При этом неиспользуемые ресурсы древесной зелени незначительны.

В равнинной части УССР при рубках главного и промежуточного пользования можно заготовить около 313 тыс. т хвойной зелени [5]. Из данного объема ресурсов 140 тыс. т (44 %) расходуется только на производство хвойно-витаминной муки. Часть ресурсов древесной зелени используется для производства хвойной пасты, хвойного экстракта и прочей продукции, поставляется сельскому хозяйству в виде веточного корма, часть экономически недоступна для освоения. В некоторых областях (Волынской, Ровенской) ресурсы древесной зелени используются почти полностью. В то же время только Минсельхоз УССР ежегодно представляет заявку на хвойно-витаминную муку, в 10 раз превышающую производимое количество продукции.

Потребность сельского хозяйства в древесной зелени и хвойно-витаминной муке нецелесообразно удовлетворять из отдаленных районов, так как при продолжительных транспортировке и хранении на складах теряется значительная часть биологически активных элементов. Решение проблемы — увеличение местных ресурсов древесной зелени — можно обеспечить через интенсификацию лесовыращивания (прежде всего, путем создания загущенных культур хвойных пород). Научными исследованиями, выполненными УкрНИИЛХА [5], установлено, что масса древесной зелени на 1 га наибольшая в молодняках. Так, при прореживаниях в среднем заготавливается 0,7 т древесной зелени, проходных рубках — 1,07 т, в то время как при осветлениях — 1,51 т, прочистках — 3,22 т. Запасы древесной зелени на 1 га, прежде всего, зависят от первоначальной густоты посадки культур [7]. Если учесть, что в условиях Украинской ССР в процессе рубок главного пользования можно заготовить только 18 % общего объема древесной зелени [5], то можно сделать заключение, что главным резервом увеличения ее ресурсов является развитие рубок ухода за лесом в молодняках, материальной основой которых является первоначальная густота посадки лесных культур.

Создавая загущенные лесные культуры, можно получить дополнительные ресурсы сырья (древесины и древесной зелени) за счет более интенсивного использования продуктивной силы лесных земель. Как известно, оно не противоречит экологическим требованиям, поскольку в молодняках пророст древесины (а следовательно, и извлечение полезных элементов лесных почв) значительно ниже, чем в средневозрастных и приспевающих насаждениях.

Проблему воспроизводства лесов более густыми лесными культурами в ряде районов страны следует решать оперативно, поскольку в настоящее время складывается противоречивая ситуация — при наращивании объемов промышленного потребления маломерной древесины и древесной зелени воспроизводство лесов осуществляется лесными культурами более низкой густоты по сравнению с ранее создаваемыми. Отрицательные последствия данной тенденции могут в будущем отразиться на развитии ряда отраслей промышленности республики. Ведь в Украинской ССР от рубок промежуточного пользования поступает более половины общего объема древесины [3]. Маломерная древесина от рубок ухода за лесом используется для производства древесностружечных и древесноволокнистых плит, а древесная зелень — для производства хвойно-витаминной муки, хвойного экстракта и другой продукции. При снижении объемов промежуточного пользования лесом

возникнут затруднения в обеспечении мощностей данных производств сырьевыми ресурсами. Между тем, имеются реальные возможности предупреждения подобной ситуации путем интенсификации лесовыращивания, более эффективного использования продуктивной силы лесных земель в молодняках.

Возможность реализации изложенных предложений иллюстрируется нами на примере Костопольского лесхоззага Ровенского областного управления лесного хозяйства и лесозаготовок. В 17-летних загущенных сосновых культурах (посадка сеянцев на 1 га составляла 9,5 тыс. шт.), созданных в Моквинском лесничестве в относительно бедных условиях местопрорастания ( $B_2$ ), рубки ухода проводили дважды прогрессивным линейноселекционным методом. С 1 га площади заготовлено 40 м<sup>3</sup> древесины. Полученная маломерная древесина поставлялась Костопольскому домостроительному комбинату для производства древесностружечных плит по цене 12,7 р. за 1 м<sup>3</sup>. Кроме древесины, с 1 га площади получено 10 т хвойной зелени, которая реализована колхозам по 40 р. за 1 т. На 1 га 17-летних лесных культур в процессе рубок ухода за лесом заготовлено продукции на сумму 900 р. При этом рентабельность лесоматериалов составляла 20 %, хвойной зелени — 14,3 %. Народнохозяйственный экономический эффект от освоения древесины и древесной зелени выше, чем прибыль, полученная от реализации заготовленной продукции. Кроме данной прибыли, он включает лесоводственный эффект; экономию капитальных вложений, направляемых на развитие лесозаготовительной промышленности в многолесных районах; эффект, достигаемый в результате снижения затрат на перемещение кадров лесной промышленности в многолесные районы и обеспечение их жильем; экономию транспортных затрат при удовлетворении местных потребностей лесоматериалами, заготовленными в процессе рубок ухода за лесом.

В настоящее время львовскими учеными для Минлеспрома УССР разработана инструкция по определению названных эффектов [2]. По данным ЛЛТИ, лесоводственный эффект составляет 2,5 р./м<sup>3</sup>, экономия капитальных вложений — 1,8 р./м<sup>3</sup>, эффект в результате снижения затрат на перемещение кадров — 1,2 р./м<sup>3</sup> и экономия транспортных затрат — 7 р./м<sup>3</sup> заготавливаемой при рубках ухода древесины.

Кроме экономического эффекта от увеличения ресурсов древесины и древесной зелени, загущенные культуры оказывают благоприятное влияние на окружающую среду. Как известно из практики лесовыращивания, в результате воздействия многочисленных естественных факторов, а также несовершенства технологии воспроизводства лесных культур, образуются низкополнотные молодняки, недостаточно эффективно выполняющие защитные и другие полезные функции. Загущенные лесные культуры, имеющие в своем составе страховой запас деревьев, более устойчивы против неблагоприятных внешних факторов. Кроме того, в районах интенсивного ведения лесного хозяйства загущенные лесные культуры создают благоприятные условия для селекционного отбора деревьев, обладающих высокими генетическими характеристиками.

Создавать загущенные лесные культуры целесообразно только в тех районах, где сложились благоприятные экономические условия для освоения и потребления маломерной древесины и древесной зелени. В районах с развитым животноводством и птицеводством, но отдаленных от производств, осуществляющих глубокую переработку древесины, воспроизводство загущенных лесных культур и их изреживание рубками ухода должны обеспечивать максимальный экономический эффект от освоения и переработки древесной зелени. В районах, в которых, кро-

ме того, развита промышленная переработка маломерной древесины, следует ориентироваться на максимальный народнохозяйственный эффект от освоения и потребления древесины и древесной зелени. Так, в Крымской области при выращивании загущенных сосновых культур необходимо преимущественно осваивать древесную зелень, тогда как в зоне Украинского Полесья, в которой развиты не только животноводство, но и производства химико-механической переработки древесины, следует ориентироваться на максимальный народнохозяйственный эффект от освоения и потребления как древесины, так и древесной зелени.

На воспроизводство загущенных лесных культур требуются дополнительные расходы в лесокультурном производстве. Экономические условия эффективного вложения средств в создание загущенных лесных культур определяются следующим неравенством:

$$(\Delta C_k + \Delta K_k E_n) (1 + E_{np})^t \leq M (Z_{max} - \Pi_n - C) + \\ + M' (Z'_{max} - \Pi'_n - C'),$$

- где  $\Delta C_k$  — дополнительные текущие затраты на выращивание 1 га загущенных лесных культур, р.;
- $\Delta K_k$  — дополнительные капитальные вложения на выращивание загущенных лесных культур, р.;
- $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;
- $E_{np}$  — нормативный коэффициент приведения разновременных затрат (0,03);
- $t$  — возраст загущенных лесных культур, в котором осуществляется их изреживание в целях получения сырья;
- $M$  — выход древесины с 1 га площади при проведении изреживания загущенных лесных культур в возрасте  $t$ , м<sup>3</sup>;
- $Z_{max}$  — максимально допустимая цена на древесину, заготовленную в процессе изреживания загущенных лесных культур, р./м<sup>3</sup>;
- $\Pi_n$  — норматив прибыли на 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины, р.;
- $C$  — себестоимость заготовки и транспортировки в пункт потребления древесины, полученной в результате изреживания загущенных лесных культур, р./м<sup>3</sup>;
- $M'$  — выход древесной зелени с 1 га площади при проведении изреживания загущенных лесных культур в возрасте  $t$ , т.;
- $Z'_{max}$  — максимально допустимая цена на древесную зелень, р./т.;
- $\Pi'_n$  — норматив прибыли на 1 т заготовленной древесной зелени, р.;
- $C'$  — себестоимость заготовки и транспортировки в пункт потребления древесной зелени, полученной в результате изреживания загущенных лесных культур, р./т.

Приведенная формула позволяет определить уровень предельных затрат на создание загущенных лесных культур с целью увеличения ресурсов сырья для производств, осуществляющих его глубокую переработку.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Байтала В. Д. Лісове господарство УРСР в десятій п'ятиріччі. — Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість, 1980, № 1. [2]. Временная инструкция по планированию, учету, калькулированию себестоимости и определению эффективности производства шепы технологической из отходов лесозаготовок и маломерной древесины на предприятиях Минлеспрома УССР. — Киев, 1974. [3]. Генсирук С. А., Бондарь В. С., Коваль Я. В. Лесные ресурсы и возможный объем

лесоиспользования в Украинской ССР. — Лесн. хоз-во, 1981, № 1. [4]. Иванюта В. М. К вопросу о сырьевой базе производства хвойно-витаминной муки и бумаги при плантационном лесопользовании. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3. [5]. Косяков М. Н., Проклчук В. Д. Использование лесосечных отходов, тонкомерной древесины и технической зелени. — Лесн. хоз-во, 1979, № 2. [6]. Лобовиков Т. С. Об исчислении транспортных издержек при сравнении вариантов решения крупных проблем размещения лесной промышленности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 2. [7]. Новосельцева А. И. Рост и продуктивность культур сосны I класса возраста в лесостепи ЦЧО: Автореф. дис. . . . канд. с.-х. наук. — Воронеж, 1965.

Поступила 23 августа 1982 г.

УДК 658.27.003.13

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ

С. Д. БАДМАЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Многочисленные статистические материалы неопровержимо доказывают, что в странах с развитой промышленностью существует прямая зависимость между валовым национальным продуктом и количеством потребляемой энергии. Так, по приведенным данным [3], в 1978 г. годовое энергопотребление в США составило 34 тыс. кВт·ч на одного занятого в промышленности человека, тогда как в СССР — 20 тыс. кВт·ч, или 58 % от уровня США. Соответственно за этот же период производительность труда в СССР составила 57 % от производительности труда в США.

По мнению американских ученых, эффективность промышленного производства должна рассматриваться как «отношение энергии, воплощенной в продукцию, ко всем затратам энергии, включая энергетическую ценность используемых материалов и оборудования» [4].

Современное состояние машинного производства предопределяет основную роль человека, заключающуюся в управлении потоками энергии, обеспечивающими выполнение заданных технологических процессов и получение продукции. Энергия в процессе машинного производства обуславливает получаемый эффект от применяемых средств труда (машинной техники), отражающий количество произведенной продукции и все виды трудовых и материальных затрат. Вследствие этого все экономические показатели, определяющие эффективность машинного производства, в той или иной степени зависят от энергетических показателей, характеризующих элементы производственного процесса, и закономерностей «трансформации» энергии при его осуществлении. В настоящей статье с этих позиций рассматривается показатель рентабельности основных производственных фондов.

В общем виде этот показатель определяется отношением прибыли ( $\Pi$ ) к среднегодовой стоимости его основных промышленно-производственных фондов ( $\Phi$ ), т. е.  $R\Phi = \Pi/\Phi$ .

Учитывая, что годовая прибыль определяется объемом товарной продукции ( $T\Pi$ ) и прибылью на 1 р. ее, выражение рентабельности фондов может быть представлено в виде:

$$R\Phi = T\Pi(1 - C)/\Phi, \quad (1)$$

где  $C$  — затраты на 1 р. товарной продукции, р.

В формуле (1) отношение  $T\Pi/\Phi$  представляет фондоотдачу ( $\Phi O$ ). Следовательно, преобразуя выражение (1), получаем

$$P\Phi = \Phi O (1 - C). \quad (2)$$

Выражение  $\Phi O = T\Pi/\Phi$  позволяет лишь определить фондоотдачу. Чтобы вскрыть сущность этого показателя и установить основные направления его повышения, необходимо воспользоваться выражением [1]:

$$\Phi O = \Phi_n N_\Phi T_{\text{эф}} \gamma_a / g_3. \quad (3)$$

где  $\Phi_n$  — фактор интенсивности использования оборудования, характеризующий степень его использования по мощности и времени;

$N_\Phi$  — энергонасыщенность активной части фондов, кВт/тыс. р.;

$T_{\text{эф}}$  — эффективный фонд времени работы оборудования, ч;

$g_3$  — удельная энергоемкость продукции, кВт·ч/р.;

$\gamma_a$  — доля активной части основных промышленно-производственных фондов.

В свою очередь, затраты на 1 р. товарной продукции могут быть установлены как

$$C = g_3 \sum_1^n C_{\text{кВт} \cdot \text{ч}}, \quad (4)$$

где  $\sum_1^n C_{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$  — удельно-стоимостные показатели элементов затрат (энергии, топлива, заработной платы, амортизации и т. д.), отнесенные к единице расходуемой энергии, р./кВт·ч [2].

Таким образом, формула (2) после преобразования приобретает следующий вид:

$$P\Phi = \Phi_n N_\Phi T_{\text{эф}} \gamma_a \left( 1 - g_3 \sum_1^n C_{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \right) / g_3. \quad (5)$$

Все величины, входящие в выражение (5), имеют определенный производственно-физический смысл и характеризуют совершенство применяемых технологических процессов, оборудования и организационно-технический уровень производства. Повышение рентабельности фондов может быть обеспечено за счет роста фактора интенсивности использования оборудования ( $\Phi_n$ ), энергонасыщенности активной части фондов ( $N_\Phi$ ), структуры промышленно-производственных фондов ( $\gamma_a$ ) и снижения затрат на 1 р. товарной продукции ( $C$ ) и ее удельной энергоемкости ( $g_3$ ).

В таблице приведены значения показателей, определяющих эффективность использования основных производственных фондов, и расчет показателей фондоотдачи и фондорентабельности Кемского лесопильного завода.

Как видим, показатели фондоотдачи и рентабельности фондов низки, несмотря на значительную величину фактора интенсивности использования оборудования. Такое положение определяется, главным образом, низкими значениями энергонасыщенности фондов (2,1 кВт/тыс. р.).

Показатель энергонасыщенности фондов характеризует степень технического совершенства применяемого оборудования, его энергети-

Показатели	Условное обозначение	Единица измерения	Численное значение	Источник информации и порядок расчета
Товарная продукция	$ТП$	тыс. р.	13 115	Форма 22
Среднегодовая стоимость основных промышленно-производственных фондов	$\Phi$	»	17 195	»
Стоимость активной части фондов	$\Phi_a$	»	5473	Форма 11
Доля активной части фондов	$\gamma_a$	—	0,32	$\gamma_a = \Phi_a / \Phi$
Суммарная номинальная мощность оборудования	$\Sigma N_n$	кВт	11 547	Форма 22
Потребленная электроэнергия	$\mathcal{E}$	тыс. кВт·ч	9620	»
Эффективный фонд времени работы оборудования	$T_{эф}$	ч	2100	Баланс рабочего времени
Прибыль от реализации товарной продукции	$П$	тыс. р.	1173	Форма 22
Прибыль на 1 р. товарной продукции	$П_{руб}$	к.	9	$П_{руб} = П / ТП$
Фактор интенсивности использования оборудования	$\Phi_n$	—	0,39	$\Phi_n = \mathcal{E} / \Sigma N_n T_{эф}$
Энергонасыщенность фондов	$N_\Phi$	кВт/тыс.р.	2,1	$N_\Phi = \Sigma N_n / \Phi$
Удельная энергоемкость продукции	$g_\mathcal{E}$	кВт·ч/р.	0,73	$g_\mathcal{E} = \mathcal{E} / ТП$
Фондоотдача	$\Phi O$	р./р.	0,76	$\Phi O = \Phi_n N_\Phi T_{эф} \gamma_a / g_\mathcal{E}$
Рентабельность фондов	$Р\Phi$	%	6,8	$Р\Phi = \Phi O П_{руб}$

ческий и производственный потенциал. Повышение этого показателя может быть обеспечено при условии, если при замене старого оборудования новым прирост мощности больше, чем разница в стоимости нового и подлежащего замене оборудования. Иначе говоря, повышение производительности оборудования должно превышать рост его стоимости. Однако в настоящее время имеет место обратная тенденция, снижающая фондоотдачу и рентабельность фондов. По данным [3], в течение последнего десятилетия стоимость единицы оборудования в станкостроении растет быстрее его мощности и производительности.

Подобная тенденция наблюдается и на Кемском лесопильном заводе. Так, внедрение мощной импортной техники, несмотря на достаточно высокую интенсивность ее использования, привело к снижению фондоотдачи и фондорентабельности, вследствие чрезмерно большой стоимости этой техники.

Выражение (5) вскрывает факторы, обуславливающие рентабельность фондов, и позволяет установить степень их влияния. Входящие в него показатели должны стать предметом специальных исследований. Большой интерес представляет исследование экстенсивных и интенсивных показателей использования оборудования, оптимизации его структуры, организационно-технического уровня производства в целях определения предельных значений фактора интенсивности использования оборудования. Интересно установить соответствие стоимости оборудования и его производительности. Найти пути снижения энергоемкости производимой продукции важно не только с точки зрения повышения

рентабельности фондов, но и в целях рационального использования и экономии энергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бадмаева С. Д. Анализ эффективности использования основных фондов лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 5, с. 124—127. [2]. Бадмаева С. Д. Анализ себестоимости машинных работ в лесопильном производстве. — В кн.: Экономические проблемы лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности и лесного хозяйства. Л., 1981, с. 8—10. (Междуз. сб. науч. тр.; Вып. 10). [3]. Костин Л. А. Производительность труда на современном этапе. — Экономика и организация промышленного производства, 1980, № 11, с. 58—73. [4]. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. — М.: Прогресс, 1978.

Поступила 13 сентября 1982 г.

УДК 674:658.153

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СВЯЗИ С ОБОРАЧИВАЕМОСТЬЮ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ \*

Б. Н. ЖЕЛИБА

Белорусский технологический институт

В настоящее время показатели оборачиваемости оборотных средств обязательны для отчетности деревообрабатывающих предприятий (объединений), однако им не отводится должного места в оценке эффективности и экономическом стимулировании. Скажем, ускорение оборачиваемости и высвобождение оборотных средств не всегда можно отнести на счет улучшения производственной деятельности. Во многом оно объясняется еще недостаточной отработанностью теоретических основ расчетов показателей оборачиваемости. Например, до сих пор нет единого мнения, как рассчитывать коэффициент оборачиваемости оборотных средств — на основе реализованной продукции или через ее себестоимость. Эта проблема обсуждается в экономической литературе давно [1, 4, 7]. В официальной отчетности предприятиям рекомендовано устанавливать оборачиваемость по реализованной продукции, считается, что этот способ правильнее отражает эффективность производства. Имеется суждение в пользу себестоимости по тем соображениям, что прибыль, заключенная в стоимости продукции, не входит в так называемую сумму оборотов. Тогда коэффициент оборачиваемости  $K_0$  правильнее определять по формуле

$$K_0 = \frac{C}{CO}, \quad (1)$$

где  $C$  — себестоимость реализованной продукции;  
 $CO$  — средние остатки оборотных средств.

Рассмотрим некоторые варианты этой формулы с точки зрения эффективности деревообрабатывающего производства. Прежде отметим, что каждый элемент себестоимости есть сумма оборотов соответствующих средних остатков: сырья и основных материалов, топлива и т. п. Так, количество оборотов средних остатков сырья и основных материалов

\* Печатается в порядке постановки вопроса.

$$K_o^{cm} = \frac{CM}{CO_{cm}}, \quad (2)$$

где  $CM$  — стоимость затраченных за период (год, квартал) сырья и основных материалов;

$CO_{cm}$  — среднегодовые (среднеквартальные) остатки сырья и основных материалов.

Аналогично можно вывести ряд частных по отношению к формуле (1) величин, которые имеют вполне определенную смысловую нагрузку:  $K_o$  — некоторый усредненный частный коэффициент оборачиваемости. Поскольку сырье и основные материалы — наиболее важный элемент затрат в деревообрабатывающем производстве, а древесина — дефицитное сырье, желательнее, чтобы:  $K_o^{cm} > K_o$ . Так, по отчету за 1979 г. объединение Витебскдрев Минлеспрома БССР имело  $K_o = 6,69$ ;  $K_o^{cm} = 5,20$ ; а объединение Речицадрев соответственно 6,24 и 7,00.

В литературе [6] предлагается ряд так называемых частных показателей:

$$K_o^{cm'} = \frac{C}{CO_{cm}}; \quad K_o^{cm''} = \frac{C}{CO_{...}} \text{ и т. п.} \quad (3)$$

Вполне очевидно, что смысловая нагрузка таких частных показателей ограничена, так как подобные коэффициенты отражают лишь структуру остатков оборотных средств.

Процесс кругооборота оборотных средств включает четыре стадии: производственные запасы, незавершенное производство, готовая продукция, денежные средства. Следовательно, по нашему мнению, установление в отдельности числа оборотов нормируемых оборотных средств и ненормируемых, согласно отчетным формам, мало целесообразно, как и мало смысла устанавливать оборачиваемость в сфере производства и в сфере обращения. Оборотные средства не могут совершать оборот отдельно в производстве и отдельно в сфере обращения, как не могут совершать оборот отдельно производственные запасы и деньги. В этой связи не трудно прийти к выводу о необходимости наличия в формуле рентабельности производства всех остатков оборотных средств, которыми располагало предприятие, а не только нормируемых, на что указывает ряд авторов [5].

Проанализируем составные части средних остатков оборотных средств. Чтобы ускорить оборачиваемость оборотных средств, предприятиям требуется снижать их остатки до минимума, не допускать образования сверхнормативных запасов, неликвидов и т. п., что в конечном счете должно приводить к росту общей и расчетной рентабельности производства. Какие же остатки оборотных средств в наибольшей мере обуславливаются деятельностью предприятия? При расчете норматива производственных запасов оперируют их среднесуточным расходом и нормой запаса в днях. В свою очередь, норма запаса определяется исходя из нескольких факторов. Среди них один из главных — нормы на текущий, страховой, транспортный запас, зависящие от длительности интервала поставок сырья и материалов, расстояний, на которых находятся поставщики. Из двух равных по мощности однотипных деревообрабатывающих предприятий будет иметь меньший норматив производственных запасов и, следовательно, выигрывать в рентабельности то из них (при прочих равных условиях), которое расположено ближе к поставщикам. Эти рассуждения справедливы и для обоснования норматива остатков готовой продукции (здесь — с учетом места нахождения

потребителей продукции). А. А. Девина [3] указывает на целесообразность кредитования банком производственных запасов и готовой продукции, так как незавершенное производство практически полностью контролируется предприятием. В противоположность этому оборотные средства, находящиеся в сфере обращения, и производственные запасы трудно поддаются контролю со стороны предприятия. Их остатки зависят от ряда внешних факторов, и функции по их контролю следует возлагать на учреждения банка. Безусловно, как отмечает К. К. Вальтух [2], важное значение имеет соотношение между частью оборотных средств, занятой в незавершенном производстве, и производственными запасами. Чем меньше запасов требуется для постоянного поддержания объема незавершенного производства на необходимом уровне, тем выше общая эффективность оборотных средств. Однако возможности предприятия сокращать производственные запасы имеют известный предел.

Денежные средства не нормируются и находятся под прямым контролем банка. Остатки денежных средств на расчетном счете не включаются в расчет оборачиваемости. Рост этих остатков не может свидетельствовать о неудовлетворительной работе предприятия.

Таким образом, приходим к выводу, что именно средние остатки незавершенного производства (включая расходы будущих периодов) в наибольшей степени определяются деятельностью предприятия. Успешно работает предприятие — объем незавершенного производства держится на минимально необходимом уровне. Снижая нормы расхода сырья и основных материалов на единицу продукции, что немаловажно в деревообрабатывающей промышленности, предприятие сокращает заделы незавершенного производства. Повышается производительность труда — снижаются остатки заработной платы и амортизационных отчислений, входящие в незавершенное производство. Если имеют место сбои в производстве, разрывы в технологическом процессе — все это ведет к росту незавершенного производства, увеличению продолжительности производственного цикла.

В целях объективной оценки эффективности деятельности деревообрабатывающих предприятий и их производственных коллективов надо стремиться максимально исключить влияние побочных или внешних причин. В частности, к факторам, практически не зависящим от деятельности предприятия, следует отнести условия сбыта и снабжения. Однако, как можно видеть, они существенно влияют на формирование показателей оборачиваемости оборотных средств и рентабельности производства. В этой связи большего внимания заслуживает предложение А. А. Девиной [3], так как в таком случае влияние остатков производственных запасов и готовой продукции на показатель рентабельности производства будет сводиться к минимуму.

Рассмотрим, как изменяется оценка эффективности производства в зависимости от построения показателя рентабельности. Представим один из коэффициентов оборачиваемости оборотных средств:

$$K_o^{\text{нзп}} = \frac{C}{CO_{\text{нзп}}} \quad (4)$$

В экономической литературе он известен как частный коэффициент оборачиваемости средних остатков незавершенного производства (НЗП). В свете изложенного роль этого показателя значительно возрастает, как и его доля в качестве определенного обобщающего измерителя. Эта величина отражает скорость прохождения оборотных средств через фазу производства, она в целом свободна от влияния условий снабжения

и сбыта и, следовательно, более объективно показывает успешность использования оборотных средств в общем кругообороте со стороны предприятия.

Равно формула общей рентабельности производства видоизменится:

$$P = \frac{\text{Прибыль}}{\text{ОПФ} + \text{СО}_{\text{нзп}}}, \quad (5)$$

т. е. вместо средних остатков нормируемых оборотных средств приняты средние остатки незавершенного производства.

Приведем пример из практических данных (см. табл.). Как видим, эффективность производства объединений Минскпроектмебель и Гомельдрев, вычисленная через показатель (5), выше, чем у объединений Мозырьдрев и Витебскдрев. По критерию общей рентабельности положение обратное. Естественно, по обоим критериям правильнее сравнивать объединения, однотипные по профилю, по структуре. Вполне понятно, что лесопильное производство имеет меньший объем незавершенного производства, чем мебельное, в силу особенностей технологии. Но стоимость продукции, имеющей длительный производственный цикл, как правило, более высокая.

Показатели оборачиваемости оборотных средств и эффективности производства некоторых объединений Минлеспрома БССР

Деревообрабатывающее объединение	$\frac{C}{CO}$	$\frac{C}{CO_{\text{нзп}}}$	$\frac{\text{Прибыль}}{\text{ОПФ} + \text{НОС}}$	$\frac{\text{Прибыль}}{\text{ОПФ} + \text{СО}_{\text{нзп}}}$
Минскпроектмебель	3,08	35,7	33,6	40,3
Мозырьдрев	5,11	120,6	34,9	39,4
Витебскдрев	6,69	193,8	35,5	29,3
Гомельдрев	6,06	108,2	35,2	40,8

Сопоставление показателей (1), (2), (4), (5) и общей рентабельности позволяет более полно и объективно оценить работу предприятий, целенаправленно совершенствовать материальное снабжение и сбыт, экономить ресурсы.

Зачастую эффект, получаемый в результате ускорения оборачиваемости оборотных средств, существенно превышает их экономию за счет снижения норм расхода сырья, материалов, топлива и т. д. Предприятия, высвобождая оборотные средства, имеют возможность получить дополнительную прибыль, в том числе направленную на образование фондов экономического стимулирования. В условиях нарастающего дефицита сырьевых ресурсов есть смысл рассматривать вопросы стимулирования деревообрабатывающих предприятий в непосредственной зависимости от показателей оборачиваемости оборотных средств. За 1979 г., например, из четырнадцати объединений Минлеспрома БССР, занимающихся деревообработкой, пять привлекли в оборот дополнительные материальные средства в связи с замедлением их оборачиваемости.

Анализ состояния и использования оборотных средств предприятия в непосредственной связи с эффективностью производства лучше выявляет положительные и отрицательные стороны его деятельности. На его основе должны разрабатываться мероприятия по ликвидации недостатков в использовании оборотных средств. В деревообрабатывающей промышленности имеются немалые резервы в этой области. Задача отрасли — полнее их использовать.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барнгольц С. Б. Оборотные средства промышленности СССР. — М.: Финансы, 1965. [2]. Вальтух К. К. Кругооборот и оборот фондов предприятия. — М.: Экономика, 1964. [3]. Девина А. А. Организация собственных и оборотных средств в современных условиях. — В кн.: Оборотные средства и кредит в условиях хозяйственной реформы. М., Московский дом науч.-техн. пропаганды, 1969. [4]. Меерович В. Г. Оборот средств и эффективность производства. — М.: Финансы, 1974. [5]. Проблемы теории и анализа эффективности общественного производства/ А. С. Толкачев, Б. П. Плышевский, В. А. Новиков и др. — М.: Экономика, 1972. [6]. Шеремет А. Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятия. — М.: Экономика, 1974. [7]. Шумов Н. С. Эффективность использования оборотных средств в промышленности. — М.: Финансы, 1972.

---

Поступила 10 сентября 1982 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630\*232.312.2

МАШИНА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

А. И. ЗЕМЛЯНУХИН

Воронежский лесотехнический институт

В описанной ранее [1—4] конструкции машины для механической обработки семян при подготовке их к посеву отделение крылышек происходит в результате взаимодействия семян с цилиндрической рабочей поверхностью. При этом перемещение семян в процессе обработки осуществляется по винтовой линии лопастями вращающегося ротора.

Результаты экспериментальных и производственных исследований показали, что более качественная обработка семян может быть достигнута вращательным перемещением семян в процессе обработки по цилиндрической рабочей поверхности как в окружном, так и в осевом направлениях. С этой целью нами была разработана конструкция машины, в которой обеспечиваются колебания рабочего цилиндра в осевом направлении.

Предлагаемая конструкция машины (рис. 1) состоит из металлического кожуха 17, подвешенного на пружинах 16 к раме 15, в который вставлен рабочий цилиндр 14. Внутри цилиндра проходит вал 13, установленный в подшипниках 2 и 12. К валу 13 с помощью тяг прикреплены щетки 8. В верхней части машины установлен электромаг-

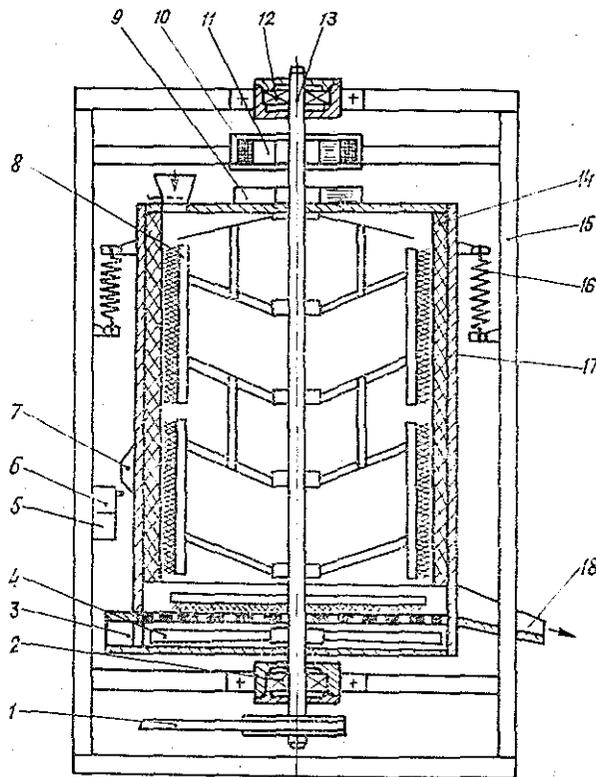


Рис. 1.

нит, состоящий из обмотки 10 и сердечника 11. С цилиндром жестко соединен массивный якорь 9. В нижней части цилиндра установлен вентилятор 4, отсасывающий пыль сквозь решетку в патрубке 3. Обработанные семена высыплются в тару через точку 18. Кроме этого, имеются контакты 6 включения электромагнита, которые включаются передвижным упором 7. Выпрямление переменного тока осуществляется с помощью выпрямителя 5. Вращение вала осуществляется от электродвигателя через ременную передачу 1.

Машина работает следующим образом. Семена из бункера поступают в рабочий цилиндр. Увлекаемые щетками 8, они начинают вращаться. Под действием центробежной силы семена прижимаются и перекачиваются в окружном направлении щетками вращающегося ротора по внутренней поверхности рабочего цилиндра. Благодаря колебательному движению цилиндра в осевом направлении, семена ускоренно перемещаются вдоль образующей рабочего цилиндра, при этом обеспечивается их вращение как в окружном, так и в осевом направлениях. Изменением частоты колебаний рабочего цилиндра, например, в пределах 0,2—5 Гц, амплитуды, а также частоты вращения щеток, достигают одинакового перемещения семян как в осевом (вниз), так и в окружном направлениях. Этим обеспечивается более высокое качество обработки семян.

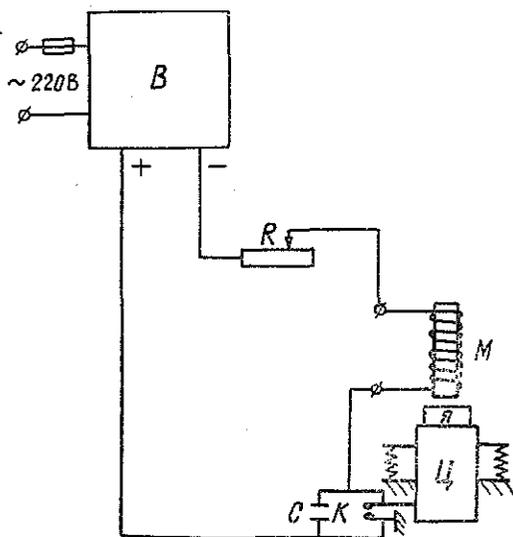


Рис. 2.

Возбуждение колебаний рабочего цилиндра (рис. 2) происходит следующим образом. Под действием собственного веса цилиндр Ц, сжимая пружины, замыкает контакты К. Включенный электромагнит М, воздействуя на якорь Я, увлекает цилиндр вверх, чему способствуют сжатые пружины. При движении цилиндра вверх контакты размыкаются, и цикл повторяется. Данное устройство работает в резонансном режиме, так как частота изменения возмущающей силы задается самим колеблющимся телом. Частота и фаза колебаний возмущающей силы совпадают с частотой и фазой собственных колебаний. Затраты энергии на возбуждение вибраций ничтожно малы. Амплитуда и частота колебаний обеспечиваются соответствующим выбором жесткости пружин. Емкость С — искрогасящая, В — выпрямитель переменного тока. Изменение параметров (частоты, амплитуды) колебаний позволяет изменять скорость движения семян в процессе обработки.

Производительность машины определяется по формуле

$$Q = m \frac{V_a}{S_a} \epsilon (1 - \lambda),$$

где  $m$  — масса семян в рабочей зоне, кг;

$V_a$  — абсолютная скорость движения семян по рабочей поверхности, м/ч;

$S_a$  — абсолютное перемещение семян по рабочей поверхности, м;

$\epsilon$  — коэффициент заполнения семенами рабочей поверхности, равный 0,8—0,9;

$\lambda$  — коэффициент уменьшения массы семян после обработки, равный 0,1—0,2.

Как показали результаты экспериментальных исследований, применение колебаний рабочего цилиндра в осевом направлении сокращает время обработки семян, а также придает семенам вращательное движение как в окружном, так и в осевом направлениях (вдоль образующих) по внутренней поверхности рабочего цилиндра. Это позволяет повысить качество обработки семян и увеличить производительность на 20—25 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 411894 (СССР). Машина для шлифования семян / Л. Т. Седаш, А. И. Землянухин, В. Л. Поливянный, В. С. Глуховский. — Оpubл. в Б. И., 1974, № 3. [2]. Баранов А. И., Землянухин А. И., Малофеева М. А. Пути уменьшения повреждения семян при механической обработке. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 2, с. 14—18. [3]. Баранов А. И., Землянухин А. И., Малофеева М. А. Анализ влияния радиуса подачи на скорость схода семян с распределительного диска в машине для механической обработки семян. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1, с. 35—39. [4]. Землянухин А. И., Баранов А. И., Малофеева М. А. Определение времени обработки семян в машине с вертикальным рабочим органом. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 5, с. 25—28.

УДК 630\*524.31

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ШКАЛЫ РАЗЯДОВ ВЫСОТ

В. С. ГРЕК  
ДальНИИЛХ

Расчет значений высот шкалы разрядов по обобщающей кривой обычно ведется в дискретном диапазоне, что затрудняет его автоматизацию и хранение данных в памяти ЭВМ. Этот процесс можно выразить аналитически. Шкала высот по существу представлена семейством кривых, полученных из одной осевой линии путем ее растяжения и сжатия. В геометрическом смысле кривые высот всех разрядов конгруэнтны, а их перемещение регламентируется введением переменного коэффициента преобразования  $K_i$ . Значение коэффициента однозначно определяется относительной величиной заданного по высоте интервала  $h$ . Очевидно, что для среднего разряда должно быть  $K = 1$ , для высших разрядов  $K > 1$ , для низших  $K < 1$ . Если представить обобщающую кривую высот в виде функции  $F$  коррелятивной связи высот  $H$  и диаметров  $D_{1,3}$ , то шкалу разрядов в целом можно выразить уравнением:

$$H = K_i F(D_{1,3}) \text{ при } K_i = 1 \pm hN,$$

где  $N$ : = 0, 1, 2 ... для осевых линий;  
 $N$ : = 0,5; 1,5; 2,5 ... для граничных линий;  
 $i$  — номер разряда (границы разряда).

Расчет шкалы разрядов аналитическим способом сделан на примере древостоев березы желтой (ребристой). Для получения обобщающей кривой использованы замеры высот и диаметров 1032 модельных деревьев с 34 пробных площадей, заложенных в желтоберезовых кедровниках (К-IV) Хабаровского и Приморского краев. Кривая высот аппроксимирована кубической параболой со следующими параметрами:

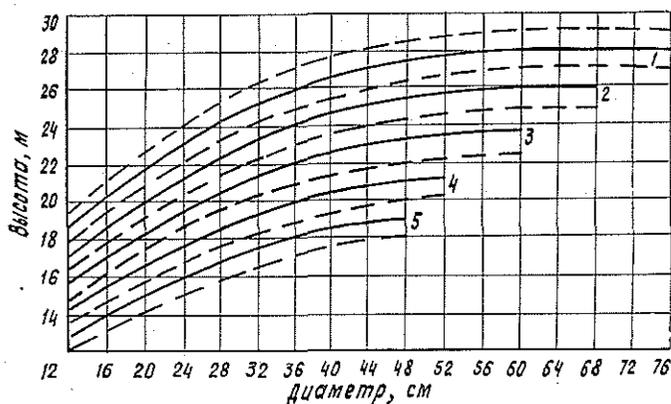
$$H = 9,3 + 0,625D_{1,3} - 0,00924D_{1,3}^2 + 0,0000462D_{1,3}^3; \quad (1)$$

корреляционное отношение  $\eta = 0,719$ ;  $10 \leq D_{1,3} \leq 74$  см.

За базисную величину принята ступень толщины  $D_E = 36$  см как имеющая наибольший вес по числу встречающихся деревьев. По уравнению (1) вычислено значение базисной высоты  $H_E = 22,0$  м. Интервал по высоте между осевыми линиями разрядов высот принят равным 2 м. Отсюда  $h = 2/22,0 = 0,0909$ . Тогда  $K_i = 1 \pm 0,0909N$ .

Для пятиразрядной шкалы ( $i$ : = 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5) коэффициент преобразования  $K_i$  уравнения обобщающей кривой принимает следующие значения по разрядам:

- а) для осевых линий  $K_1 = 1,1818$ ;  $K_2 = 1,0909$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 0,9091$ ;  $K_5 = 0,8182$ ;  
 б) для граничных линий  $K_{0,5} = 1,2273$ ;  $K_{1,5} = 1,1364$ ;  $K_{2,5} = 1,0455$ ;  $K_{3,5} = 0,9546$ ;  
 $K_{4,5} = 0,8636$ ;  $K_{5,5} = 0,7727$ .



Шкала разрядов высот древостоев березы желтой.

1, 2, 3, 4, 5 — номера разрядов.

По уравнению обобщающей кривой (1) и найденным коэффициентам преобразования сделан расчет и графическое построение осевых и граничных линий шкалы разрядов высот (см. рис.).

Расчитанные аналитическим способом шкалы могут быть использованы для составления таблиц объемов стволов древесных пород по разрядам высоты. Проверка составленных нами таблиц объемов для древостоев березы желтой по материалам 24 пробных площадей показала их высокую точность и пригодность для практического использования.

Преимущество способа построения шкалы путем аналитического преобразования обобщающей кривой заключается в получении возможности вычислять высоты для любых заданных диаметров в непрерывном диапазоне и для любых заданных диаметров любого разряда (границы разряда). Тем самым открываются новые перспективы для математического моделирования и автоматизации этого процесса. Во-первых, математическая модель шкалы разрядов высот, а в конечном итоге и таблиц объемов, удобна для программирования и хранения в памяти ЭВМ. Во-вторых, автоматизация этой процедуры позволяет избежать неточностей и ошибок субъективного характера и повышает производительность труда по сравнению с аналогичными расчетами на клавишной вычислительной машине почти в пять раз.

УДК 630\*174.754 : 630\*165.3 : 630\*232.328.5

## ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ МАТОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА РОСТ ПРИВОЕВ СОСНЫ

А. А. ХИРОВ

Боровая ЛОС

Одно из обязательных требований к плюсовым деревьям — высокая продуктивность их потомства. В литературе встречаются противоречивые данные о способности плюсовых деревьев, отобранных по комплексу габитуально-морфологических признаков, выполнить это требование. В опытах Боровой ЛОС анализ сопряженности размеров маточных деревьев (диаметр, высота, объем ствола) и средней высоты семенного и вегетативного потомства дал отрицательный результат, наиболее вероятной причиной которого могла быть неоднородность изучаемой совокупности маточных деревьев, в первую очередь, по условиям роста и возрасту. Отсутствие связи между высотой 2-летних семянцев и размерами разновозрастных материнских сосен отмечает Я. Я. Гайлис [1].

Чтобы исключить эти причины, было отобрано для опыта 11 абсолютно одновозрастных 56-летних сосен в посадках А. П. Тольского из местных семян на пробе пло-

щадью 0,09 га в миштом сосняке пологих всхолмлений и равнин. Главные требования к деревьям — различная крупность ствола и размещение в визуальном однородных условиях рельефа. Заготовленные с деревьев черенки прививали в культурах этого же типа леса на практически одинаковые по высоте подвои (76—94 см). Прививки черенками каждого дерева выполняли в трех повторностях. Приживаемость черенков составила: у крупных маточных сосен — 60 % (43—81 %), средних — 71 % (63—81 %) и мелких — 76 % (58—80 %).

Таблица 1

Исследуемая связь	Коэффициент корреляции $r$	Достоверность $t$	Вероятность достоверности $P$
Высота привоя, см — высота материнского дерева, м	$0,76 \pm 0,22$	3,45	0,99
Высота привоя, см — диаметр материнского дерева, см	$0,53 \pm 0,28$	1,89	0,91
Высота привоя, см — объем ствола материнского дерева, м <sup>3</sup>	$0,54 \pm 0,28$	1,93	0,91

Как показал анализ (табл. 1), высота 11-летних привоев имеет тесную положительную корреляцию с высотой маточных деревьев при высоком уровне достоверности. Достаточно тесная связь отмечена между высотой привоя и объемом ствола и диаметром маточных деревьев. Но в этом случае вероятность достоверности равна 0,91.

Коэффициент детерминации ( $r^2$ ) высоты привоя и материнского дерева, равный 0,58, свидетельствует, что разница в средних высотах у 11-летних клонов почти на 60 % зависела от высоты материнских деревьев. Подобная оценка сопряженности диаметра и объема ствола с высотой привоев дает вероятность вдвое меньшую (0,28—0,29). Эти коэффициенты вполне согласуются с уровнем наследуемости, рассчитанным Е. П. Проказиным и В. К. Малкиным [2] и равным 60 % для высоты 90—100-летних маточных сосен.

Незначительные различия в росте привоев из черенков разных по крупности материнских деревьев наблюдались уже у 2—3-летних прививок. В 11-летнем возрасте они оказались довольно существенными (табл. 2).

Таблица 2

Маточные деревья				Число привоев	Высота привоев, см		
Номер	Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола, м <sup>3</sup>		Средняя	Лимиты	
						максимальный	минимальный
21—82	19	19,5	0,266	14	$297,4 \pm 22,0$	473	145
35—82	27	20,2	0,540	10	$271,2 \pm 16,0$	342	178
43—82	19	17,2	0,235	9	$300,4 \pm 21,9$	376	225
44—82	22	17,7	0,317	11	$260,0 \pm 19,6$	335	150
Средняя для крупных деревьев:				44	$282,2 \pm 9,87$		
3—82	16	17,1	0,168	9	$248,8 \pm 21,5$	354	138
41—82	16	17,2	0,168	18	$255,2 \pm 21,4$	425	120
50—82	16	13,8	0,144	14	$251,7 \pm 23,1$	410	139
Средняя для средних деревьев:				41	$251,9 \pm 4,04$		
12—82	12	15,6	0,090	20	$227,3 \pm 15,6$	368	110
27—82	11	14,7	0,073	21	$250,7 \pm 16,6$	358	115
28—82	11	14,2	0,069	28	$239,1 \pm 13,3$	365	108
33—82	12	11,0	0,066	11	$190,6 \pm 19,2$	280	103
Средняя для мелких деревьев:				80	$226,9 \pm 7,96$		

Полученные данные по средним высотам привоев свидетельствуют: все крупные деревья дали самое крупное потомство, средние — в 67 % случаев — среднее и в 33 % — мелкое, потомство мелких материнских деревьев в 75 % случаев имело ми-

нимальные высоты. Наименьшим варьированием высот отличалось потомство крупных маточных деревьев (от 18,6 до 27,4 %,  $v_{cp} = 22,8$  %), а наибольшим — средних (от 26,0 до 35,5 %,  $v_{cp} = 31,8$  %). Потомство мелких деревьев по этому показателю было ближе к потомству средних (от 29,4 до 31,9 %,  $v_{cp} = 30,0$  %). Самые высокие экземпляры привоев встречались в потомстве средних и крупных маточных деревьев. В отношении минимальных по высоте привоев наблюдается исключительно четкая зависимость: самыми большими они были в потомстве крупных, средними — в группе средних и наименьшими — в группе мелких деревьев (табл. 2).

При сравнении средних высот привоев по группам крупности маточных деревьев высокие достоверность разницы и вероятность достоверности получены для клонов крупных и мелких деревьев ( $t = 3,38$  и  $P = 0,99$ ), достаточно высокая — между клонами крупных и средних деревьев ( $t = 2,56$  и  $P = 0,95$ ) и низкая — между клонами средних и мелких материнских сосен ( $t = 1,61$  и  $P = 0,85$ ). Следовательно, вегетативное размножение крупных деревьев практически всегда обеспечивает более интенсивный рост привоев. При этом крупные деревья, судя по нашему опыту, должны иметь преимущество по диаметру не менее 20 % и по высоте не менее 10 % от средних для древостоя, где проводится отбор маточных деревьев для заготовки черенков.

Отмечая высокую наследуемость размеров маточных деревьев при вегетативном размножении, не следует забывать, что для лесокультурной практики первостепенное значение имеет селекционный эффект семенного потомства. По нашим данным, коэффициент корреляции между высотами 7-летнего семенного и вегетативного потомства одних и тех же маточных деревьев оказался довольно высоким ( $r = 0,53 \pm 0,23$  при  $t = 2,30$  и  $P = 0,95$ ). Поэтому оценка роста привоев может быть первым этапом проверки наследственных свойств маточных деревьев, например, в архивах клонов. И еще: результаты опыта показывают необходимость точного (инструментального) определения возраста плюсового дерева и внесения поправки на возраст при расчете минимально допустимых диаметров и высот при отборе маточных деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гайлис Я. Я. Взаимосвязь между размерами стволов материнских деревьев сосны и высотой двухлетних сеянцев полусибсов. — Лесоведение, 1973, № 6. [2]. Проказин Е. П., Малкин В. К. Методические рекомендации по сортовому семеноводству сосны обыкновенной. — М.: Гослесхоз, 1976.

УДК 630\*812

## ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ СЖАТИИ ВДОЛЬ ВОЛОКОН

В. П. ЛЕВЧЕНКО

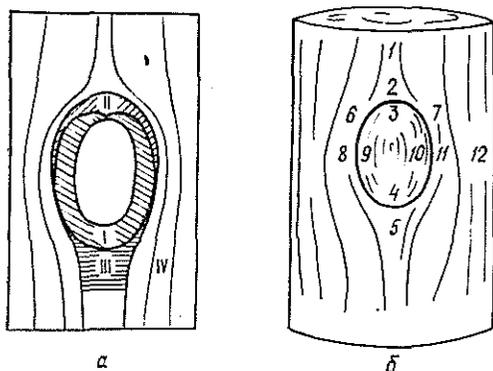
Украинская сельскохозяйственная академия

Испытаниям подвергали 9 образцов со средним диаметром 15,1 см и высотой, равной двум диаметрам. Посредине высоты образцов располагались здоровые, сросшиеся с древесной сучки: средний продольный диаметр самого крупного сучка — 55 мм, средний поперечный диаметр его — 49 мм, относительный размер самого крупного сучка — 0,32, сумма относительных размеров всех сучков в мутовке — 1,01. Влажность древесины превышала предел насыщения клеточных стенок.

По характеру расположения волокон, окружающих сучок, выделены четыре зоны (см. рис. а). В зону I включены волокна, перешедшие в сучок, в зоны II и III — волокна, переходящие в сучок, в зону IV — волокна, не переходящие в сучок.

Деформации определены при помощи тензодатчиков и многоканального прибора с разноплечными неравновешенными мостами постоянного тока [1—3]. Для исключения погрешностей измерения, связанных с колебанием температуры и влажности в процессе испытаний, применен компенсационный датчик, наклеенный на недеформируемый образец. Деформации регистрировали зеркальным гальванометром высокой чувствительности ( $1,5 \cdot 10^{-9}$  А). Шкала гальванометра проградуирована по показаниям индикатора часового типа с ценой деления 0,001 мм. Испытания проведены при среднем напряжении 7,5 МПа. Деформации определены на участках 1 и 12 с продольным направлением волокон, в третьей зоне — на участке 5, в четвертой зоне, где наблюдается самое большое отклонение волокон от продольного направления, — на участках 6, 7, 8 и 11, в пределах сучка в растянутой и сжатой зонах — на участках 3 и 4 и на границах зон — на участках 9 и 10 (см. рис. б).

На участках 1 и 12 относительная продольная деформация имела наименьшую величину. Выше и ниже сучка на участках 2 и 5 деформация почти одинакова, что



а — участки присучковой зоны; б — схема расположения тензодатчиков на образце с круглым сечением.

объясняется совпадением углов отклонения волокон от продольного направления, но она в среднем на 54 % больше, чем на участках с продольным направлением волокон. В четвертой зоне на участках 6 и 7 наблюдается самая большая относительная продольная деформация (табл. 1).

Таблица 1

Номер участка	Угол отклонения волокон от продольного направления, град	n	$M \pm m$	$\sigma$	v %	p %	M %
			$\epsilon_1 \cdot 10^{-4}$				
1	0	9	$7,9 \pm 0,386$	—	14,65	9,7	100
1	—	9	$2,2 \pm 0,177$	0,532	24,18	16,00	100
2	18—22	9	$12,6 \pm 1,270$	—	30,24	20,2	159
2	—	5	$4,9 \pm 0,505$	2,474	50,48	20,6	223
3	65—70	9	$20,7 \pm 1,554$	—	22,38	14,9	262
3	—	6	$12,2 \pm 2,002$	4,903	40,18	32,8	555
4	65—70	9	$17,5 \pm 1,081$	—	18,54	12,3	222
4	—	8	$14,7 \pm 1,666$	4,712	32,05	22,7	668
5	15—17	9	$11,7 \pm 0,747$	—	19,17	12,8	148
5	—	9	$6,2 \pm 0,822$	2,468	39,80	26,5	282
6; 7	45—50	18	$19,5 \pm 1,174$	—	25,55	12,0	247
6; 7	—	15	$9,6 \pm 1,448$	5,610	58,43	30,2	436
8; 11	35—47	18	$17,5 \pm 1,210$	—	29,34	13,8	222
8; 11	—	15	$12,8 \pm 1,288$	4,992	39,00	20,1	582
9; 10	65—70	18	$21,3 \pm 0,672$	—	13,30	6,3	270
9; 10	—	15	$13,6 \pm 1,249$	4,839	35,58	18,4	618
12	0	12	$8,1 \pm 0,451$	—	16,69	11,1	103
12	—	6	$1,3 \pm 0,264$	0,684	49,84	40,6	59

Примечание.  $W > 30\%$ .

Увеличение отклонения волокон от продольного направления приводит к возрастанию относительной продольной деформации. В пределах сучка в растянутой, сжатой зонах на границе между зонами деформация практически одинакова и мало отличается от деформации присучковой зоны.

На участках с продольным направлением волокон (участки 1 и 12) относительная поперечная деформация неодинакова: на участке 12 она в два раза меньше, что можно объяснить положением этого участка, находящегося на границе между соседними присучковыми зонами, т. е. в стесненных пространственных условиях (табл. 1).

В присучковой зоне на участках 6 и 7, 8 и 11 деформация в 9—10 раз больше, чем на участке 12. В пределах сучка в растянутой и сжатой зонах деформация почти одинакова и несколько отличается от деформации присучковой зоны (участки 6, 7 и 8, 11).

Таблица 2

Номер участка	1	2	3	4	5	6, 7	8, 11	9, 10	12
$E$ ГПа	9,49	5,95	3,62	4,28	6,41	3,85	4,29	3,53	9,26
$E$ %	100	63	38	45	68	41	45	37	98

Модули упругости  $E$ , приведенные в табл. 2, следует считать ориентировочными, так как они определены при среднем напряжении 7,5 МПа ( $W > 30$  %).

Определить действительные напряжения в сечениях образца, где измерены продольные деформации, практически не представляется возможным.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ашкенази Е. К. К вопросу об определении упругих постоянных древесины.— Заводская лаборатория, 1955, т. 21, № 3. [2]. Самуйло В. О., Соболев Ю. С. К вопросу о постоянных упругости древесины. — Науч. тр./ Моск. лесотехн. ин-т, 1958, № 8. [3]. Турчин А. М. Электрические измерения неэлектрических величин. — М.— Л.: Энергонздат, 1959.

УДК 674.817-41

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОКРОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОГО КОВРА МЕЖДУ ДВУМЯ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СЕТКАМИ

А. П. ШАЛАШОВ, В. И. БИРЮКОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт деревообрабатывающей промышленности, ВНИО Союзнаучплитпром

Применяемые для производства древесноволокнистого ковра плоскосеточные отливные машины конструктивно несовершенны, обладают неоправданно большими габаритами и массой [3], имеют ограниченную обезвоживающую способность. Производительность их можно увеличить путем установки дополнительных отсасывающих устройств, однако это приведет к существенному возрастанию расхода электроэнергии. Более 30 % отливных машин, установленных в СССР, имеют возраст более 20 лет, поэтому они физически и морально устарели [4]. В связи с этим становятся актуальными вопросы создания новых методов формирования и конструкций отливных установок, обеспечивающих более высокую единичную мощность агрегатов при сокращении массы, габаритов и потребления энергии.

Нами создана экспериментальная двухсеточная вертикально-формирующая установка (рис. 1), конструкция и принцип работы которой подробно описаны в работах [1, 2, 5].

В экспериментах, проведенных на первом этапе с целью определения технологических возможностей установки и влияния основных параметров процесса формирования на свойства ковра и физико-механические показатели твердых древесноволокнистых плит, использовали древесноволокнистую массу из ста процентов осины с помолом 17 и 21,5 ДС. В качестве гидрофобной добавки использовали парафин, в качестве упрочняющей — фенолоформальдегидную смолу в количестве 1 % к массе абс. сухого волокна. Начальный зазор между сетками был постоянным и равнялся 170 мм, а значения угла схождения между сетками в зоне формирования составили 7 и 12°.

В ходе опытов варьировали следующие параметры: скорость сеток 2,5—18 м/мин; концентрация массы 1,0—2,0 %; зазор между прессовыми валами 8—18 мм; давление массы в камере формирования 1,5—40 кПа; давление отфильтрованной воды в верхней части камеры формирования 8—15 кПа.

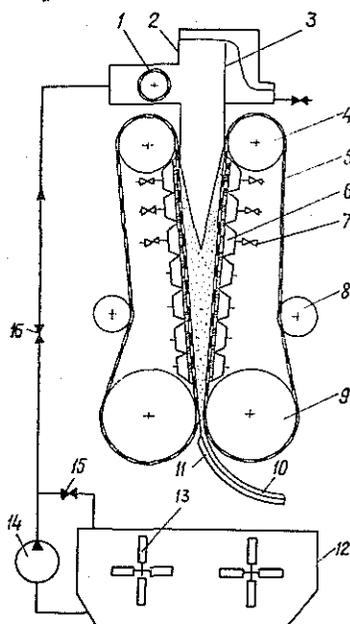


Рис. 1. Схема экспериментальной двухсеточной вертикально-формирующей установки.

1 — перфорированный вал; 2 — напорное устройство; 3 — переливная перегородка; 4 — тяжной вал; 5 — сетка; 6 — вентиль; 7 — камера для сбора отфильтрованной воды; 8 — правый вал; 9 — прессовый вал; 10 — древесноволокнистый ковер; 11 — приемный склиз; 12 — массный бассейн; 13 — мешалка; 14 — массный насос; 15 и 16 — шибберные задвижки.

Результаты экспериментов по определению зависимости толщины плит от скорости сеток и концентрации массы при давлении массы 10 кПа приведены на рис. 2 и 3. При увеличении скорости от 2 до 18 м/мин толщина плит изменялась от 5,8 до 2,2 мм. Это свидетельствует о высокой обезвоживающей способности установки и возможности получения на ней утолщенных плит. Увеличение давления массы до 40 кПа позволяло получать 4-миллиметровую плиту при скорости 15 м/мин.



Рис. 2. Зависимость толщины плит от скорости сеток при угле их схождения в зоне формирования  $7^\circ$  и концентрации древесноволокнистой массы 1,6 % (1), 1,2 % (2) и 1,0 % (3).



Рис. 3. Зависимость толщины плит от скорости сеток при угле их схождения в зоне формирования  $12^\circ$  и концентрации древесноволокнистой массы 1,6 % (1) и 1,9 % (2).

Сравнительный анализ кривых показал, что толщину ковра можно регулировать путем изменения угла схождения сеток в зоне формирования. Так, при уменьшении угла между сетками от  $12^\circ$  до  $7^\circ$  толщина плит, например при скорости 9 м/мин, увеличилась от 2,5 до 3,6 мм.

Показатели твердых древесноволокнистых плит, полученных из сформированного ковра на двухсеточной вертикально-формирующей установке (см. табл.), свидетельствуют о полном их соответствии требованиям ГОСТа 4598—74.

При увеличении концентрации массы снижения прочностных показателей плит не наблюдалось, что объясняется, по-видимому, отсутствием флокуляции массы при не-

Концентрация древесноволокнистой массы, %	Скорость сеток, м/мин	Толщина плиты, мм	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Набухание по толщине, %
1,0	4	3,00	45,4	20,9	15,7
	7	2,70	47,2	16,3	12,9
1,2	7	2,80	47,0	22,8	16,8
	4	3,05	42,2	17,8	14,0
1,4	7	2,90	47,3	18,8	15,2
	4	3,10	52,5	21,6	16,9
1,8	7	3,05	52,9	24,1	11,9
	11	2,86	44,3	24,1	15,9

большом времени формирования. В ходе дальнейших опытов отмечено некоторое снижение предела прочности при статическом изгибе в случае увеличения давления в массе, так как при этом в начале зоны формирования волокна мелкой фракции интенсивно промываются через сетку.

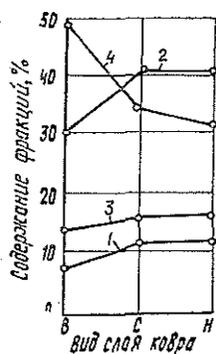


Рис. 4. Содержание волокон крупной (1), средней (2), мелкой (3) и сверхмелкой (4) фракций в верхнем (В), среднем (С) и нижнем (Н) слоях древесноволокнистого ковра, сформированного на плоскосеточной отливной машине.

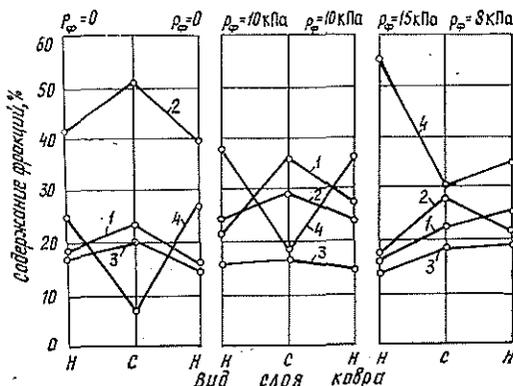


Рис. 5. Содержание волокон крупной (1), средней (2), мелкой (3) и сверхмелкой (4) фракций в среднем (С) и наружных (Н) слоях древесноволокнистого ковра, сформированного между двумя вертикальными сетками.

Этот недостаток можно устранить при помощи создания противодействия в камерах для сбора отфильтрованной воды на верхних участках зоны формирования, в результате чего снижается действующий перепад давления. Данные, приведенные на рис. 4 и 5, подтверждают этот вывод, причем для ковра, полученного между двумя сетками, наблюдается симметричное распределение волокон различных фракций в отличие от ковра, сформированного на плоскосеточной отливной машине. Наличие волокон сверхмелкой фракции на наружных поверхностях ковра, полученного между двумя сетками, зависит от противодействия фильтруемой воды и составляет 25—27 % при  $p_{\phi} = 10$  кПа и 55—57 % при  $p_{\phi} = 15$  кПа.

На основании результатов проведенных экспериментов можно заключить, что с помощью предложенного способа можно получать высококачественный древесноволокнистый ковер с симметричным распределением волокон различных фракций по его толщине, а также снизить металло- и энергоемкость отливных установок.

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 874390 (СССР). Устройство для формирования древесноволокнистого ковра/ В. И. Бирюков, А. П. Шалашов. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 39. [2]. А. с. 923878 (СССР). Устройство для изготовления древесноволокнистого ковра/ В. И. Бирюков, А. П. Шалашов, Г. Н. Вахтеров, Н. Н. Горев, П. И. Шахрай. — Оpubл. в Б. И., 1982, № 16. [3]. Бирюков В. И. Метод расчета и перспективы развития конструкций отливных машин. — В кн.: Сб. тр. ВНИИдрева. Балабаново, 1969, вып. 3, с. 100—122. [4]. Шалашов А. П., Бирюков В. И. Способы и оборудование для отлива древесноволокнистого ковра. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1982, с. 28. [5]. Шалашов А. П., Бирюков В. И. Установка для исследования процесса мокрого формирования древесноволокнистого ковра между двумя сетками. — В кн.: Совершенствование технологии производства древесных плит: Сб. тр. ВНИИдрева. Балабаново, 1982, с. 96—101.

УДК 674.09-791.8

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ\* НА ДОСТОВЕРНОСТЬ СОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ПРОЧНОСТИ

В. В. ОГУРЦОВ

Сибирский технологический институт

Математические модели достоверности [4] и эффективности [2] сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности рассчитывали на ЭВМ М-4030 для четырех вариантов комбинаций параметров пиломатериалов и погрешностей их измерения. Данные вариантов представлены в работе [6]. Приведем их общую характеристику. Первый вариант соответствует среднему значению модуля упругости  $E_{cp} = 14$  ГПа и ориентирован на наиболее вероятные в настоящее время погрешности. Второй вариант отличается от первого только меньшим сечением пиломатериалов. Третий — значением  $E_{cp} = 9$  ГПа. Пятый вариант соответствует  $E_{cp} = 9$  ГПа и ориентирован на реально минимальные погрешности. Все исследования проводили для пиломатериалов первого сорта с градацией  $L_1 = M_X + 0,5\sigma_X$  ( $M_X$  и  $\sigma_X$  — соответственно среднее арифметическое значение и среднее квадратичное отклонение показателя прочности  $X$ ), так как этот сорт (среди сортов с оптимальными градациями [3]) наиболее чувствителен к погрешностям измерения прочности [5].

Результаты расчетов даны на рис. 1 и 2. Из рис. 1 видно, что степень влияния коэффициента корреляции  $r$  на достоверность сортировки  $D$  для первого и второго вариантов примерно одинаковая. Следовательно, достоверность сортировки пиломатериалов любого сечения практически в равной степени зависит от  $r$ . Для третьего варианта данных значение  $r$  оказывает большее влияние на  $D$ , чем для первого. Значит с уменьшением средней прочности пиломатериалов чувствительность  $D$  к  $r$  возрастает. Высокая чувствительность  $D$  к  $r$  для пятого варианта данных указывает на то, что эффект повышения  $D$  от увеличения  $r$  тем сильнее, чем ниже уровни варьирования мешающих параметров пиломатериалов (толщины, влажности и т. д.). И наоборот, эффект повышения  $D$  за счет снижения варьирования указанных параметров тем сильнее, чем выше  $r$ . Так, например, при значительном понижении варьирования мешающих параметров (что соответствует переходу от третьего варианта к пятому [6]) и при  $r = 0,6$  значение  $D$  увеличивается на 1 %, при  $r = 0,9$  — на 4 % и, наконец, при  $r =$

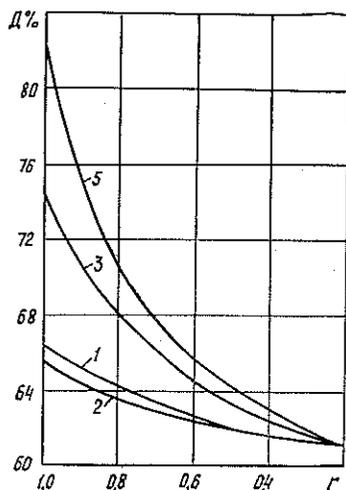


Рис. 1. Зависимость  $D$  от  $r$ .  
Номера кривых соответствуют номерам вариантов.

\* В статье речь идет о коэффициенте корреляции между модулем упругости и пределом прочности при изгибе, рассчитанном по результатам измерений.

$= 0,95$  — на 5,5 %. Следовательно, прежде чем решать вопрос о введении автоматической коррекции (по толщине, например), следует обеспечить максимально возможное значение  $r$ .

Из рис. 1 также видно, что  $D$  не превышает 83 % даже при  $r = 1,0$ . Следовательно, для обеспечения нормативной достоверности сортировки выше 83 % в любом случае необходимо вводить ужесточающие допуски [1].

Зависимость  $D$  от  $r$  для всех рассмотренных вариантов данных носит экспоненциальный характер. Степень влияния приращения  $r$  на  $D$  возрастает с приближением  $r$  к единице. Так, увеличение  $r$  от 0,6 до 0,7 (пятый вариант) вызывает повышение  $D$  на 2 %, а увеличение  $r$  от 0,9 до 1,0 — на 8 %. Иначе, увеличение  $r$  от 0,6 до 0,7 эквивалентно увеличению  $r$  от 0,90 до 0,93. Отсюда следует, что если даже тот или иной метод обеспечивает достаточно высокое значение  $r$  (например 0,9), то необходимо изыскивать пути его дальнейшего повышения. Поскольку именно дальнейшее увеличение  $r$  особенно плодотворно.

На рис. 2 представлены графики, позволяющие оценивать экономическую эффективность мероприятий, направленных на увеличение  $r$ .

Пример. Определим целесообразность комбинирования метода изгиба с электромагнитным методом при следующих исходных (условных) данных: для метода изгиба  $r = 0,9$ ; варьирование мешающих параметров соответствует пятому варианту; комбинирование методов позволяет повысить  $r$  на 0,03; введение дополнительного метода повышает затраты на сортировку на 5000 р. в год; производительность сортирующей установки — 25 000 м<sup>3</sup> пиломатериалов в год; средняя стоимость 1 м<sup>3</sup> рассортированных пиломатериалов — 40 р.

По кривой 5 рис. 2, определяем, что коэффициент полезного использования (КПИ) [2] конструктивных пиломатериалов при повышении  $r$  от 0,90 до 0,93 возрастает на 2 %. В результате этого в год экономят  $25\ 000 \cdot 0,02 = 500$  м<sup>3</sup> пиломатериалов. С учетом дополнительных затрат экономический эффект введения комбинированного метода составляет  $40 \cdot 500 = 20\ 000$  р.

Данный пример показывает, что экономически выгодным может быть довольно дорогостоящее мероприятие, обеспечивающее, казалось бы, незначительное приращение коэффициента корреляции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огурцов В. В. Принципы определения допусков при автоматической сортировке пиломатериалов по механическим свойствам. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 1, с. 98—102. [2]. Огурцов В. В. Коэффициент полезного использования конструктивных пиломатериалов как критерий оптимизации процесса их сортировки по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4, с. 97—102. [3]. Огурцов В. В. Определение оптимальных величин градаций при сортировке конструктивных пиломатериалов по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 5, с. 91—96. [4]. Огурцов В. В. Достоверность автоматической сортировки конструктивных пиломатериалов по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 109—112. [5]. Огурцов В. В. Определение необходимой точности измерения прочности конструктивных пиломатериалов при их сортировке. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 100—102. [6]. Огурцов В. В. Влияние варьирования толщины и ширины пиломатериалов на достоверность их механической сортировки по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 2, с. 95—99.

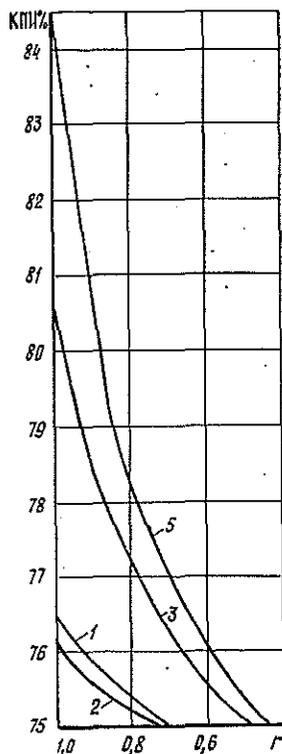


Рис. 2. Зависимость КПИ от  $r$ .

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630\*114.52:061.3

**ПЕРВОЕ МЕЖВУЗОВСКОЕ СОВЕЩАНИЕ  
ПО КООРДИНАЦИИ И ИТОГАМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ**

11—14 октября 1982 г. в Брянске проходило межвузовское совещание по координации и итогам научных исследований на тему «Разработка мероприятий по повышению плодородия лесных почв». На совещании были обсуждены следующие вопросы: повышение плодородия почв лесных питомников, опыт комплексного ухода за лесом с использованием минеральных удобрений, результаты утилизации отходов лесопильного и целлюлозного производства для удобрения лесных почв, особенности генезиса и результаты лесохозяйственного освоения осушенных гидроморфных почв, опыт почвенного картирования и использования почвенных карт в лесохозяйственных целях.

В работе совещания приняли участие 46 ученых и специалистов из 10 лесных вузов и факультетов страны и 5 производственных областных организаций, использующих результаты и материалы научных исследований.

Открыл совещание ректор Брянского технологического института проф. Е. С. Мураханов. Он познакомил собравшихся с основными направлениями и результатами научных и опытных работ лесохозяйственного факультета.

С научными результатами лесохозяйственного освоения осушенных болотных почв познакомил проф. Б. В. Бабиков. Он обратил внимание собравшихся на первоочередность регулирования водно-воздушного режима лесных почв. Ленинградские ученые предлагают перейти на низкие нормы осушения гидроморфных почв (25—50 см), что не нарушает сложившегося водного баланса ландшафта местности и позволяет выращивать высокопродуктивные насаждения. Проф. Б. В. Бабиков сосредоточил внимание лесоводов на более полном и рациональном использовании естественного плодородия лесных почв и рекомендовал не спешить с широким применением минеральных удобрений, что нашло поддержку в выступлениях канд. с.-х. наук И. С. Глушенкова, доц. Ф. В. Кишенкова, канд. с.-х. наук В. П. Зенцова, канд. биол. наук В. К. Мороза и др., а также представителей производства. Многие участники совещания высказались за повсеместное опытно-производственное применение удобрений, прежде всего, на объектах интенсивного хозяйства.

Доц. В. А. Цавровский (Уральский ЛТИ) считает, что одним из основных путей повышения продуктивности лесов в условиях достаточного увлажнения является применение минеральных удобрений. Стартовые дозы азотных удобрений повышают прирост, ускоряют дифференциацию хвойных молодняков, повышают их устойчивость к газообразным промышленным выбросам.

Доц. В. Д. Коржицкий (Петрозаводский ГУ) поделился опытом производственного авиавнесения азотных удобрений в сосняках и ельниках черничных. Стоимость дополнительного прироста хвойных молодняков в 2,5 раза превышает затраты на внесение удобрений в радиусе до 40 км от пунктов вывозки древесины.

Доц. А. П. Сляднев (Брянский ТИ) сообщил об итогах 20-летних опытов по комплексному уходу в хвойных молодняках с применением высоких доз минеральных удобрений на легких подзолистых почвах, которые подвержены небольшим рекреационным нагрузкам.

Обсуждение показало, что решение проблемы повышения продуктивности лесов должно быть комплексным, включать полное использование природного почвенного плодородия за счет правильного подбора древесных пород и последующий комплексный уход за растущим насаждением.

Об опыте использования древесной коры в качестве удобрения для лесных питомников и создания питательных смесей рассказала канд. биол. наук С. В. Родионова (Петрозаводский ГУ).

Доц. А. С. Козобродов (Архангельский ЛТИ) доложил о результатах применения отходов целлюлозного производства. Компостирование таких отходов и обогащение азотными минеральными удобрениями делает их высокоэффективными для применения в сельском и лесном хозяйстве.

Ценным, методически отработанным и проверенным в широкой производственной практике опытом бонитировки почв базисных питомников поделился проф. И. К. Мангалис (Латвийская СХА). Материалы его доклада доказывают, что узкий целевой подход делает бонитировку почв инструментом управления их плодородием в лесных пи-

томниках, позволяет поддерживать все агрохимические показатели почв на оптимальном уровне, своевременно осуществлять агротехнический комплекс по уходу за почвой, обеспечивая высокий выход здорового первосортного посадочного материала независимо от погодных особенностей вегетационного периода.

Доценты Воронежского ЛТИ Г. А. Одноралов и И. К. Свиридова рассказали об опыте и результатах изучения влияния подтопления на сохранность и продуктивность насаждений на примере Воронежского водохранилища. Ими была определена ширина полосы влияния, последняя разделена на зоны и подзоны по степени изменения почвенного и растительного покрова, указаны характерные признаки зон и подзон, направление и характер смены биогеоценозов.

В значительной части докладов были обсуждены подходы и методы использования результатов почвенного картирования для лесохозяйственных, главным образом, лесоустроительных целей. Мнение о необходимости использовать почвенные карты для проектирования лесохозяйственных мероприятий было единодушным, как и мнение о необходимости составить подробную генетическую почвенную карту с нанесением всех почвенных разностей, генерализованную почвенную карту, где почвы объединены по сходному лесорастительному эффекту, и основанную на ней карту лесов будущего.

Имели место расхождения в подходе к оценке лесорастительных свойств почв. Зав. кафедрой почвоведения Башкирского СХИ А. Ф. Хайретдинов рекомендовал для этой цели статистические методы, в основе которых лежит высокая степень корреляционных связей между классом бонитета главной породы и отдельными признаками или свойствами почв. Такими признаками могут быть мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, некоторые показатели валового химического состава почв. Автор считает, что при достижении соответствия этих показателей у разных почв низкобонитетные насаждения достигнут производительности высокобонитетных.

В докладе Г. М. Орловского (Брянский ТИ) охарактеризован иной подход. Статистические методы необходимы на первых порах при отборе наиболее информативных признаков почв на морфологическом уровне. Это служит основой для выделения почвенных разностей при почвенном картировании. Лесорастительные свойства выделенных почв оценивают накладкой плана лесонасаждений на почвенный план. Получаются средневзвешенные по площади таксационные признаки насаждений для данной почвы. При этом используют отдельно данные для коренных, производных и искусственных насаждений. На основе этих показателей составляют карту лесов будущего. Если выразить в баллах характерные запасы насаждений различных пород, используя таблицы хода роста по каждой древесной породе, то можно составить бонитировочную шкалу и соответствующую карту. Изложенная методика апробирована в производственных условиях при лесоустройстве учебно-опытного лесхоза, части Навлинского лесокомбината. Совместная работа кафедры и Брянской лесоустроительной экспедиции по Гаваньскому лесокомбинату рассмотрена на техсовете при Министерстве лесного хозяйства РСФСР, где было рекомендовано ее дальнейшее производственное использование. В настоящее время ведутся подготовительные работы по устройству Брянского парк-лесхоза и Дятьковского опытно-показательного лесокомбината на почвенно-типологической основе.

Совещание приняло развернутое постановление. Решено продолжить разработку вопросов генезиса почв и рационального использования лесных земель. Признано целесообразным расширить крупномасштабное картирование и бонитировку лесных почв, поручив координацию этих работ Брянскому технологическому и Московскому лесотехническому институтам; обратить особое внимание на изучение процессов, снижающих почвенное плодородие, изучение и описание исчезающих почв.

Совещание завершилось экскурсией в учебно-опытный лесхоз, где были показаны типичные автоморфные лесные почвы, охарактеризованы пути рационального использования их естественного плодородия и влияние комплексного ухода за лесом с применением минеральных удобрений. Гости осмотрели хозяйство лесхоза, функционирующий комплекс зеленого черенкования, дендрариум, мемориальные объекты.

Участники совещания отметили необходимость и полезность таких встреч.

Ф. В. Кишенков, Г. М. Орловский, Е. М. Остроумов  
Брянский технологический институт

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. С. Мелехов.</i> Проблемы современной экологии и лес . . . . .	3
---	---

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. В. Давидов.</i> Опыт таксационного районирования сосновых лесов УССР по типам роста древостоев . . . . .	12
<i>С. А. Сулейманов.</i> Современное состояние лесов юго-восточной части Малого Кавказа и пути повышения их продуктивности . . . . .	16
<i>Л. П. Капелькина.</i> Естественное и искусственное лесовозобновление на нарушенных землях Севера . . . . .	21
<i>Е. Д. Манцевич, Л. М. Сероглазова.</i> Совершенствование постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной Северо-Запада РСФСР . . . . .	24
<i>М. И. Калинин, И. А. Захарчук.</i> О различиях в строении корневых систем сосны Банкса и сосны обыкновенной . . . . .	28
<i>М. А. Шешуков, В. В. Нешатаев.</i> О направлениях совершенствования охраны лесов от пожаров . . . . .	31
<i>В. Р. Карамышев.</i> О динамичности и точности срабатывания предохранительных муфт лесохозяйственных машин . . . . .	35

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Н. М. Белая, Э. Н. Матвеев, А. Г. Прохоренко.</i> Влияние скорости движения каната на изгибную жесткость . . . . .	38
<i>П. Д. Клычков.</i> О расчете крестообразной сцепки . . . . .	42
<i>А. В. Жуков, А. В. Гермацкий.</i> Оценка показателей работы лесовозных автопоездов с гидроманипуляторами . . . . .	46
<i>Н. М. Перельмутер.</i> Выбор оптимальных типоразмерных рядов электрифицированных машин для лесозаготовок . . . . .	49
<i>К. А. Чекалкин.</i> О гидрологических границах использования типовых сторожковых буев . . . . .	55
<i>И. Г. Исерсон, А. Ф. Богородский, Э. М. Туриков.</i> Инженерный расчет упругого элемента муфты . . . . .	61

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Б. П. Ерыхов, В. И. Скрипова.</i> Исследование кинетики структурных изменений компонентов древесностружечных плит при взаимодействии с водой . . . . .	66
<i>Н. А. Мелехова, Т. А. Пластицина, Т. А. Пашкова.</i> Склеивание пиломатериалов транспортной влажности . . . . .	70
<i>П. В. Билей, И. С. Винтонив.</i> О влажности древесины бука европейского, произрастающего в Украинских Карпатах . . . . .	73
<i>А. И. Крюковский, М. М. Ревяко, В. Я. Полулянович, Ж. М. Зюськевич.</i> Технологические напряжения в древлестах . . . . .	77
<i>Н. И. Ковзун, В. И. Проненко.</i> Метод расчета входного уровня дефектности пиломатериалов в партии по показателю «толщина пиломатериалов» . . . . .	79
<i>Д. Д. Мацкевич, В. А. Малышев.</i> Проверка и адаптация переводных коэффициентов при групповом учете лесоматериалов . . . . .	84

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>С. Н. Мокровский, А. И. Киприанов.</i> Расчет сил трения при трубопроводном транспорте целлюлозных суспензий повышенной концентрации . . . . .	89
<i>Н. И. Богданович, Ю. И. Черноусов, Е. Д. Гельфанд.</i> Кондиционирование активного ила серноокислым алюминием . . . . .	94
<i>А. Ф. Разумова, В. Н. Твердохлебова, В. В. Юшков.</i> Размещение полимера в древесине сосны, модифицированной мочевиноформальдегидными смолами . . . . .	97

В. А. Золочевский, В. М. Хрулев. Латексное покрытие для защиты древесностружечных плит от увлажнения . . . . .	101
В. П. Рябов. Природное районирование подсоски в СССР. Климатические условия размещения подсосного производства в СССР . . . . .	104

#### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Н. В. Пахомова, Г. В. Шалабин. Направления совершенствования хозяйственного механизма районного лесопромышленного комплекса . . . . .	108
И. М. Синякевич, А. И. Шинкарук. Интенсификация лесовыращивания как фактор увеличения объемов промежуточного лесопользования . . . . .	112
С. Д. Бадмаева. Анализ показателя рентабельности основных производственных фондов . . . . .	116
Б. Н. Желиба. Эффективность производства в деревообрабатывающей промышленности в связи с оборачиваемостью оборотных средств . . . . .	119

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. И. Землянухин. Машина для механической обработки семян . . . . .	124
В. С. Грек. Аналитический способ построения шкалы разрядов высот . . . . .	126
А. А. Хиров. Влияние размеров маточных деревьев на рост привоев сосны . . . . .	127
В. П. Левченко. Деформативность древесины сосны при сжатии вдоль волокон . . . . .	129
А. П. Шалашов, В. И. Бирюков. Экспериментальное исследование процесса мокрого формирования древесноволокнистого ковра между двумя вертикальными сетками . . . . .	131
В. В. Огурцов. Влияние коэффициента корреляции на достоверность сортировки пиломатериалов по прочности . . . . .	134

#### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Ф. В. Кишенков, Г. М. Орловский, Е. М. Остроумов. Первое межвузовское совещание по координации и итогам научных исследований по повышению плодородия лесных почв . . . . .	136
Рефераты . . . . .	142

## CONTENTS

<i>I. S. Melekhov.</i> The problems of modern ecology . . . . .	3
---	---

### FORESTRY

<i>M. V. Davidov.</i> The mapping of pine forests in the Ukraine according to the type of stands growth . . . . .	12
<i>S. A. Suleimanov.</i> Present state of forests in the south—east of Small Caucasus and the ways of increasing their production . . . . .	16
<i>L. P. Kapelkina.</i> Natural and artificial afforestation of destroyed earthes of the North . . . . .	21
<i>E. D. Mantsevich, L. M. Seroglazova.</i> The improvement of permanent pine forest-seed base in the North—West of the RSFSR . . . . .	24
<i>M. I. Kalinin, I. A. Zakharchuk.</i> On the structural difference between the root systems of jack pine and common pine . . . . .	28
<i>M. A. Sheshukov, V. V. Neshataev.</i> On the trends of forest fire control improving . . . . .	31
<i>V. R. Karamyshev.</i> On the dynamic and precise working of safety clutches in forestry machines . . . . .	35

### FOREST EXPLOITATION

<i>N. M. Belaya, E. N. Matveev, A. G. Prokhorenko.</i> Influence of cable speed on its bending resistance . . . . .	38
<i>P. D. Klychkov.</i> On the calculation of cross-shaped coupling . . . . .	42
<i>A. V. Zhukov, A. V. Germatsky.</i> Estimation of work showings of timber transporting autotrains with hydromanipulators . . . . .	46
<i>N. M. Perelmutter.</i> Selection of optimum type-size series of electrically driven machines for logging . . . . .	49
<i>K. A. Chekalkin.</i> On hydrological limits of using type watch buoys . . . . .	55
<i>I. G. Isezson, A. F. Bogorodsky, E. M. Turikov.</i> Engineering calculation of coupling's elastic element . . . . .	61

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>B. P. Erykhov, V. I. Shripova.</i> Research in the kinetics of structural change of chipboard components at interaction with water . . . . .	66
<i>N. A. Melekhova, T. A. Plastinina, T. A. Pashkova.</i> On the glueing of shipping dried lumber . . . . .	70
<i>P. V. Biley, I. S. Vintoniv.</i> On moisture content of the wood of european beech growing in the Ukrainian Carpatheans . . . . .	73
<i>A. I. Kryukovsky, M. M. Revyako, V. Ya. Poluyanovich, G. M. Zyuskevich.</i> Technological stresses in wood-plastic compositions . . . . .	77
<i>N. I. Kouzun, V. I. Pronenko.</i> Method of calculating the input level of lumber imperfectness-in a batch according to „lumber thickness“ factor . . . . .	79
<i>D. D. Matskevich, V. A. Malyshev.</i> Control and adaptation of conversion coefficients at group registration of timber . . . . .	84

### CHEMICAL WOODWORKING

<i>S. N. Mokrovsky, A. I. Kiprianov.</i> Calculation of friction forces when using pipe-line transport of high consistency cellulose suspensions . . . . .	89
<i>N. I. Bogdanovich, Yu. I. Chernousov, E. D. Gelfand.</i> The conditioning of active sludge with sulphate aluminium . . . . .	94
<i>A. F. Razumova, V. N. Tverdokhlebova, V. V. Yushkov.</i> Polymer distribution in pine wood modified with urea-formaldehyde resins . . . . .	97
<i>V. A. Zolochovsky, V. M. Khrulev.</i> Latex coating to prevent chipboards from getting wet . . . . .	101
<i>V. P. Ryabov.</i> Natural division of tapping into districts in the USSR. Climatic conditions of placing tapping production in the USSR . . . . .	104

*ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION*

<i>N. V. Pakhomova, G. V. Shalabin.</i> Some problems of improving economic mechanism of the regional forest-industry complex . . . . .	108
<i>I. M. Sinyakevich, A. I. Shinkaruk.</i> Wood growing intensification as a factor of increasing the amounts of intermediate wood utilization . . . . .	112
<i>S. D. Badmaeva.</i> Analysis of profitability index of fixed industrial funds . . .	116
<i>B. N. Zheliba.</i> The effectiveness of production in wood working industry in connection with the turnover of circulating assets . . . . .	119

*SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE*

<i>A. I. Zemlyanukhin.</i> A machine for machining seeds . . . . .	124
<i>V. S. Grek.</i> Analytical technique of height grade scale compilation . . . . .	126
<i>A. A. Khirov.</i> Influence of mother tree's sizes on the growth of pine grafts . .	127
<i>V. P. Levchenko.</i> Deformability of pine wood under compression along fibres .	129
<i>A. P. Shalashov, V. I. Biryukov.</i> Experimental study of the process of wet forming wood fibre sheet between two wires . . . . .	131
<i>V. V. Ogurtsov.</i> The influence of correlation coefficient on reliability of sorting lumber by its strength . . . . .	134

*SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS*

<i>F. V. Kishenkov, G. M. Orlovsky, E. M. Ostroumov.</i> The first intervis conference on coordination and results of scientific investigations in improvement of forest fertility soils' . . . . .	136
Referates . . . . .	142

## РЕФЕРАТЫ

УДК 630\*18

**Проблемы современной экологии и лес.** МЕЛЕХОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 3.

Рассмотрены экологические проблемы в связи с антропогенными воздействиями на лес, затронуты вопросы экологизации в сфере лесного хозяйства и лесной промышленности, показаны некоторые пути преодоления противоречий между биологией и экологией леса, с одной стороны, и лесопромышленной техникой и технологией, с другой, отмечена роль вузовской науки в изучении поставленных проблем. Ил. 1.

УДК 630\*5

**Опыт таксационного районирования сосновых лесов УССР по типам роста древостоев.** ДАВИДОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 12.

Установлено, что пространственное размещение сосновых древостоев по типам роста находится в определенной связи с естественноисторическими условиями каждой природной зоны УССР. Результаты работы могут быть использованы при разрешении ряда вопросов, связанных с ведением интенсивного хозяйства в сосновых насаждениях Украины. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630\*(479)

**Современное состояние лесов юго-восточной части Малого Кавказа и пути повышения их продуктивности.** СУЛЕЙМАНОВ С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 16.

Для повышения продуктивности лесов юго-восточной части Малого Кавказа рекомендуется реконструкция малощенных, расстроенных и низкополнотных лесов, а также плантационный способ искусственного лесоразведения — облесение полян, оврагов, балок, необлесившихся лесосек, эродированных склонов, редиц.

Опыт выращивания культуры ценных пород показывает их высокую эффективность, заключающуюся как в резком повышении продуктивности лесов, так и в усилении их защитных функций. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 16 назв.

УДК [630\*231+630\*232]:622.693.25

**Естественное и искусственное лесовозобновление на нарушенных землях Севера.** КАПЕЛЬКИНА Л. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 21.

Проведены наблюдения по естественному возобновлению леса на нарушенных землях Севера. Опытные работы по лесной рекультивации осуществлялись на отвалах Ковдорского горно-обогатительного комбината (Кольский полуостров). Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*232.311.3

**Совершенствование постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной Северо-Запада РСФСР.** МАНЦЕВИЧ Е. Д., СЕРОГЛАЗОВА Л. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 24.

Приводятся данные о влиянии скрещивания северного климатического белорусским на рост гибридного потомства, анализируется семеновое притоение северного и белорусского климатических сосны на гибридно-семенной плантации в условиях центральной части БССР. Делается

предположение о целесообразности смешения постоянной лесосеменной базы северо-западного района на юг, в более благоприятные условия произрастания сосны обыкновенной. Табл. 3. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630\*181.36

**О различиях в строении корневых систем сосны Банка и сосны обыкновенной.** КАЛИНИН М. И., ЗАХАРЧУК И. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 28.

Исследована структура и строение корневых систем 29-летних культур сосны Банка и сосны обыкновенной, совместно произрастающих на дерново-слабоподзолистых почвах западной лесостепи. Сосна обыкновенная образует более мощную корневую систему, с наличием значительного количества вертикальных ответвлений от корней горизонтальной ориентации. У сосны Банка большее относительное участие корней высоких порядков ветвления вертикальные ответвления отсутствуют, стержневые менее развиты. Компактность корневых систем сосны Банка значительно больше, чем сосны обыкновенной. Табл. 3.

УДК 630\*432

**О направлениях совершенствования охраны лесов от пожаров.** ШЕШУКОВ М. А., НЕШАТАЕВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 31.

Рассматриваются факторы, определяющие горимость лесов, а также наиболее перспективные пути совершенствования охраны лесов от пожаров. Табл. 1.

УДК 621.825:630\*65.011.54

**О динамичности и точности срабатывания предохранительных муфт лесохозяйственных машин.** КАРАМЫШЕВ В. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 35.

Дан анализ комплексного подхода к снижению динамических нагрузок и повышению точности ограничения нагрузки при срабатывании фрикционных предохранительных муфт лесохозяйственных машин. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630\*377.21.001.2

**Влияние скорости движения каната на изгибную жесткость.** БЕЛАЯ Н. М., МАТВЕЕВ Э. Н., ПРОХОРЕНКО А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 38.

Приведены результаты исследований изгибной жесткости канатов, работающих на блоках лесотранспортных установок, и их сравнение с ранее опубликованными данными других авторов. Показано, что повышение скорости движения канатов не оказывает существенного влияния на изгибную жесткость канатов и не уменьшает их выносливости. Обоснована рекомендация проводить дальнейшие исследования выносливости канатов, работающих на блоках, при малых скоростях движения. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*375.5

**О расчете крестообразной сцепки.** КЛЫЧКОВ П. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 42.

Установлено, что в крестообразной сцепке, применяемой на серийных автопоездах, появление паразитных сил не-

избежно при любом подборе размеров звеньев. Рассмотрены схемы сцепок, предогражающие появление паразитных усилий, и предложена методика их расчета. Ил. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*375.5.002.5

**Оценка показателей работы лесовозных автопоездов с гидроманипуляторами.** ЖУКОВ А. В., ГЕРМАЦИЙ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 46.

Разработана методика анализа общей компоновки лесовозных тягачей с гидроманипуляторами. Математическая модель позволяет учитывать вертикальные динамические нагрузки. Для автомобилей-тягачей МАЗ, КраЗ, ЗИЛ определен рациональный тип манипуляторов «Фискарс», установлено место его установки. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.31:630\*36

**Выбор оптимальных типоразмерных рядов электрифицированных машин для лесозаготовок.** ПЕРЕЛЬМУТЕР Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 49.

Представлен метод определения оптимальных мощностных параметров электрифицированных лесобрабатывающих машин, основанный на имитационном моделировании с помощью ЭЦВМ функционирования этих машин в различных природно-производственных условиях. Рассмотрены способы составления соответствующих математических моделей и алгоритмов для расчета оптимальных мощностных типоразмерных рядов электрифицированных машин для лесозаготовок. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 627.341.7.001.24

**О гидрологических границах использования типовых сторожковых бுவ.** ЧЕКАЛКИН К. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 55.

Рассматривается метод определения гидрологических границ (глубина потока, скорость течения), при которых типовой сторожковый буй при заданном сечении якорной шейки будет обладать определенным запасом плавучести. Ил. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 621.825

**Инженерный расчет упругого элемента муфты.** ИСЕРСОН И. Г., БОГОРОДСКИЙ А. Ф., ТУРИКОВ Э. М., Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 61. Приводится методика инженерного расчета упругого элемента муфты в виде цилиндрической оболочки, свернутой из транспортной ленты. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.815-41

**Исследование кинетики структурных изменений компонентов древесностружечных плит при взаимодействии с водой.** ЕРЫХОВ Б. П., СКРИПОВА В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 66.

На древесностружечных плитах (ДСП) Сыктывкарского ЛПК изучали структурное разупрочнение при взаимодействии с водой. Методом крутильных колебаний зафиксирована кинетика изменения вязкоупругих параметров компонентов исследуемого массива и их совокупности: древесина, древесина + связующее, образец ДСП. Это позволило предсказать механизм водопоглощения в ДСП состоящий из трех этапов. Ил. 5. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*824.86

**Склеивание пиломатериалов транспортной влажности.** МЕЛЕХОВА Н. А., ПЛАСТИНИНА Т. А., ПАШКОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 70.

Проведены исследования с целью изучения возможности склеивания по длине пиломатериалов транспортной влажности клеями ФР-12, ФР-100, КВ-3, ПВАД ДВ 47/7В. Установлен производственный режим склеивания пиломатериалов влажностью от 16 до 25%, обеспечивающий получение прочных зубчатых клеевых соединений. Показатели начальной прочности и эксплуатационной надежности зубчатых клеевых соединений при испытании образцов на статический изгиб (по ГОСТу 15613.4—78) отвечают требованиям нормативных документов на клееную пилопродукцию. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*812:674.031.12

**О влажности древесины бука европейского, произрастающего в Украинских Карпатах.** БИЛЕЙ П. В., ВИНТОНИВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 73.

Исследована влажность свежесрубленной древесины бука европейского, произрастающего в Карпатах на высоте 600 и 1000 м над ур. м. Установлены закономерности распределения влаги в пределах ствола и в связи с условиями произрастания. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 539.3

**Технологические напряжения в древесных плитах.** КРЮКОВСКИЙ А. И., РЕВЯКО М. М., ПОЛУЯНОВИЧ В. Я., ЗИЦЬКЕВИЧ Ж. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 77.

Данная статья посвящена исследованию остаточных технологических напряжений в модельных системах полимер — древесный наполнитель. Описана методика проведения экспериментов, изучено влияние поверхностно-активных веществ на остаточные напряжения. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*852.001.24

**Метод расчета входного уровня дефектности пиломатериалов в партии по показателю «толщина пиломатериала».** КОВЗУН Н. И., ПРОНЕНКО В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 79.

В статье предложен метод вероятностного расчета входного уровня дефектности пиломатериалов в партии по показателю «толщина пиломатериала», приведены формулы для расчета и характеристики исходных данных. Погрешность метода находится в пределах 5—7%. Метод рекомендуется к использованию в расчетах. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 674.038.3:311.216

**Проверка и адаптация переводных коэффициентов при групповом учете лесоматериалов.** МАЦКЕВИЧ Д. Д., МАЛЫШЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 84.

В статье предложен рациональный подход к проверке и адаптации переводных коэффициентов при групповых методах учета и обмера лесоматериалов на основе модифицированного варианта статистического метода последовательного анализа. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 66.026:661.728.6.001.24

Расчет сил трения при трубопроводном транспорте целлюлозных суспензий повышенной концентрации. МОКРОВСКИЙ С. Н., КИПРИАНОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 89.

Для расчета потерь напора при трубопроводном транспорте целлюлозных масс повышенной концентрации предложено использовать теорию трения. Изложены принципы ее применения. Приведены результаты экспериментов по определению бокового давления карнаса целлюлозных волокон на стенки труб. Ил. 3. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 628.336.4.001.4

Кондиционирование активного ила серноокислым алюминием. БОГДАНОВИЧ Н. И., ЧЕРНОУСОВ Ю. И., ГЕЛЬФАНД Е. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 94.

В статье представлены экспериментальные данные, показывающие, что удельное сопротивление активного ила (АИ), обработанного серноокислым алюминием (СА) и известью в условиях оптимальных дозировок реагентов, примерно в 2 раза выше, чем при обработке хлорным железом и известью. Введение в АИ осадка первичных отстойников (скопа) улучшает фильтруемость, делая ее сравнимой с фильтруемостью для АИ с хлорным железом и одновременно уменьшая дозировки СА на обработку на 20—25%. Инертные наполнители, вводимые в АИ для интенсификации обезвоживания, требуют увеличения затрат реагентов. Глубокое измельчение инертных материалов нежелательно. Последовательная обработка АИ разнотипными коагулянтами (на примере хлорного железа и СА) позволяет интенсифицировать обезвоживание и уменьшить расход коагулянтов. Ил. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 674.04

Размещение полимера в древесине сосны, модифицированной мочевиноформальдегидными смолами. РАЗУМОВА А. Ф., ТБЕРДОХЛЕБОВА В. Н., ЮШКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 97.

Приводится микроскопический анализ древесины сосны, модифицированной мочевиноформальдегидными смолами: МФ 17 и низкомолекулярной, лабораторного приготовления. Показано различие в характере отложения смол в анатомических элементах здоровой и деградированной древесины. Ил. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 62-761:674.815-413

Латексное покрытие для защиты древесностружечных плит от увлажнения. ЗОЛОЧЕВСКИЙ В. А., ХРУЛЕВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 101.

Показана возможность использования отходов серноокислотных и сульфатцеллюлозных заводов — пиритных огарков — в качестве активных наполнителей латексных композиций. Исследованы водопоглощение, набухание и кинетика набухания образцов древесностружечных плит, покрытых латексными составами с пиритными огарками. Установлено, что введение пиритных огарков в латексные композиции значительно улучшает водозащитные свойства покрытий. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*284:581.54

Природное районирование подпочвы в СССР. Климатические условия размещения подпочвенного производства в СССР. РЯБОВ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 104.

В статье изложены результаты теоретических исследований влияния биозоологических факторов на интенсивность смолообразования и смоловыделения. Проведено районирование сырьевой базы подпочвенного производства в СССР по суммам активных температур и солнечной радиации, количеству годовых осадков и среднему выходу живицы на карру за 10-летний период. Разработана бонитировочная шкала биозоологической смолопродуктивности и установлены разряды смолопродуктивности, что представляет научное и практическое значение для развития добычи живицы. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 338.911:330.15

Направления совершенствования хозяйственного механизма районного лесопромышленного комплекса. ПАХОМОВА Н. В., ШАЛАБИН Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 108.

Рассмотрены теоретические и методические вопросы формирования хозяйственного механизма районного лесопромышленного комплекса. Сделан упор на разработку динамических нормативов, обеспечивающих сбалансированное развитие отраслевых звеньев комплекса, подчинение их деятельности долгосрочным народнохозяйственным интересам. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*89.003

Интенсификация лесовыращивания как фактор увеличения объемов промежуточного лесопользования. СИНЯКЕВИЧ И. М., ШИНКАРУК А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 112.

Анализируется состояние использования древесной зелени в Украинской ССР. Дается экономическое обоснование целесообразности выращивания загущенных лесных культур в районе Полесья в целях получения дополнительных ресурсов древесной зелени. Определены условия эффективного вложения дополнительных средств на выращивание загущенных лесных культур. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 658.27.003.13

Анализ показателя рентабельности основных производственных фондов. БАДМАЕВА С. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 116.

Приводится новое аналитическое выражение показателя фондорентабельности, позволяющее вскрыть его производственно-физическую сущность и определить основные направления его повышения. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674:658.153

Эффективность производства в деревообрабатывающей промышленности в связи с оборачиваемостью оборотных средств. ЖЕЛИБА Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 119.

Анализируются формулы расчета коэффициентов оборачиваемости оборотных средств. Указана важность частных коэффициентов оборачиваемости сырья и основных материалов в деревообрабатывающей промышленности. Рассмотрен процесс кругооборота оборотных средств, составные части их средних остатков. Показано, что средние остатки незавершенного производства в наибольшей степени определяются деятельностью предприятия, в связи с чем предложена видоизмененная формула рентабель-

ности производства. На основе отчетных данных объединений Минлеспроба БССР проанализированы предлагаемые решения. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*232.312.2

Машина для механической обработки семян. ЗЕМЛЯНУ\*ИИ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 124.

Дано описание конструкции машины для механической обработки семян с вибронцилиндром. Приведена формула для расчета производительности машины. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*524.31

Аналитический способ построения шкалы разрядов высот. ГРЕК В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 126.

Приведен способ построения шкалы разрядов высот путем аналитического преобразования обобщающей кривой. Предложена математическая модель шкалы для древостоев березы желтой, удобный для программирования и хранения в памяти ЭВМ. Способ рекомендован в лесной таксации для построения местных шкал. Ил. 1.

УДК 630\*174.754:620\*165.3:630\*232.328.5

Влияние размеров маточных деревьев на рост привоев сосны. ХИРОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 127.

Анализируется опыт прививки черенков от абсолютно одновозрастных 56-летних маточных деревьев (Бузулукский бор). Показано, что вегетативное размножение крупных маточных деревьев практически всегда обеспечивает более интенсивный рост привоев в высоту. Связь между крупными высотами семенного и вегетативного потомства умеренная и достоверная ( $r = 0,53 \pm 0,23$  при  $P = 0,95$ ). Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*812

Деформативность древесины сосны при сжатии вдоль волокон. ЛЕВЧЕНКО В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 129.

Найдены уравнения направления волокон в присучковой зоне образцов с круглым сечением. Определены постоянные упругости древесины в различных местах присучковой зоны в пределах продольного направления волокон, в растянутой, сжатой и переходных зонах сучья. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.817-41

Экспериментальное исследование процесса мокрого формирования древесноволокнистого ковра между двумя вертикальными сетками. ШАМАШОВ А. П., БИРЮКОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 131.

Представлена схема действующей экспериментальной установки, изложены результаты исследований процесса формирования древесноволокнистого ковра между двумя вертикальными сетками. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.09-791.8

Влияние коэффициента корреляции на достоверность сортировки пиломатериалов по прочности. ОГУРЦОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 134.

Представлены графики, позволяющие оценивать влияние коэффициента корреляции на достоверность и эффективность сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности. Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*114.52:061.3

Первое межвузовское совещание по координации и итогам научных исследований по повышению плодородия лесных почв. КИШЕНКОВ Ф. В., ОРЛОВСКИЙ Г. М., ОСТРОУМОВ Е. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 1, с. 135.