

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

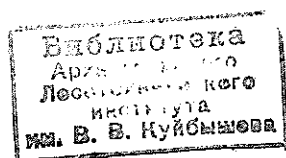
ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

4

1983



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

7

## 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» № 4

---

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

---

Сдано в набор 28.4.83. Подписано в печать 27.06.83. Сл. 00016.  
Форм. бум. 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,82. Тираж 1670. Заказ 2127. Цена 1 р. 40 к.  
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт  
им. В. В. Куйбышева.

---

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

---

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,  
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*905.2

ЛЕСОСЫРЬЕВАЯ ПРОБЛЕМА  
ЕВРОПЕЙСКО-УРАЛЬСКОЙ ЗОНЫ (ЕУЗ)\**Д. П. СТОЛЯРОВ, Е. В. ПОЛЯНСКИЙ*

ЛенНИИЛХ

В последнее время на страницах печати обсуждается проблема возможно более полного и рационального покрытия народнохозяйственных потребностей в древесине в пределах ЕУЗ. Проблема эта не нова, но до сих пор сохраняется множество разноречивых, нередко взаимоисключающих взглядов на нее. В том, что пишут в статьях, слишком много эмоций и недостаточно анализа. Такое положение чревато опасностью дальнейшего обострения проблемы, принесения в жертву конъюнктурным ведомственным соображениям долговременных народнохозяйственных интересов. О реальности такой опасности свидетельствует попытка решить проблему при помощи пересмотра возрастов главной рубки, включения в расчет пользования древостоев крайне низкой продуктивности (Va и ниже классов бонитета). Проведенные в 1950-х годах эти меры, создав на короткий срок видимость облегчения положения, сделали диспропорции лесосырьевого баланса и баланса производства и потребления древесины в ЕУЗ еще более значительными.

Представляется, что целью начатой дискуссии должно быть четкое формулирование существующих взглядов на проблему и причин, ее породивших, объективное обсуждение этих взглядов и выработка практических путей успешного решения проблемы в возможно более короткий срок и с наименьшими потерями, — решения не мнимого, а действительного. В данной статье излагается наш взгляд на лесосырьевую проблему Европейско-Уральской зоны.

Современное положение не возникло внезапно в последние годы, оно складывалось на протяжении продолжительного срока под влиянием совокупности объективных и субъективных причин. Суть его в том, что образовалась и усиливается видимая диспропорция между размером производственных мощностей предприятий, перерабатывающих древесину, которые размещены в ЕУЗ, и сырьевыми возможностями этого региона. Непосредственным поводом для очередной постановки проблемы в повестку дня послужили сбои в работе целлюлозно-бумажной промышленности. Однако не следует сводить обсуждаемую проблему к вопросу лишь улучшения поставок балансов целлюлозно-бумажным предприятиям: ее содержание и шире, и глубже этого вопроса [12].

На протяжении всей истории нашей страны переработка древесины усиленно развивалась в ЕУЗ. Это определялось сосредоточением здесь подавляющей массы потребителей продукции, наиболее удобными, легкими условиями получения рабочей силы, сырья, энергии, наиболее благоприятными условиями освоения лесов и общими транспортными условиями и т. п. По мере усиления промышленной нагрузки на леса ЕУЗ и особенно в связи с уроном, который нанесла им война (не только

\* Печатается в порядке дискуссии.

в зоне непосредственных военных действий), все резче ставилась и все более активно решалась в конкретном практическом плане задача перебазирования лесозаготовок в азиатскую часть страны. Этот процесс активизировался и тем, что из сферы промышленной эксплуатации исключались крупные площади лесов, имеющих преимущественно средообразующее и средостабилизирующее значение.

Однако задача перебазирования лесозаготовок ставилась и решалась в отрыве от общего развития лесных отраслей, в результате чего ей как средству снятия трудностей в области снабжения народного хозяйства древесиной придавалось преувеличенное значение. Ускоренное развитие лесозаготовок в районах Сибири и Дальнего Востока не сопровождалось соответствующим увеличением в этих районах объемов производства в отраслях обработки и переработки древесины, доля этих районов в общем объеме производства составила (%):

	1940 г.	1960 г.	1970 г.	1980 г.
Промышленные государственные лесозаготовки	20,2	23,0	31,6	Около 34
Пиломатериалы	22,9	21,6	24,8	31,7
Мебель	—	9,0	9,1	9,0
Древесноволокнистые плиты	—	8,2	7,4	21,2
Древесностружечные плиты	—	0,6	7,4	11,7
Бумага	—	8,6	7,6	Около 8

Такая диспропорция в развитии различных лесных отраслей имела ряд нежелательных последствий, которые не предусматривались при перебазировании лесозаготовок в азиатскую часть страны. Производства по обработке и переработке древесины продолжали развиваться в ЕУЗ.

Снижение доли ЕУЗ в общем объеме лесозаготовок не сопровождалось значительным сокращением абсолютных количеств заготавливаемой здесь древесины, а в районах основных лесозаготовок они продолжали даже увеличиваться: в Уральской зоне в 1950—1960 гг. — на 35 %, в 1960—1970 гг. — почти на 30 %; по Северо-Западу РСФСР в 1960—1970 гг. — на 6 %, в 1970—1975 гг. — на 2 %. Кроме того, возникла необходимость вывоза необработанной древесины из азиатской части страны в ЕУЗ, резко выросла дальность перевозок лесных грузов.

Развитие лесозаготовок в азиатской части происходило в трудных условиях, требовало крупных капиталовложений. Отдача же этих затрат из-за высокой себестоимости лесозаготовок была ниже, чем могла бы быть в условиях ЕУЗ, если бы эти средства вкладывались в интенсификацию лесозаготовок и воспроизводства лесных ресурсов.

Производства по обработке и переработке древесины развивались в ЕУЗ преимущественно в своих «традиционных» формах, что вело к росту потребности в качественной древесине сосны и ели и не создавало возможности для улучшения использования накапливающихся эксплуатационных запасов древесины лиственных пород, а также тонкомерной и низкокачественной древесины хвойных. В результате диспропорции и дефицитности лесосырьевого баланса и баланса производства и распределения древесины не только не ослабевали, но становились все ощутимее.

Одновременно продолжало ухудшаться общее состояние лесосырьевой базы ЕУЗ как следствие форсированной рубки спелых и даже приспевающих древостоев хвойных пород высших классов бонитета при крайне недостаточных размерах рубки низкопродуктивных сосня-

ков\* и древостоев мелколиственных пород. Так, в середине 1970-х годов утвержденная расчетная лесосека по лиственным породам на Северо-Западе РСФСР была использована чуть более чем на 40 %, в Уральском районе — примерно на 2/3.

Снижение возрастов главной рубки в хвойных хозяйствах, в свою очередь, сопровождалось ухудшением качества лесосырьевых ресурсов и, следовательно, усилением диспропорций лесосырьевого баланса. В рубку стали поступать сосняки и ельники, в которых примесь лиственных пород еще значительна, так как не завершился естественный процесс выпадения их из состава, а рубки ухода с целью улучшения состава взрослых древостоев пока не проводятся.

Процесс снижения качества лесосырьевой базы ЕУЗ характерен в большей степени для таежной части этой зоны и связан с недостатками не только в использовании эксплуатационных запасов, но и в организации воспроизводства лесных ресурсов. Формальное наращивание объемов искусственного лесовозобновления не решало и не решает проблемы создания доброкачественных лесосырьевых ресурсов, отвечающих нуждам потребления, не обеспечивает формирования наиболее рационального по территориальному размещению, породному составу, величине и товарности древесных запасов эксплуатационного фонда для лесозаготовок ближайшего и более далекого будущего в основных районах развития лесной промышленности ЕУЗ. Отмеченные процессы и вероятное развитие их в последующие периоды иллюстрируются данными таблицы, составленной по материалам расчетов СОПС при Госплане СССР.

К сожалению, материалы эти не очень детальны, а потому не позволяют уловить некоторые стороны процесса (увеличение доли в эксплуатационном фонде низкобонитетных древостоев, ухудшение породного состава хвойных лесов и др.).

Нельзя не обратить внимание и на еще одно нежелательное следствие несогласованного развития лесных отраслей в азиатской части страны — преждевременное истощение здесь сырьевых баз будущих лесопромышленных комплексов. Вовлечение в промышленную эксплуатацию наиболее доступных лесных массивов сопровождалось энергичным проникновением сюда так называемых «самозаготовителей» древесины из малолесных и лесодефицитных районов, что привело к ускоренному вырубанию наиболее ценных частей этих сырьевых баз. Да и развитие государственных промышленных лесозаготовок шло далеко не всегда оправданными темпами, что вело (да и сейчас еще ведет) к потере больших количеств заготовленного ценного леса ([19] и др.). Так уже сейчас формируется основа сырьевой проблемы азиатской части страны.

Рациональному использованию эксплуатационных запасов и, следовательно, предотвращению ухудшения качества лесных ресурсов в значительной степени препятствует техническая политика лесопромышленных ведомств. Лесозаготовительная промышленность на всем протяжении своего развития ориентируется на технические средства и технологические схемы разработки лесосечного фонда, применение которых более или менее эффективно лишь в условиях малоинтенсивного хозяйства при проведении концентрированных сплошных рубок, преимущественно очень крупными площадями. Именно в силу этого, прежде всего, возникают различные трудности с использованием запасов спе-

\* Вследствие этого в настоящее время эксплуатационный фонд по сосне в значительной мере представлен древостоями на избыточно увлажненных и болотных почвах, имеющими сравнительно невысокую эксплуатационную ценность [7].



лого леса в лесном фонде несырьевого значения, где недопустимо, с точки зрения важных долговременных интересов общества, вести такие рубки. По этой же причине в районах с дефицитным лесосырьевым балансом нередко недоиспользуются расчетные лесосеки по хвойным хозяйствам. Такое положение имеет место, например, в сосновом крупнотоварном хозяйстве в лесхозах Ленинградской области, где спелые сосняки небольшими участками разбросаны среди крупных массивов молодого леса, болот.

На протяжении многих лет недальновидной была и техническая политика в области фабрично-заводских отраслей лесной промышленности. Представление о якобы неисчерпаемых запасах наших хвойных лесов служило основой пренебрежения к разработке и внедрению в практику технологических процессов и технических средств, которые позволяли бы возможно полнее утилизировать листовенную и низкосортную и маломерную хвойную древесину. Между тем, невозможность сбыта такой древесины создавала, да и до сих пор создает крайне сложные экономические условия для лесозаготовительных предприятий, работающих в лесах ЕУЗ. Эта же причина ограничивала и до сих пор ограничивает развитие рубок ухода за лесом, особенно в молодняках. И получается дефицит древесного сырья при кажущемся его обилии. Многие годы требование, например, бумажников снабжать их только балансами хвойных пород выдвигалось как следствие совершенно объективных обстоятельств. А передовая практика последних лет наглядно свидетельствует, что это не так, что вопрос упирался главным образом в соответствующую позицию руководителей отрасли [3, 4, 13, 15].

Характеризуя причины, под влиянием которых сложилось современное трудное положение с удовлетворением народнохозяйственных потребностей в древесном сырье, нужно указать на распыленность лесозаготовительного и деревообрабатывающих (прежде всего, лесопиления) производств между многочисленными министерствами и ведомствами ([10, 14] и др.). Это ухудшает условия использования лесных ресурсов и заготовленной древесины, ведет к увеличению разного рода отходов и одновременно — трудностей их сбора для утилизации.

В первые годы существования Советского государства множественность лесозаготовителей была объективно необходимой: еще не сформировалась государственная лесозаготовительная промышленность. Но вскоре стала очевидной нежелательность этого явления. Уже в постановлении СНК СССР от 2 февраля 1928 г. «О мерах к упорядочению лесного хозяйства» [11, с. 95—99] указывалась необходимость сокращения числа лесозаготовителей. Затем это важное с точки зрения перспектив развития и совершенствования хозяйствования в лесах требование было поставлено на первое место в постановлении СТО от 12 июля 1929 г. «О реорганизации лесного хозяйства и лесной промышленности» [11, с. 108—109] и подтверждается рядом правительственных документов в последующие годы. Процесс упорядочения хозяйствования в лесах, централизации плановых государственных лесозаготовок в предвоенные пятилетки привел к заметным и существенным улучшениям. В военные годы и в период восстановления народного хозяйства по вполне понятным причинам достигнутые успехи были утрачены. А затем деконцентрация лесозаготовок и обработки древесины незаметно стала восприниматься как нечто вполне естественное, тем более, что лесопромышленное ведомство не обеспечивало удовлетворения всех плановых народнохозяйственных потребностей в древесине и продуктах ее обработки. Сложилась обстановка, когда так называемые «самозаготовители» превратились в конкурентов специализированного мини-

стерства при распределении лесосырьевых ресурсов, рабочей силы, техники и др. [8]. В целях создания более благоприятных условий для предприятий специализированного министерства и первоочередного удовлетворения наиболее важных народнохозяйственных потребностей в древесном сырье еще в предвоенные годы была введена практика закрепления лесосырьевых и сырьевых потребительских баз. Но и она не принесла должного успеха именно вследствие чрезмерной распыленности лесозаготовок и обработки древесины.

Такова история проблемы. Таковы причины, под действием которых проблема складывалась и обострялась.

Теперь встает вопрос: как преодолеть последствия достаточно длительного процесса? Вряд ли это можно сделать, «изыскивая резервы» в лесах несырьевого значения, «волевым» порядком увеличивая расчетные лесосеки, снижая возрасты рубок, конструируя еще несколько «новых» способов расчета размера пользования лесом и т. д. Все это, как показывает опыт прошлого, позволяет создать видимость благополучия в области лесозаготовок, но одновременно готовит условия для еще большего обострения проблемы, вместо того, чтобы решить ее.

Лесосырьевая проблема ЕУЗ дошла до такого предела, когда конъюнктурными мерами решать ее стало уже опасно: по этому пути можно шагнуть на грань катастрофы. Нужно решать ее на научной основе, имея в виду не временный «выход из положения», а достижение устойчивого, улучшающегося с течением времени состояния лесосырьевого баланса с учетом необходимости и неизбежности всемерного усиления и расширения рекреационной и экологической функций лесов региона.

Серьезное, радикальное решение лесосырьевой проблемы ЕУЗ потребует определенного времени и средств. Ее невозможно решить без значительных усилий, без определенного «операционного вмешательства», т. е. без существенной перестройки системы воспроизводства лесных ресурсов — лесозаготовка — обработка и переработка лесного сырья. В этой непростой, но совершенно необходимой и неизбежной работе можно выделить следующие узловые моменты.

1. Сосредоточение на предприятиях специализированного министерства подавляющей части, а впоследствии — всего объема лесозаготовок и обработки древесины, ликвидация множества так называемых «самозаготовителей» древесины, мелких и мельчайших лесопильных предприятий и цехов и т. п. Распыление дорого обходится государству не только потому, что ведет к конкуренции за сырьевую базу и нерациональному использованию дефицитного сырья, но и потому, что мелкие и мельчайшие производства характеризуются повышенной трудоемкостью и себестоимостью, ухудшают состояние трудового баланса и т. д.

2. Изменение технической и инвестиционной политики в области лесной и лесобрабатывающей промышленности в направлении обеспечения наиболее полного и рационального использования наличных эксплуатационных запасов древесины, передаваемого в рубку лесосечного фонда и заготовленной древесины, обеспечения перехода к безотходному использованию всего объема полученной древесины.

В использовании древесных запасов не последнюю роль должно играть изменение отношения к транспортному освоению лесных массивов: в лесах должны строиться преимущественно дороги, которые могли бы служить не только целям вывозки заготавливаемой древесины, но и целям разумного и эффективного хозяйствования в лесах вообще [6, 7]. Успешному решению этого вопроса можно содействовать, пересмотрев теоретические и методологические основы оценки экономиче-



ской эффективности вложений в хозяйственное освоение лесов с учетом многостороннего значения лесов для народного хозяйства и общества и многообразных народнохозяйственных связей лесозаготовительного производства.

Опыт свидетельствует, что на основе типовых методик, разработанных для условий фабрично-заводской промышленности, трудно выработать действительно оптимальные с общегосударственной точки зрения решения в области использования и воспроизводства лесных ресурсов. Наиболее «выгодными» неизменно оказываются решения, которые меньше всего отвечают долговременным интересам общества. А именно на удовлетворение этих интересов должна быть прежде всего направлена техническая и инвестиционная политика в области использования и воспроизводства лесных ресурсов. Для каждого региона она должна обеспечивать коренное улучшение состояния лесов и повышение их хозяйственной ценности — с учетом растущего значения несырьевых функций леса и связанных с этим неизбежных ограничений, накладываемых на их промышленное использование.

3. Создание реальной основы для действительной интенсификации лесовыращивания и лесозаготовки в районах основных лесозаготовок, которая ведет к повышению потенциальной и реальной производительности лесов и продуктивности лесного хозяйства. Эта работа требует создания не только новых технологий и технических средств лесовыращивания и лесозаготовок, обработки и переработки органической массы, добываемой в лесу, но и новых организационных форм хозяйствования в лесах. Необходим переход к лесным предприятиям, характер которых наиболее полно отвечал бы условиям и возможностям зрелого социализма. Такими предприятиями должны стать так называемые комплексные (не просто комбинированные, а именно комплексные!) лесные предприятия, которые лесозаготовку ведут с должным учетом задач и интересов воспроизводства лесов, а лесовыращивание — с учетом будущих запросов лесопотребления, нужд и возможностей текущей лесозаготовки. Зачаточные формы комплексных предприятий, характеризующиеся экономическим неравенством лесозаготовительного и лесохозяйственного производств, уже появились в практике. Теория комплексных лесных предприятий разработана учеными ЛТА.

4. Разумное использование действительных, а не надуманных резервов, за счет которых можно и должно уже сейчас обеспечить нормальное покрытие плановых потребностей региона в древесине. Резервы эти достаточно известны, они широко анализировались в нашей печати на протяжении последних лет, правда, преимущественно в связи с теми затруднениями, которые возникли в снабжении сырьем целлюлозно-бумажных предприятий. Путям и средствам ослабления дефицитности лесосырьевого баланса и баланса производства и распределения древесного сырья ЕУЗ посвящены специальные исследования и обстоятельные монографии работников ЛТА, Гипролестранса, СОПС при Госплане СССР, ВНИПИЭИлеспрома и других коллективов. Этот вопрос широко обсуждается в течение ряда лет на страницах центральных газет ([1, 2, 5, 9, 13, 16, 18] и др.).

К числу последних работ, обстоятельно раскрывающих имеющиеся резервы, относится опубликованная в 1980 г. издательством «Лесная промышленность» солидная и серьезная монография «Лесная индустрия СССР», подготовленная коллективом авторов под общей редакцией Н. В. Тимофеева. Особенно впечатляющие цифры приводят авторы на с. 297—298: снижение расходных норм на предприятиях Минлесбумпрома СССР на 1 % позволит ежегодно экономить более 1 млн. м<sup>3</sup> дре-

весины и более 30 тыс. м<sup>3</sup> древесностружечных плит; увеличение количества поставляемой народному хозяйству антисептированной древесины на 1 % позволит расширить реальные ресурсы лесоматериалов не менее чем на 2,5 млн. м<sup>3</sup> в год и т. д.

Если коротко обобщить все публикации об улучшении снабжения народного хозяйства древесиной и продуктами ее переработки, следует, прежде всего, назвать такие источники резервов: изменение сортиментных планов лесозаготовок с учетом реального состава эксплуатационного фонда; рационализация баланса производства и распределения древесины, улучшение системы связей между лесозаготовителями и потребителями древесины — установление прямых долговременных договоров о поставках; упорядочение распределения реально имеющихся сырьевых ресурсов с соблюдением бесспорного приоритета специализированных лесозаготовительных предприятий; пересмотр нормативов расхода древесины на технологические и эксплуатационные нужды во всех без исключения отраслях и производствах\*; рациональное распределение грузопотоков древесины между различными видами транспорта, максимально возможное развитие прямой вывозки франко-двор потребителя, использование в этих целях новейших достижений науки и техники; постепенное, но неуклонное и не слишком медленное осуществление концентрации всех производств по заготовке и первичной обработке древесины на специализированных предприятиях государственной лесной промышленности.

Кроме того, необходимо пересмотреть нормативы и предельно ужесточить контроль в области производства, транспортировки и расходования продуктов целлюлозно-бумажной промышленности, пиломатериалов, тарных изделий.

5. Рациональная, отвечающая современным условиям и требованиям организация воспроизводства лесных ресурсов. Успешное решение задач, стоящих в области воспроизводства лесных ресурсов (и не только в ЕУЗ), возможно лишь на основе интенсификации и специализации лесовыращивания, концентрации и интенсификации лесохозяйственного производства.

Интенсификация лесовыращивания предполагает повышение качества, ценности отдельных насаждений и целых лесных массивов посредством расширения и усиления системы целенаправленных лесоводственных мер на выращиваемые древесные породы и среду обитания, что, в свою очередь, требует улучшения транспортной доступности лесов, применения все более совершенных технологий лесовыращивания, технических средств, увеличения затрат инженерного труда непосредственно в лесоводстве и т. д.

Специализация лесовыращивания означает необходимость, во-первых, достаточно четкого, научно обоснованного установления преимущественного целевого назначения лесных массивов с учетом их места и роли в тех или иных природно-технических системах и природно-территориальных комплексах и, во-вторых, установления и строгого проведения в жизнь соответствующих этому назначению системы лесовыращивания и режима лесопользования, которые обеспечивали бы наивысшую возможную степень выполнения лесами их функций.

Концентрация лесохозяйственного производства предполагает выделение наиболее важных территорий и хозяйственных объектов, в ко-

---

\* Устаревшие, не обоснованные научно нормативы не только затрудняют разумную организацию лесоснабжения, но и открывают возможности для злоупотреблений [17].

торых, при ограниченности средств и ресурсов, направляемых на нужды воспроизводства лесных ресурсов, необходимо сосредоточить лесохозяйственное производство в данном периоде, для того чтобы предъявляемые народным хозяйством требования к воспроизводству лесных ресурсов удовлетворялись возможно полнее и эффективность лесного хозяйства была возможно выше. Нельзя добиться существенных улучшений в названных вопросах, если направляемые в лесное хозяйство ресурсы и средства будут механически «тонким слоем» распределяться по территории всего лесного фонда страны и, соответственно, по территории лесного фонда каждого отдельного экономического района, области, лесохозяйственного предприятия.

Интенсифицируя лесное хозяйство, нельзя стремиться только к интенсификации лесовыращивания. Столь же необходима интенсификация лесохозяйственного производства, означающая улучшение использования материальных и трудовых ресурсов, замену устаревших малопродуктивных, не способствующих интенсификации лесовыращивания технических средств и технологий новыми, прогрессивными, улучшение организации производства и труда на лесохозяйственных предприятиях и т. п.

Успешное решение перечисленных задач требует в качестве одного из главных условий коренной перестройки экономической организации лесного хозяйства, превращения его на деле в полноценную и полноправную отрасль материального производства.

Сложившаяся в годы довоенных и первых послевоенных пятилеток бюджетно сметная экономическая организация лесного хозяйства вступила в очевидное противоречие с экономической организацией всего общественного производства. Из-за этого лесное хозяйство уже на протяжении довольно продолжительного периода все более выпадает из сферы действия современного хозяйственного механизма, а потому и не в силах успешно решать выдвигаемые временем задачи в области воспроизводства лесных ресурсов. Перестройка экономической организации лесного хозяйства должна содержать следующие основные моменты.

А. Подход к лесовыращиванию как процессу, состоящему из ряда последовательно и преемственно осуществляемых в рамках воспроизводственного цикла технологических фаз (лесовозобновление или лесоразведение, формирование молодняка и т. д.), каждая из которых завершается получением определенного материального результата, поддающегося нормированию и измерению. Этот материальный результат рассматривается как готовый продукт данной возрастной технологической фазы и промежуточный продукт лесовыращивания, поступающий в следующую фазу как предмет труда.

Б. Признание продуктом лесохозяйственного производства (на предприятии, по отрасли в целом) за данный период (год, пятилетка) общего количества (площади) вновь созданных, формируемых, улучшенных за этот период лесных насаждений.

В. Измерение и учет продукта лесохозяйственного производства и в натуральной, и в денежной форме; учет и оценка продукта не только по количеству, но и по качеству и общественной полезности.

Г. Планирование лесного хозяйства не по объемам лесохозяйственных работ и мероприятий, а по объему лесохозяйственной продукции в том понимании, как сказано выше. Учет и оценка деятельности предприятий именно по материальным результатам (количеству и качеству продукта) лесохозяйственного производства, определяемым и в натуральном, и в денежном выражении.

Д. Выведение (планирование) задач развития и функционирования лесного хозяйства из общественной потребности в его продукте — насаждениях определенного целевого назначения и состояния, определяемой по соответствующим научно обоснованным нормативам. Рациональное лесов по целям и условиям интенсификации лесовыращивания как одно из важных средств обоснованного территориального планирования требуемых материальных результатов и необходимых для этого ресурсов.

Е. Включение ежегодной продукции лесохозяйственного производства в состав национального продукта и учет ее при исчислении национального дохода в формах и методами, принятыми в народном хозяйстве.

Ж. Возмещение затрат на лесохозяйственное производство не на основании сметы операционных расходов, а по ценам на продукт этого производства (на вновь созданные, формируемые, улучшенные лесоводственным трудом насаждения и участки), учитывающим его качество.

З. Распространение на лесохозяйственное производство системы экономического стимулирования работников и предприятий, принятой в народном хозяйстве.

Вполне возможно, что для успешной перестройки экономической организации лесного хозяйства окажется необходимым отделить функцию держателя государственного лесного фонда и функции государственного экологического контроля хозяйствования в лесах от производственной функции. В таком случае в системе государственного управления лесным хозяйством появится орган, являющийся государственным лесфондодержателем и распорядителем финансовых ресурсов, выделяемых на нужды воспроизводства лесных ресурсов, охраны и защиты леса, но освобожденный от производственных функций. Таким органом может быть Государственный комитет СССР по охране и организации рационального комплексного использования и воспроизводства географической среды и природных ресурсов, который пока не существует, но потребность в котором выступает все более отчетливо.

Производственные же функции, т. е. выполнение работ по лесовозобновлению, лесоразведению, формированию молодняков и более взрослых насаждений, охране и защите леса и т. д., останутся за лесохозяйственным ведомством, предприятия которого будут на подрядных началах и на основе хозяйственного расчета вести всю производственную деятельность в лесах. При этом во многих условиях окажется совершенно обоснованным объединение в одних руках, в одном предприятии лесохозяйственной и лесозаготовительной деятельности, т. е. вполне естественно и логично решится задача создания комплексных лесных предприятий.

Перестройку экономической организации лесного хозяйства ни в какой мере нельзя связывать с отказом от финансирования лесохозяйственной деятельности из государственного бюджета, которое всегда рассматривалось и должно рассматриваться как важнейшее достижение советского строя в области хозяйствования в лесах. Дело не в источнике финансирования, а в непригодности существующего порядка возмещения затрат на лесохозяйственную деятельность на основании сметы операционных расходов без учета реальных материальных результатов этой деятельности.

Решение задач, сформулированных в изложенных выше пяти пунктах, совершенно необходимо и не зависит от степени дефицитности лесосырьевого баланса ЕУЗ. Эта необходимость вытекает из решений

XXVI съезда КПСС, из ориентации народного хозяйства на интенсификацию и повышение эффективности хозяйствования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антонов О. Розы, утиль и фантазия. — Правда, 1981, 13 янв. [2]. Вукочич В. Лес рубят — щепки хранят. — Известия, 1980, 15 окт. [3]. В Центральном Комитете КПСС. — Правда, 1981, 3 дек. [4]. Гадаборшев О. По всей цепи. — Правда, 1982, 7 янв. [5]. Гадаборшев О. Лесной комплекс. — Правда, 1981, 15 февр. [6]. Голубев В. Вологодские дороги. — Лесн. пром-сть, 1981, 24 сент. [7]. Гуськов Ю. Потенциал северной тайги. — Лесн. пром-сть, 1981, 24 сент. [8]. Делянке — разумного хозяина. — Лесн. пром-сть, 1981, 1 окт. [9]. Демидов П. Баланс для бумаги. — Известия, 1978, 11 дек. [10]. Ельцин Б. Н. Речь на XXVI съезде КПСС. — Правда, 1981, 26 февр. [11]. Ленский Л. Материалы по истории социалистического лесного законодательства (1917—1945 гг.) — М.—Л.: Гослестехиздат, 1947. [12]. Лесной комплекс: Передовая. — Правда, 1983, 21 марта. [13]. Лопухов Е. Когда щепки не летят. — Правда, 1981, 21 июня. [14]. Медведев Н. Лесной потенциал. — Правда, 1973, 3 июня. [15]. Мельников В. От корней до кроны. — Правда, 1983, 15 февр. [16]. Никитин А. Лес и бумага. — Правда, 1980, 13 окт. [17]. Пронкин В. Расточительство... под псевдонимом. — Соц. индустрия, 1982, 9 янв. [18]. Стратегия взаимодействия: Беседа трех министров. — Известия, 1980, 24 янв. [19]. Уткин Н. Лесосека не склад. — Правда, 1978, 13 июня.

Поступила 4 апреля 1983 г.

УДК 630\*56

### К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧИСЛА ДЕРЕВЬЕВ В ДРЕВОСТОЯХ

П. В. ВОРОПАНОВ

Брянский технологический институт

В таблицах хода роста древостоев можно почерпнуть данные, характеризующие особенности их строения по мере повышения возраста. К обязательным таксационным показателям относится число деревьев ( $N$ ), обычно уменьшающееся с возрастом древостоя. Фигурирующий при этом запас, представляющий произведение  $vN = M$ , возрастает по мере увеличения возраста древостоя. В этой формуле (по каждому звену таблиц хода роста)  $M$  — запас,  $v$  — объем среднего дерева,  $N$  — число деревьев. Если площадь поперечного сечения среднего дерева  $g$ , то сумма площадей сечения древостоя  $gN = G$ . Как видим, здесь также участвует таксационный показатель  $N$ . Если объемный текущий прирост среднего дерева равен  $Z'_v$ , то текущий прирост по запасу можно исчислить как произведение

$$Z'_v N = Z'_M.$$

Если в таблицах хода роста взять два смежных по возрасту звена и в каждом найти  $v$  среднего дерева, то

$$Z'_v = \frac{v_A - v_{A-n}}{n},$$

а  $Z'_M$  древостоя в возрасте  $A$  лет

$$Z'_M = Z'_v N_A.$$

Все сказанное позволяет убедиться в том, что число деревьев в древостое — его важнейший таксационный признак, при этом не только в возрасте  $A$  лет — ( $N_A$ ), но и в возрасте  $A - n$  лет ( $N_{A-n}$ ). Если

$$M_A = v_A N_A,$$

то

$$M_{A-n} = v_{A-n} N_{A-n}.$$

Как известно [3], формула

$$K_v = 2,14(K_d)^2 - 1,50(K_d) + 0,37 \quad (a)$$

позволяет найти коэффициент по объему ( $K_v$ ) дерева, связанный с коэффициентом его по диаметру ( $K_d$ ), где

$$K_d = \frac{d_{A-n}}{d_A} \quad \text{и} \quad K_v = \frac{v_{A-n}}{v_A}.$$

Из этого следует, что

$$v_{A-n} = v_A K_v.$$

Формула (a) применима к среднему дереву древостоя для отыскания его размеров  $n$  лет назад. Для этого надо установить средний  $D$  древостоя, определить  $Z_D^n$  и получить

$$D_{A-n} = D_A - Z_D^n,$$

отсюда

$$K_D = \frac{D_{A-n}}{D_A}$$

и при использовании формулы (a) будем иметь  $K_v$ .

Вскрытый закон о синхронности в изменениях с возрастом [3, 4] коэффициентов по диаметру дерева на высоте груди с коэффициентами по объему позволяет найти объем ствола, который был у дерева  $n$  лет назад. Нами установлено, что математически исчисленное среднее дерево древостоя является средним физическим деревом, сохраняющим, по М. Л. Дворецкому [5], ранг среднего дерева в течение, по крайней мере, 20—40 лет. Поэтому в формуле (a) коэффициент  $K_d$  может быть вполне заменен (см. об этом выше) для древостоя коэффициентом  $K_D = \frac{D_{A-n}}{D_A}$ .

Определив  $v_A$  среднего дерева древостоя в возрасте  $A$  лет, найдем  $v_{A-n} = v_A K_v$ , используя табл. 1 в нашей работе [3]. Из этих расчетов видно, что при наличии  $N_{A-n}$  можно получить

$$M_{A-n} = v_{A-n} N_{A-n}.$$

Размеры среднего дерева  $v_{A-n}$  могут быть установлены исходя из следующего логического построения. Нам известно [1, 2], что объем среднего дерева отпада ( $v_{0A}$ ) в возрасте  $A$  лет равен объему среднего дерева этого древостоя в возрасте  $A-n$  лет ( $v_{A-n}$ ). Поэтому если известен запас насаждения в возрасте  $A-n$  лет, то средний  $v_{A-n}$  равен:

$$\frac{M_{A-n}}{N_{A-n}} = v_{A-n}.$$

Так как  $v_{A-n} = v_{0A}$ , можно получить  $v_{0A}$  исходя из материалов табл. 1 (помещаемой ниже), где применительно к составу насаждения

даны размеры средних деревьев отпада  $v_{0A}$  по сравнению со средними деревьями дростоя  $v_A$ .

Табл. 1 составлена по материалам, почерпнутым из наших опубликованных таблиц прироста [8] и отпада [7].

Таблица 1

Возраст дростоя А, лет	Размер средних деревьев отпада, % к размеру средних деревьев дростоев							
	сосновых	еловых	лиственных	дубовых семенных	порослевого происхождения			
					дубовых	березовых	осиновых	липовых
20	—	—	—	—	73	72	60	71
					42	42	22	40
30	$\frac{67}{31}$	$\frac{64}{27}$	$\frac{70}{36}$	$\frac{70}{34}$	80	81	68	80
					56	57	37	56
40	$\frac{74}{43}$	$\frac{71}{41}$	$\frac{76}{48}$	$\frac{73}{42}$	86	88	76	87
					69	70	50	69
50	$\frac{79}{54}$	$\frac{77}{54}$	$\frac{82}{58}$	$\frac{78}{51}$	90	92	82	92
					77	79	62	79
60	$\frac{85}{63}$	$\frac{84}{64}$	$\frac{87}{67}$	$\frac{82}{59}$	93	95	97	95
					83	86	72	85
70	$\frac{88}{71}$	$\frac{88}{73}$	$\frac{91}{74}$	$\frac{85}{64}$	95	97	91	97
					87	91	79	88
80	$\frac{92}{77}$	$\frac{91}{79}$	$\frac{94}{80}$	$\frac{87}{69}$	95	96	94	97
					88	92	86	90
90	$\frac{94}{82}$	$\frac{94}{84}$	$\frac{95}{84}$	$\frac{89}{73}$	—	—	95	—
					—	—	90	—
100	$\frac{95}{85}$	$\frac{95}{88}$	$\frac{96}{88}$	$\frac{91}{79}$	—	—	97	—
					—	—	94	—
110	$\frac{96}{88}$	$\frac{95}{88}$	$\frac{96}{89}$	$\frac{92}{82}$	—	—	—	—
					—	—	—	—
120	$\frac{96}{89}$	$\frac{95}{88}$	$\frac{96}{90}$	$\frac{93}{83}$	—	—	—	—
					—	—	—	—

Примечание. В числителе — значения диаметров; в знаменателе — объемов.

Но этим не ограничивается использование показателя  $N_{A-n}$ . Табл. 1 позволяет определить: число деревьев в отпаде; диаметр и объем среднего дерева в отпаде; запас отпада; по товарным таблицам отпада — выход деловой древесины по классам крупности; таксовую оценку изымаемой при уходе товарной продукции.

Запас отпада ( $M_0^n$ ) в насаждении за  $n$  лет можно получить тремя способами:

$$1) v_{0A} N_0^n = v_{A-n} N_0^n = M_0^n;$$

$$2) M_{A-n} \left( 1 - \frac{N_A}{N_{A-n}} \right) = M_0^n.$$

Третий способ получения  $M_0^n$  предполагает использовать известную формулу текущего прироста по запасу насаждения

$$Z'_M = Z'_v N_A,$$

где

$$Z'_v = \frac{v_A - v_{A-n}}{n}$$

и тогда

$$Z_M^n = (M_A - M_{A-n}) + M_0^n,$$

откуда

$$M_0^n = Z_M^n - (M_A - M_{A-n})$$

или

$$M_0^n = Z_M^n - \Delta_M^n.$$

Здесь  $\Delta_M^n$  — текущее изменение запаса насаждения за последние  $n$  лет.

Для определения показателя насаждения  $N_{A-n}$  (в возрасте  $A-n$  лет) нами получена формула

$$N_{A-n} = N_A \left( 2,76 - \frac{1,75}{K'_D} \right). \quad (6)$$

Если множитель  $\left( 2,76 - \frac{1,75}{K'_D} \right)$  обозначить через  $K_N$ , то формула приводится к виду:

$$N_{A-n} = N_A K_N.$$

Здесь  $N$  — число деревьев;

$K'_D = \frac{D_A}{D_{A-n}}$  — отношение среднего диаметра древостоя в возрасте  $A$  лет к среднему диаметру в возрасте  $A-n$  лет.

Формула (6) и ее использование опубликованы в наших лекциях «Расчет возраста физиологической спелости лиственных лесов Сибири» (Леспроект, 1980, с. 80).

Использование формулы (6) предполагает наличие сведений:

1) о числе деревьев в настоящее время —  $N_A$ ;

Таблица 2

$\frac{D_A}{D_{A-n}}$	$K_N$	$\frac{D_A}{D_{A-n}}$	$K_N$	$\frac{D_A}{D_{A-n}}$	$K_N$	$\frac{D_A}{D_{A-n}}$	$K_N$
1,00	1,01	1,13	1,21	1,26	1,37	1,39	1,50
1,01	1,03	1,14	1,23	1,27	1,38	1,40	1,51
1,02	1,04	1,15	1,24	1,28	1,39	1,41	1,52
1,03	1,06	1,16	1,25	1,29	1,40	1,42	1,53
1,04	1,08	1,17	1,27	1,30	1,41	1,43	1,54
1,05	1,09	1,18	1,28	1,31	1,42	1,44	1,55
1,06	1,11	1,19	1,29	1,32	1,43	1,45	1,55
1,07	1,12	1,20	1,30	1,33	1,44	1,46	1,56
1,08	1,14	1,21	1,31	1,34	1,45	1,47	1,57
1,09	1,15	1,22	1,32	1,35	1,46	1,48	1,58
1,10	1,17	1,23	1,34	1,36	1,47	1,49	1,59
1,11	1,18	1,24	1,35	1,37	1,48		
1,12	1,20	1,25	1,36	1,38	1,49		



Таблица 3

Источники и общие сведения о насаждениях			Расчет числа деревьев в насаждении в возрасте $A - n$ лет										
№ п/п объекта	№ табл. лиц по [6]	Состав древост. особенностей	Географическая зона	Класс бионотеста	A лет	DA см	Коэффициенты			Число деревьев, шт./га		Отклонение от истинного N	
							$K_D = \frac{DA}{DA - n}$	$K_N = 2,76 - \frac{1,75}{KD}$	$N_{ист}$	$N_A - n = NAK_N$	абсолютное, шт./га	относительное, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1	10С	СССР	Ia	20	9,6	—	—	—	3330	3310	20	0,6
					30	14,5	1,51	1,61	2050	2015	35	1,7	
					40	19,0	1,31	1,42	1430	1415	15	1,1	
3	2	10С	Архангельская область	III	50	23,3	1,23	1,34	1050	1030	25	2,4	
					60	27,2	1,165	1,26	820	810	10	1,2	
					70	30,8	1,13	1,21	670	664	6	0,9	
					40	9,3	1,35	1,46	3710	3560	150	4,0	
					50	11,9	1,28	1,39	2563	2560	3	0,1	
6	24	10E	Карпаты	16	60	14,2	1,19	1,29	1980	1830	150	7,6	
					80	18,5	1,30	1,41	1300	1250	50	3,9	
					100	22,4	1,21	1,31	954	925	29	3,1	
					30	16,6	1,57	1,49	1982	1870	112	5,7	
					40	22,8	1,38	1,49	1254	1205	49	3,9	
					50	28,3	1,24	1,35	892	870	22	2,5	
					60	32,7	1,15	1,24	702	700	2	0,3	
7	21	10E	Архангельская область	IV	70	36,0	1,10	1,17	598	600	2	0,7	
					60	12,0	1,175	1,275	2149	2230	81	3,8	
					70	13,7	1,14	1,23	1811	1860	49	2,7	
					80	15,5	1,13	1,21	1537	1575	38	2,5	
					90	16,9	1,09	1,15	1373	1395	22	1,6	
8	27	10E (культуры)	Эстонская ССР	I	100	18,2	1,075	1,13	1238	1270	32	2,6	
					20	8,1	—	—	3745	3700	45	1,2	
					30	11,6	1,43	1,54	2403	2310	93	3,9	
					40	14,9	1,28	1,39	1663	1650	13	0,8	
					50	17,9	1,20	1,30	1271	1280	9	0,7	
60	20,6	1,15	1,24	1032	1050	18	1,7						

Продолжение табл. 3

Расчет числа деревьев в насаждении в возрасте $A$ — $n$ лет													
№ п/п объекта	№ табл. лнм по [6]	Состав древо-стойл, особенности	Географическая зона	Класс бонитета	$A$ лет	$D_A$ см	Коэффициенты			Число деревьев, шт./га		Отклонение от истинного $N$	
							$K'_D = \frac{D_A}{D_A - n}$	$K_N = 2,76 - \frac{1,75}{K'_D}$	$K_D = \frac{1,75}{K'_D}$	$N_{ист}$	$N_{A-n} = N_A K_N$	абсолютное, шт./га	относительное, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9	53	Дуб селеный	СССР	Ia	70	30,0	1,18	1,28	515	505	10	1,9	
					80	34,3	1,14	1,23	411	408	3	0,7	
					90	38,4	1,12	1,20	339	336	3	0,9	
					100	42,3	1,10	1,17	287	284	3	1,1	
					110	46,0	1,085	1,145	248	246	2	0,8	
12	38	10Лц (сибирской)	Южный Алтай	IV	100	29,4	1,14	1,23	765	768	3	0,4	
					120	32,9	1,115	1,19	645	643	2	0,3	
					140	36,0	1,09	1,15	558	562	4	0,7	
					160	38,9	1,08	1,14	492	493	1	0,2	
					180	41,6	1,07	1,12	438	440	2	0,5	

2) о среднем диаметре в коре на высоте груди в настоящее время —  $D_A$ ;

3) о приросте по диаметру на высоте груди у средних деревьев древостоя за последние  $n$  лет —  $Z_D^n$ ;

4) о среднем диаметре в коре на высоте груди в возрасте  $A - n$  лет

$$D_{A-n} = D_A - Z_D^n;$$

5) о коэффициенте  $K'_D = \frac{D_A}{D_{A-n}}$ .

Для удобства пользования формулой (6) в полевых условиях составлена вспомогательная табл. 2.

Формула (6) была проверена в древостоях различного состава и возраста, произрастающих в разнообразных условиях внешней среды. Для этого в качестве исходного материала были использованы таблицы хода роста насаждения [6].

Примеры определения показателя  $N_{A-n}$  по формуле (6) приведены в табл. 3. В каждой горизонтальной строчке этой таблицы приводится возраст древостоя (графа 6), средний диаметр его (графа 7) и истинное число деревьев —  $N_A$  (графа 10). В графе 8 определяется коэффициент  $K'_D$  через соотношение  $\frac{D_A}{D_{A-n}}$ , где  $D_{A-n}$  берется для смежного, но молодого такого же насаждения в возрасте  $A - n$  лет. Значение коэффициента  $K'_D$  позволяет определить показатель  $K_N$  по табл. 2, который вписывают в графу 9. Истинные значения  $N_A$  (из таблиц хода роста насаждений) умножают на показатель  $K_N$ , результаты заносят в графу 11 смежной горизонтальной строчки. Сопоставление данных граф 10 и 11 дает ошибку формулы (6).

Приводим математические расчеты надежности получаемых показателей  $N_{A-n}$  с помощью предложенной формулы: число наблюдений  $n = 223$ ; среднее арифметическое отклонение  $x \pm m_x = 2,1 \pm 0,13 \%$ ; среднее квадратичное отклонение значений признака от среднего  $\sigma \pm m_\sigma = 1,95 \pm 0,093$ ; коэффициент изменчивости  $c \pm m_c = 93 \pm \pm 7,27 \%$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронанов П. В. Формула для расчета отпада при изучении хода роста насаждений. — Лесохоз. информ./ЦБНТИлесхоз, 1974, № 4. (Реф. вып.). [2]. Воронанов П. В. Расчет размеров среднего дерева в отпаде насаждений. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 6. [3]. Воронанов П. В. Анализ хода роста ствола растущего дерева. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6. [4]. Воронанов П. В. Анализ хода роста ствола на растущем дереве. — Лесн. хоз-во, 1981, № 10. [5]. Дворецкий М. Л. О степени устойчивости средних деревьев древостоя с возрастом. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1966, № 5. [6]. Козловский В. Б., Павлов В. М. Ход роста основных лесообразующих пород СССР: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. [7]. Таблицы древесного отпада насаждений основных лесообразующих пород СССР/ Минлесхоз РСФСР. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. [8]. Таблицы прироста насаждений основных лесообразующих пород СССР/ Леспроект. — М.: Лесн. пром-сть, 1974.

Поступила 1 ноября 1982 г.

УДК 630\*562.2

## СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

Е. В. АВТУХОВИЧ

Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева

Текущий прирост по массе (запасу) наиболее полно характеризует фактическое состояние роста и развития древостоев и позволяет количественно оценить их сложную и противоречивую биологическую природу в разные годы жизни. Однако определение точного значения этого показателя — довольно сложная и трудоемкая задача.

Известны следующие методы определения текущего прироста по запасу: 1) повторных обмеров деревьев на постоянных пробных площадях; 2) рубки моделей и однократного обмера деревьев на временных пробных площадях; 3) упрощенные методы расчета по таблицам и формулам. Для решения ряда задач по определению состояния древостоев и их продуктивности наиболее приемлемы быстрые и нетрудоемкие методы третьей группы, хотя и менее точные. Большинство методов этой группы при определении текущего прироста, даже для чистых насаждений, приводит к значительным погрешностям — до  $\pm 20$ —35 % и более [3]. Необходимы технически простые и точные методы определения текущего прироста насаждений, не требующие больших затрат времени и средств. Мы предлагаем два математических выражения, предназначенных для вычисления текущего прироста и текущего изменения запаса.

Одно из них, определяемое через запас древостоя, радиальный прирост и добавочный коэффициент, имеет вид:

$$Z = k_{1j} M P i, \quad (1)$$

где  $M$  — запас древостоя, м<sup>3</sup>/га;  
 $i$  — радиальный прирост деревьев, определяемый на высоте груди у 25—30 деревьев, м;  
 $P$  — полнота древостоя;  
 $k_{1j}$  — коэффициент, который при значении индекса  $j = 1$  используется для определения текущего прироста совокупного древостоя (в этом случае  $Z = Z_M$ ), а при  $j = 2$  — для текущего изменения запаса наличного древостоя ( $Z = Z_{Mн}$ ).

Данное выражение (1) было получено на базе преобразования формулы текущего прироста [1, 4]

$$Z = \Sigma S_6 P i, \quad (2)$$

где  $\Sigma S_6$  — сумма площадей боковой поверхности стволов древостоя, тыс. м<sup>2</sup>, определяемая по специальным таблицам [4];  
 $P$  и  $i$  — те же показатели, что и в формуле (1).

Заменив в формуле (2) показатель  $\Sigma S_6$  через запас  $M$  и коэффициент  $k_{1j}$

$$\Sigma S_6 = k_{1j} M, \quad (3)$$

получим приведенное выше выражение (1). Результаты расчета по формуле (1) для конкретных условий местопроизрастания насаждений несколько отличаются от расчетов по формуле (2), в связи с тем, что в последней множитель ( $\sum S_6$ ) определяется по стандартным таблицам.

Входящий в формулу (1) коэффициент ( $k_{1j}$ ) может быть рассчитан по таблицам хода роста или данным эксперимента. На основе математического моделирования материалов пробных площадей и модельных деревьев (Московская область, 1963—1979 гг.) и с учетом таблиц производительности по Н. Н. Свалову [5] нами выведено следующее выражение коэффициента ( $k_{1j}$ ) для текущего прироста ( $Z = Z_M$  при  $j = 1$ ) и текущего изменения запаса ( $Z = Z_{Mн}$  при  $j = 2$ ) насаждений различного возраста в зависимости от их запаса и радиального прироста деревьев:

$$k_{1j} = \frac{a_{1j}}{t} + b_{1j}t + c_{1j}, \quad (4)$$

где  $t$  — возраст древостоя, лет;  
 $a_{1j}, b_{1j}$  и  $c_{1j}$  — коэффициенты регрессии, значения которых для сосновых и еловых насаждений I класса бонитета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порода	По формуле (4)			По формуле (6)		
	$a_{1j}$	$b_{1j}$	$c_{1j}$	$a_{2j}$	$b_{2j}$	$c_{2j}$
Совокупный древостой						
Сосна	1194,0	0,080	-9,2	1,695	0,00015	-0,0248
Ель	860,5	0,039	4,4	1,752	0,00021	-0,0336
Наличный древостой						
Сосна	635,0	-0,150	9,0	1,516	0,000004	-0,0088
Ель	895,1	-0,052	0,3	1,596	0,000050	-0,0200

Формула (1) хорошо отражает динамику текущего прироста и текущего изменения запаса древостоев в периоде от 10 до 80 лет и более. Результаты расчета этих показателей, полученные по формуле (1), и оценка их точности для сосновых и еловых насаждений I класса бонитета приведены в нашей работе [2].

Формула (1) может быть использована для ускоренного расчета текущего прироста (при  $j = 1$ ) и текущего изменения запаса древесины (при  $j = 2$ ), не прибегая к рубке модельных деревьев и дополнительным затратам. При пользовании этой формулой (1) на практике необходимо знать три показателя: запас наличного древостоя ( $M$  м<sup>3</sup>/га) в заданном возрасте; радиальный прирост ( $i$  м), измеренный у 25—30 деревьев на высоте груди; полноту древостоя  $P$ .

Запас древостоя для полных насаждений ( $P = 1$ ) может быть определен по таблицам хода роста или итоговым таблицам соответствующих насаждений лесных хозяйств. В нашем исследовании этот показатель был установлен на основе данных для пробных площадей.

Для определения текущего прироста ( $Z_M$ ) и текущего изменения запаса ( $Z_{Mн}$ ) без рубки модельных деревьев нами получено другое математическое выражение

$$Z = k_{2j} HGP, \quad (5)$$

где  $H$  — средняя высота древостоя, м;  
 $G$  — сумма площадей сечения стволов древостоя, м<sup>2</sup>/га;  
 $Z = \begin{cases} Z_M & \text{— текущий прирост по запасу (при } j = 1), \text{ м}^3/\text{га;} \\ Z_{M_H} & \text{— текущее изменение запаса древостоя (при } j = 2), \text{ м}^3/\text{га.} \end{cases}$

Входящий в формулу (5) коэффициент  $k_{2j}$  для сосновых и еловых насаждений различного возраста в зависимости от высоты и суммы их площадей сечений получен с помощью гиперболической функции

$$k_{2j} = \frac{a_{2j}}{t} + b_{2j}t + c_{2j}, \quad (6)$$

где  $t$  — возраст древостоя, лет;  
 $a_{2j}, b_{2j}$  и  $c_{2j}$  — коэффициенты уравнения, полученные на основе тех же материалов, что и формула (4), соответственно для сосновых и еловых насаждений I класса бонитета (табл. 1).

Для расчета по формуле (5) необходимо знать лишь два измеряемых показателя: среднюю высоту ( $H$ ) и сумму площадей сечения стволов ( $G$ ) в заданном возрасте ( $t$ ) древостоя. Произведения этих показателей ( $GH$ ) по 10-летиям для указанных пород насаждений таковы: в 10 лет по сосне — 45,2 м<sup>3</sup> и ели — 11,5 м<sup>3</sup>; в 20 лет — соответственно 184,8 и 70,6 м<sup>3</sup>; в 30 лет — 369,3 и 203,2 м<sup>3</sup>; в 40 лет — 573,5 и 379,4 м<sup>3</sup>; в 50 лет — 768,3 и 576,7 м<sup>3</sup>; в 60 лет — 934,1 и 745,9 м<sup>3</sup>; в 70 лет — 1078,8 и 893,2 м<sup>3</sup>; в 80 лет — 1198,8 и 996,2 м<sup>3</sup>.

Результаты проведенного расчета текущего прироста и текущего изменения запаса по формуле (5), соответственно, растущей и общей части для сосновых и еловых древостоев I класса бонитета, сведены в табл. 2 (данные пробных площадей и модельных деревьев, Московская область, 1963—1979 гг.).

Таблица 2

Порода	Значения $Z$ м <sup>3</sup> /га (числитель — текущий прирост, знаменатель — текущее изменение запаса) по 10-летиям							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Сосна	6,61	11,64	13,39	13,58	12,85	11,78	10,90	10,31
	6,49	10,72	11,37	10,44	8,76	7,10	5,83	5,16
Ель	1,64	4,74	8,51	11,10	12,53	12,47	11,74	10,44
	1,61	4,29	7,05	8,30	8,30	7,16	5,63	3,89

Точность результатов, полученных по формуле (5), проверяли сопоставлением их с данными других исследователей, а также с результатами расчета по формуле (1). Оценка полученных результатов по  $t$ -критерию Стьюдента и корреляционному отношению ( $r$ ) показала, что как для сосняков, так и для ельников они лучше согласуются с данными расчета по формуле (1). Максимальное отклонение их составляет  $\pm 0,5$ — $0,7$  м<sup>3</sup>/га, а в одном случае —  $0,9$  м<sup>3</sup>/га. Сопоставление данных расчета по формуле (5) с данными других исследователей показало, что для сосновых насаждений при вероятности  $P = 0,95$  и числе степеней свободы  $\nu = 6$ — $10$  они лучше согласуются с табличными данными Н. Н. Свалова [5] и А. В. Тюрина [6], а для еловых насаждений — с данными В. В. Загрева [4] и И. М. Науменко [6]. Фактическое зна-

чение критерия составило  $i = 0,87—1,95$ , что значительно меньше его критического уровня  $t_{0,05} = 2,31$ , а корреляционное отношение —  $\eta = 0,85—0,95$ . Это дает основание считать, что формула (5), так же как и (1) с учетом соответствующих коэффициентов ( $k_{1j}$ ) и ( $k_{2j}$ ) с достаточной степенью точности может быть использована для расчетов текущего прироста и текущего изменения запаса соответствующих насаждений, произрастающих в определенных условиях. Непосредственно измеряемых показателей, входящих в формулу (5), всего два — средняя высота ( $H$ ) и сумма площадей сечения стволов древостоя ( $G$ ). Численные значения этих показателей без особого труда могут быть получены без рубки модельных деревьев с помощью высотомера и полнотомера (призмы).

Формулы (1) и (5) могут быть использованы в лесном хозяйстве и лесоустройстве при оптимизации рубок ухода и решении других вопросов для более быстрого и нетрудоемкого расчета текущего прироста (по совокупному древостою) и текущего изменения запаса (по наличному древостою) любых пород без рубки модельных деревьев. Для этого требуется только выполнить выравнивание коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  уравнений (4) и (6) для соответствующих пород и классов бонитета насаждений. Хотя в статье коэффициенты представлены лишь для сосновых и еловых насаждений I класса бонитета, вполне очевидно, что данные методы применимы и для других пород и любых классов их бонитета. В этом направлении и продолжаются наши исследования. Формулы облегчают работу в полевых условиях. Они имеют преимущество перед таблицами хода роста, составленными, как известно, ограниченно только для древостоев с полнотой 1,0 и для 10-летних периодов роста. Кроме того, формулу (5) не требуется редуцировать на фактическую полноту древостоя и интерполировать по возрасту. По обеим формулам (1) и (5) текущий прирост и текущее изменение запаса древостоев рассчитывают по годам.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Лесная таксация. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. [2]. Автухович Е. В. Определение текущего прироста насаждений при рубках ухода за лесом. — Докл. ВАСХНИЛ, 1980, № 11, с. 26—27. [3]. Антанайтис В. В., Загребев В. В. Прирост леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. [4]. Инструкция по устройству государственного лесного фонда СССР. — Ч. 2. Приложение. — М.: Гослескомитет, 1964. [5]. Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. [6]. Тюрин А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В. Лесная вспомогательная книжка. — М.: Гослестехиздат, 1945.

Поступила 14 февраля 1983 г.

УДК 631.893 : 630\*232.32

## О ПРИМЕНЕНИИ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ ЕЛИ В ПИТОМНИКЕ

Н. П. ШЕЛКОПЛЯС

Московский лесотехнический институт

Действие стимуляторов на рост посадочного материала древесных пород, в том числе хвойных, к настоящему времени изучено недостаточно. Однако интенсификация процесса выращивания посадочного ма-

териала не может быть в полной мере осуществлена без использования средств химии, в том числе минеральных удобрений и фитогормонов-стимуляторов роста растений. Биологическая и экономическая целесообразность применения этих веществ в сельском хозяйстве и цветодоводства доказана, и они дают существенный экономический эффект.

Использование стимуляторов эффективно только при высоком уровне агротехники выращивания. Почвы лесных питомников в большинстве случаев не обладают высоким плодородием, поэтому обязательно внесение в них полного минерального удобрения (НРК), содержащего макроэлементы питания древесных саженцев. В то же время дозы НРК весьма различны даже на почвах, близких по механическому составу и обеспеченности элементами питания. По этому вопросу пока не существует единого мнения, как и о дозах НРК при совместной обработке почвы стимуляторами роста, поскольку вопрос о применении стимуляторов для целей лесохозяйственного производства изучен недостаточно.

Чтобы выяснить особенности роста саженцев ели, обработанных 0,01 %-ным гетероауксином (ИУК) и 0,005 %-ным гиббереллином (ГК), растворенными в воде, с внесением в почву некоторых доз НРК, весной 1981 г. в школьном отделении Загорского питомника (Московская область) были заложены опыты. На основании литературных данных и ранее проведенных исследований полное минеральное удобрение вносили в почву согласно разработанной схеме (табл. 1) в несколько приемов: основную часть — локально в каждое посадочное место при посадке, оставшуюся часть — в виде внекорневых подкормок в течение срока выращивания.

Таблица 1

Схема внесения полного минерального удобрения

Суммарная доза НРК, кг/га, из расчета по д. в.			Основная часть, кг/га, из расчета по д. в.			Подкормки, кг/га, из расчета по д. в.								
						1-й год			2-й год					
						число подкормок								
						1			1			2		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
30	30	10	15	20	10	5	5	—	—	—	—	10	5	—
45	60	30	25	30	25	5	10	—	5	5	—	10	15	5
60	90	60	30	45	30	10	15	10	5	15	10	15	15	10

По данным анализа, содержание элементов питания и другие почвенные характеристики опытного участка:  $P_2O_5$  — 8,3—13,7 мг/100 г почвы;  $K_2O$  — 8,0—15,2 мг/100 г; рН<sub>KCl</sub> 4,9—4,05; гумус — 2,33—0,42 %, гидролитическая кислотность — 4,12—5,17 мг-экв/100 г; сумма поглощенных оснований — 14,74—16,73 мг-экв/100 г.

Содержание N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  в сеянцах перед посадкой в школу: в хвое соответственно 1,31; 0,15 и 0,69 %; в стволе — 1,08; 0,26 и 0,5 %; в корнях — 1,2; 0,21 и 0,62 % (% на абс. сухое вещество). Соотношение N : P : K составляло, соответственно, в хвое 61 : 7 : 32,5, в стволе — 59 : 14 : 27, в корнях — 59 : 10 : 31.

Закладка школы была проведена механизированным способом под СШП-5/3, при необходимости (в вариантах с густотой 430 и 600 тыс. шт./га) производилась ручная подсадка. Школа была заложена по 5-рядной ленточной схеме с расстоянием между рядами 20—20—20—20—50 см, с шагом посадки 5, 7, 10 см, что соответствовало густоте посадки 600, 430, 300 тыс. шт./га. Для посадки использовали 2-летние сеянцы местного производства (высота сеянцев  $9,0 \pm 0,15$  см, диаметр корневой шейки  $1,7 \pm 0,20$  мм, масса одного сеянца в воздушно-сухом состоянии  $0,68 \pm 0,02$  г. Обработка гетероауксином заключалась в замачивании корневых систем перед посадкой в 0,01 %-ном водном растворе в течение 12 ч, гиббереллином — в 2-кратном опрыскивании высаженных сеянцев 0,005 %-ным водным раствором в первый месяц после посадки. Обработку стимуляторами роста и внесение НРК производили вручную, полива не было.

В конце вегетации были замерены биометрические показатели саженцев и взяты пробы их биомассы на содержание азота, фосфора и калия. Полученные результаты представлены в табл. 2 и 3. Точность опыта не превышала 5 %.



Т а б л и ц а 2

Вариант опыта	Прирост, см	Диаметр корневой шейки, мм	Биомасса одного саженца, г	Энергия роста, %	Соотношение надземной массы саженца к подземной
Густота посадки 300 тыс. шт./га					
Контроль	4,2	2,2	1,52	47	1,7
N30P30K10	5,4	3,1	2,20	60	2,2
N45P60K30	5,6	3,0	2,35	62	1,9
N60P90K60	5,1	2,9	2,15	57	2,0
N30P30K10 + ИУК	4,9	2,9	2,20	54	2,3
N45P60K30 + ИУК	5,5	2,9	2,12	61	2,4
N60P90K60 + ИУК	4,4	2,5	2,00	49	2,3
N30P30K10 + ГК	6,1	3,2	2,34	68	2,7
N45P60K30 + ГК	4,6	3,0	2,10	51	2,2
N60P90K60 + ГК	5,0	2,8	1,66	56	2,7

Густота посадки 430 тыс. шт./га

Контроль	4,2	2,2	1,52	47	1,7
N30P30K10	5,6	3,3	2,92	62	2,6
N45P60K30	4,0	3,3	2,14	44	2,9
N60P90K60	5,3	3,2	2,22	58	2,8
N30P30K10 + ИУК	4,1	2,8	2,89	44	2,4
N45P60K30 + ИУК	6,1	3,0	2,13	68	3,0
N60P90K60 + ИУК	6,0	3,3	3,16	68	3,3
N30P30K10 + ГК	4,8	3,1	1,70	53	3,4
N45P60K30 + ГК	5,9	3,5	1,89	66	3,0
N60P90K60 + ГК	5,4	2,9	2,08	60	3,1

Густота посадки 600 тыс. шт./га

Контроль	4,2	2,2	1,52	47	1,7
N30P30K10	3,9	3,1	2,28	43	2,5
N45P60K30	5,0	2,7	2,46	56	2,5
N60P90K60	3,9	2,7	2,10	43	2,0
N30P30K10 + ИУК	5,3	2,8	1,77	59	2,9
N45P60K30 + ИУК	4,5	3,0	1,76	50	2,5
N60P90K60 + ИУК	3,7	3,0	2,16	41	2,9
N30P30K10 + ГК	4,9	2,6	1,69	54	2,8
N45P60K30 + ГК	5,4	3,5	1,64	60	3,3
N60P90K60 + ГК	4,9	3,5	2,06	54	2,6

Текущий прирост был большим почти во всех вариантах с NPK и стимуляторами при густоте 430 тыс. шт./га. При густоте 300 тыс. шт./га в вариантах с дозами N30P30K10 и N45P60K30 прирост был несколько выше, причем в вариантах со стимуляторами он был близок к вариантам с одними удобрениями, однако в подавляющем большинстве случаев прирост опытных вариантов превышал контрольное значение. При густоте 430 тыс. шт./га наибольшим прирост был в вариантах с дозами N45P60K30 и N60P90K60 кг/га, причем в вариантах со стимуляторами прирост увеличивался еще в большей мере. При густоте 600 тыс. шт./га лучший прирост был в вариантах с дозами N30P30K10 и N45P60K30, в вариантах со стимуляторами он был несколько выше. Максимальный текущий прирост отмечался в вариантах N45P60K30 + ИУК и N60P90K60 + ИУК при густоте посадки 430 тыс. шт./га.

Значения диаметров корневой шейки саженцев изменялись в зависимости от густоты посадки, но во всех вариантах были выше контрольного. При густоте 300 тыс. шт./га диаметр корневой шейки был несколько выше в вариантах с дозой N30P30K10 как со стимуляторами, так и без них и равнялся 2,9—3,5 мм. При густоте 430 тыс. шт./га наибольшим (3—3,5 мм) диаметр был в вариантах с дозой N45P60K30.

При густоте 600 тыс. шт./га наибольшим диаметр корневой шейки был в вариантах с дозой N30P30K10 кг/га и N60P90K60 + стимуляторы. Максимальный диаметр отмечен в вариантах N45P60K30 + ГК, N60P90K60 + ГК при густоте 600 тыс. шт./га, а также N45P60K30 + ГК при 430 тыс. шт./га.

Биомасса саженцев независимо от варианта опыта при густоте 430 и 300 тыс. шт./га несколько выше, чем при густоте 600 тыс. шт./га. Наибольшей биомасса одного саженца была в варианте N60P90K60 + ИУК при густоте 430 тыс. шт./га.

Таблица 3  
Содержание азота, фосфора и калия в хвое (2+1)-летних саженцев ели по вариантам опыта при густоте 430 тыс. шт./га

Вариант опыта	Азот	Фосфор	Калий
	% на абс. сухое вещество		
Контроль	1,08	0,23	0,60
N30P30K10	1,56	0,20	0,67
N45P60K30	1,74	0,27	0,63
N60P90K60	1,74	0,11	0,50
N30P30K10 + ИУК	1,10	0,07	0,63
N45P60K30 + ИУК	1,63	0,13	0,71
N60P90K60 + ИУК	1,68	0,09	0,57
N30P30K10 + ГК	1,70	0,12	0,50
N45P60K30 + ГК	1,88	0,10	0,88
N60P90K60 + ГК	1,63	0,13	0,72

Наибольшей энергией роста обладали саженцы в вариантах: N45P60K30 + ИУК и N60P90K60 + ИУК, где она составляла 68 % (контроль 47 %). Увеличение густоты посадки привело к увеличению надземной массы растений по сравнению с подземной.

Из табл. 3 видно, что совместное внесение в почву NPK в сочетании с обработкой стимуляторами положительно отразилось на содержании и балансе азота, фосфора и калия в хвое (2+1)-летних саженцев ели, что свидетельствует о нормальном росте саженцев в условиях повышенной густоты посадки (430 тыс. шт./га).

Поступила 1 февраля 1983 г.

УДК 630\*181.65

## О ВЛИЯНИИ ГУСТОТЫ ДРЕВОСТОЕВ И ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСУШЕНИЯ

А. П. СМЕРНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В литературе имеются сведения о влиянии гидромелиорации на рост древостоев и изменение их густоты в связи с различной степенью осушения. Однако немногие работы посвящены влиянию исходной густоты насаждений на их рост после осушения. В то же время известно, что от числа деревьев на 1 га зависит ход роста древостоев.

Цель нашего исследования — выяснить влияние густоты древостоев сосны на их рост в условиях осушенного верхового болота.

Исследования проводили в 1980—1982 гг. на Тосненском гидромелиоративном стационаре кафедры почвоведения и гидромелиорации ЛТА [1]. Верховое болото осушено 15 лет назад открытыми каналами, проведенными через 205, 130 и 65 м. Глубина каналов 0,9—1,1 м при мощности торфа 0,7—2,1 м. Для изучения почвенно-гидрологических условий и роста сосны при большей степени осушения заложены также опытные участки в месте впадения (под острым углом) осушителей в собиратели, что позволило проводить исследования при расстоянии между каналами около 45 и 20 м.

Торфяная залежь на объекте — двухслойная. Ниже верхнего, слаборазложившегося слоя верхового торфа (степень разложения 5—15 %, зольность — 2—4 %) мощностью 0,3—0,7 м залегают среднеразложившийся верховой или переходный торф (степень разложения 25—60 %). Основные торфообразователи верхнего слоя на всем объекте *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum magellanicum*.

Для проведения исследований заложены три серии опытных участков, различающихся по степени богатства почвы и строению торфяной залежи. Первые две серии (сосняк кустарничково-сфагновый) различаются мощностью верхнего слоя торфа: в первой серии она составляла до осушения 0,5—0,7 м, во второй 0,3—0,4 м. В обеих сериях верхний слой залежи подстилается сосновым, сосново-пушицевым или пушицево-сфагновым верховым торфом. В третьей серии опытных участков (сосняк тростниково-сфагновый) верхний слой торфа мощностью 0,4—0,6 м подстилается осоковым или древесно-осоковым переходным торфом. Различия в строении торфяной залежи и ботаническом составе нижнего слоя торфа обуславливают разный водный режим на опытных участках при одинаковой интенсивности осушения, разную степень богатства почвы элементами питания и, в конечном счете, разную эффективность осушения.

В пределах каждой из серий опытных участков эффективность гидромелиорации закономерно возрастает с увеличением интенсивности осушения. Однако в первой, наиболее олиготрофной серии, эта закономерность нарушается, что связано, на наш взгляд, с густотой осушенных древостоев.

Для осушения на объекте произрастал разновозрастный сосновый древостой Va класса бонитета. При проведении исследований на опытных участках были выделены три возрастные группы (поколения) сосны: 15—30, 30—60 и 60—160 лет. Средний возраст по группам составляет соответственно 20—25, 35—45 и 80—100 лет. Старшее поколение (60—160 лет) очень слабо реагирует на гидромелиорацию, независимо от степени осушения и богатства почвы.

Для характеристики энергии роста сосны через 15 лет после осушительных работ на каждой пробной площади по 10—15 модельным деревьям (без рубки) для среднего поколения (30—60 лет) установлен класс бонитета с точностью 0,1 по методике ЛенНИИЛХа [3] с учетом рекомендаций С. Э. Вомперского [2]. На этих же деревьях определяли прирост по высоте и диаметру. Кроме того, на опытных участках проводили наблюдения за динамикой уровня почвенно-грунтовых вод в период вегетации, исследовали плотность сложения и агрохимические характеристики почвы, а также проводили другие исследования.

В табл. 1 представлены основные таксационные характеристики возрастных групп древостоев на пробных площадях первой серии, а также средневегетационные уровни почвенно-грунтовых вод за 3 года наблюдений.

Из табл. 1 следует, что на участке II общая полнота древостоя выше, а высота и диаметр младшего и среднего возрастных поколений ниже соответствующих показателей на участках III и IV, где степень осушения значительно ниже, чем на участке II.

В табл. 2 приведены данные о классе бонитета после осушения, а также о динамике прироста по высоте и диаметру среднего поколения в зависимости от числа деревьев на 1 га. Как видно из табл. 2, общая густота древостоя на участках I—II в 2—2,5 раза превышает густоту на участках III и IV. Это обуславливает сравнительно невысокий класс бонитета на участках I и II. Так, на участке II бонитет в среднем почти на полкласса ниже, чем на участке III. В то же время отдельные дере-

Таблица I

№ участка	Расстояние между каналами, м	№ пробной площадки	Расстояние пробной площадки от канала, м	Урожайность ПТВ, см	Средняя высота возрастных групп, м			Средний диаметр растных групп, см			Абсолютная полнота возрастных групп, м <sup>3</sup> /га			
					младшей	средней	старшей	младшей	средней	старшей	младшей	средней	старшей	общая
I	20	1	2—10	45	4,3	5,0	7,6	3,6	3,6	12,1	10,1	3,6	2,5	16,2
II	45	2	3—16	38	3,8	4,7	6,9	2,9	4,2	10,0	8,5	3,6	1,3	13,4
		3	16—22	35	3,2	4,3	7,0	3,2	3,7	11,5	3,4	4,0	8,3	15,7
		4	3—16	40	4,0	4,5	7,5	3,2	4,1	12,1	5,7	2,4	6,1	14,2
		5	4—23	35	4,1	5,1	5,4	3,7	5,3	8,8	2,2	6,0	2,1	10,3
III	65	6	23—32	32	3,6	4,8	5,8	3,1	5,0	8,4	1,4	5,8	2,1	9,3
		7	4—23	38	3,9	5,3	5,1	3,4	5,4	8,2	1,6	7,5	4,3	13,4
		8	5—29	27	3,5	4,8	6,6	3,1	5,3	9,5	2,5	3,9	6,2	12,6
IV	30	9	29—53	24	3,2	4,3	5,0	2,9	4,8	8,4	1,6	3,7	3,2	8,5
		10	53—65	21	3,1	3,9	5,3	2,6	4,6	8,4	1,4	4,1	2,5	8,0
		11	29—53	22	3,2	3,8	4,9	2,8	4,6	7,8	1,9	3,2	2,2	7,3
		12	5—29	26	3,7	4,5	5,3	3,3	5,3	7,7	3,2	4,8	1,8	9,8

вья на участках I и II растут по II классу бонитета, что свидетельствует о высоких потенциальных лесорастительных возможностях интенсивно осушенного верхового двухслойного торфяника. На участке I в результате сильной осадки торфа корни деревьев местами достигают нижнего, более плодородного слоя торфа. Это позволяет сохранять на участке I довольно высокий средний прирост по высоте — 32—33 см в год. Однако чрезмерная загущенность древостоя на участке I в условиях отрегулированного водного режима приводит к тому, что прирост по диаметру уже во втором—третьем пятилетии после осушения становится значительно ниже, чем на участках с худшим водным режимом, но меньшей густотой. Еще более резко падает прирост по диаметру на

Таблица 2

№ проб-ной площадки	Число стволов по возрастным группам на 1 га			Средний периодический прирост в высоту по 5-летиям, см			Средний периодический прирост по диаметру по 5-летиям, мм			Класс бонитета			
	младшей	средней	старшей	до осушения (1962—1966 гг.)	после осушения		до осушения (1962—1966 гг.)	после осушения					
					1967—1971 гг.	1972—1976 гг.		1977—1981 гг.	1967—1971 гг.		1972—1976 гг.	1977—1981 гг.	
1	10 026	2147	215	12 388	6,8	11,1	33,2	31,8	0,89	2,00	3,14	2,30	III,2
2	12 757	2590	164	15 511	7,1	10,8	28,2	27,4	1,02	2,03	2,80	1,78	III,7
3	8753	3734	794	13 281	7,2	9,8	23,8	24,2	0,90	1,82	2,15	1,57	IV,2
4	7468	1861	528	9556	8,1	11,3	28,5	26,3	1,04	2,09	2,77	1,91	III,8
5	2005	3050	346	5401	7,3	11,8	33,8	28,8	1,02	1,90	3,53	2,57	III,4
6	1782	2770	405	4957	7,0	10,8	32,1	25,9	0,92	1,60	3,47	2,27	III,7
7	1745	3244	786	5775	6,8	11,3	34,2	27,4	0,95	1,88	3,92	2,28	III,5
8	3269	1751	832	5852	7,2	8,2	28,4	28,8	1,10	1,55	3,60	2,59	III,9
9	2402	1962	572	4936	7,1	7,6	24,6	23,6	1,07	1,52	3,06	2,30	IV,4
10	2581	2438	447	5466	7,4	7,6	21,8	16,0	1,06	1,49	2,56	2,19	V,0
11	3032	1931	468	5431	7,3	8,0	22,2	18,2	1,09	1,49	2,77	2,19	IV,8
12	3734	2138	388	6260	7,0	9,0	26,0	25,8	1,07	1,69	3,36	2,64	IV,1

участке II, что объясняется худшим водным режимом, меньшими запасами золы и азота по сравнению с участком I, хотя в то же время эти важнейшие агрохимические характеристики на участке II выше, чем на

участках III и IV. Например, в верхнем 30-сантиметровом слое почвы для ряда пробных площадей (1, 2, 5, 8) содержится соответственно 2,39; 1,73; 1,47 и 1,37 т азота на 1 га. Падение прироста по диаметру в третье пятилетие после осушения на участке II превосходит таковое даже для пробных площадей 10 и 11, где наблюдается резкое снижение прироста по высоте в результате вторичного заболачивания.

Следствием избыточной густоты древостоя на участках I и II является большое число мелких ослабленных деревьев с неразвитым ассимиляционным аппаратом, отсутствие благонадежного подроста, плохое использование взрослых запасов элементов питания в условиях резко улучшенного водного режима.

Во второй серии опытных участков по сравнению с первой, для пробных площадей соответственно одинаковой интенсивности осушения бонитет выше на 1,5—2 класса, т. е. достигает I,4—I,6. По-видимому, в первую очередь, это объясняется значительно лучшими агрохимическими характеристиками почвы и несколько лучшим водным режимом по сравнению с первой серией. Однако, вероятно, немаловажное значение имеет и густота древостоев на пробных площадях второй серии, которая составляет 1—2 тыс. деревьев на 1 га, при наличии благонадежного подроста.

### Выводы

1. На рост леса в условиях осушенного верхового болота, бедного запасами элементов питания, наряду с водным режимом, большое влияние оказывает исходная густота древостоев.

2. Для успешного роста сосны на кустарничково-сфагновом верховом осушенном болоте необходимо понизить уровень почвенно-грунтовых вод до 40—45 см и одновременно обеспечить более приемлемую для данных условий густоту древостоя — около 2 тыс. деревьев на 1 га — за счет уборки ослабленных и неперспективных молодых деревьев, а также полной уборки деревьев старшего поколения, очень слабо отзывавшихся на осушение.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бабиков Б. В. Сток и испарение с осушенных болот. — Науч. тр. ЛТА, 1970, № 142, с. 28—39. [2]. Вомперский С. Э., Сабо Е. Д., Формин А. С. Лесоосушительная мелпороция. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [3]. Рубцов В. Г., Книзе А. А. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях: Методические рекомендации. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1977.

Поступила 9 февраля 1983 г.

УДК 630\*181.65

## О БИОЛОГИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ ВЕЩЕСТВ В КУЛЬТУРАХ ЕЛИ

Ю. Н. АЗНИЕВ, И. Э. РИХТЕР, В. В. САРНАЦКИЙ

Белорусский технологический институт

В лесных биогеоценозах происходит непрерывное перемещение азота и зольных элементов из почвы в растения и обратно, по профилю почвы в более глубокие горизонты, из атмосферы и живых органов растений в почву, за пределы фитоценозов при проведении лесохозяйственных мероприятий и побочном использовании лесом и т. д. Емкость и интенсивность перемещения колеблется в широких пределах в зависимо-

сти от экологических факторов, возраста, состава и продуктивности древостоя, интенсивности лесохозяйственных мероприятий [2, 3, 5].

На постоянной пробной площади, заложенной в культурах ели (Молодечненский лесхоз, БССР) для изучения влияния комплексного ухода на их продуктивность, исследовали биологическую продуктивность культур, потребление и закрепление в растениях органического вещества, азота и зольных элементов, отчуждение при рубках ухода и возврат их в почву.

Учеты надземной фитомассы травяного покрова проводили методом укусов на пяти, опада — на десяти постоянных учетных площадках размером по 1 м<sup>2</sup>, равномерно размещенных по вариантам опыта. Для повторных учетов массы органического вещества лесной подстилки закладывали новые учетные площадки рядом с предыдущими. Массу и прирост органического вещества древостоя в 12-летних культурах определяли на трех средних по высоте, диаметру и габитусу крон модельных деревьев, в 24- и 27-летних — на средних по названным параметрам модельных деревьях, взятых от каждой 1-сантиметровой ступени толщины. Всего за период исследований для каждого варианта опыта проанализировано по 24 модельных дерева. Массу корней травянистых растений учитывали с пятикратной повторностью в монолитах размером 25×25×50 см, деревьев — 100×100×60 см. Прирост фракций фитомассы определяли по результатам повторных учетов. Емкость биологического круговорота веществ определяли по методике Л. Е. Родина, Н. П. Ремезова, Н. И. Базилевич [4].

Длительное поступление на поверхность почвы и в почву органического вещества и азота, синтезированного многолетним люпином из воздуха, способствовало повышению плодородия почвы и улучшению роста ели (табл. 1). Через 4 года после введения люпина запас стволовой древесины был в два раза выше, чем в контрольном варианте. Но оставленные без рубок ухода загущенные культуры с люпином раньше сомкнулись, и темп роста их несколько снизился. К 27-летнему возрасту в варианте с люпином запас был выше только на 36,8 % по сравнению с контрольным.

После проведения рубок ухода в 1979 г. показатели роста в сравниваемых вариантах стали практически одинаковыми.

Таблица 1

## Таксационная характеристика культур

Вариант	Возраст, лет	Срок действия и последствие люпина, лет	Число стволов на 1 га, шт.	Средние		Сумма площадей сечения на 1 га, м <sup>2</sup>	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>
				D см	H м		
Контроль	12	—	11 260	1,4	1,3	2,20	2
С люпином	12	4	11 140	1,7	1,9	2,80	4
До рубок ухода							
Контроль	27	—	9540	7,0	8,1	36,25	174
С люпином	27	19	9300	7,7	9,3	43,60	238
После проведения рубок ухода							
Контроль	27	—	3560	9,3	10,2	24,06	140
С люпином	27	19	3580	9,5	10,8	25,34	146

Данные по учету органической массы (табл. 2) свидетельствуют о быстром ее нарастании в условиях ельника кисличного. Ежегодный прирост фитомассы увеличился в 8—12 раз, сформировалась лесная подстилка, выпал живой напочвенный покров. Общий запас органической массы в несомкнувшихся культурах с люпином возрастал за счет люпинового травостоя, после смыкания в обоих вариантах — за счет фитомассы древостоя и лесной подстилки. Наблюдавшееся снижение прироста фитомассы в культурах ели с люпином можно отнести за

Таблица 2

## Запас абс. сухой органической массы, т/га

Вариант	Возраст, лет	Древостой		Прирост фитомассы	Подстилка	Травяной покров		Ежегодный опад и отпад	Вырублено при рубках ухода
		все-го	в том числе корни			все-го	в том числе корни		
Контроль	12	7,4	1,5	1,0	—	0,6	0,3	0,4	—
С люпином	12	11,5	3,2	1,2	—	10,7	5,1	6,7	—
Контроль	27	134,5	10,3	8,3	6,0	—	—	5,3	21,8
С люпином	27	178,9	12,3	11,7	7,8	—	—	6,1	48,9

счет несвоевременного проведения рубок ухода в насаждении с чрезмерно высокой полнотой.

На построение фитомассы в сравниваемых вариантах на отдельных этапах формирования древостоев потреблялось различное количество углерода, азота и зольных элементов, т. е. емкость биологического круговорота веществ была различной (табл. 3).

Таблица 3

## Потребление и возврат углерода, азота и зольных элементов, кг/га

Вариант	Статьи прихода, расхода	Возраст, лет	С	N	P	K	Ca	Mg
Контроль	Потребляется из воздуха и почвы	12	710	13,1	1,4	6,3	3,8	—
	Удерживается		500	8,1	0,9	5,2	2,4	—
	Возвращается		210	5,0	0,5	1,1	1,4	—
С люпином	Потребляется из воздуха и почвы	12	3400	169,5	21,3	117,0	39,9	—
	Удерживается		600	11,0	1,1	6,0	2,9	—
	Возвращается		2800	158,5	20,2	111,0	37,0	—
Контроль	Потребляется из воздуха и почвы	27	4774	24,6	5,6	12,8	18,8	2,9
	Удерживается		3459	5,0	2,3	5,4	1,8	0,9
	Возвращается (в том числе с корнями)		2640	37,8	4,9	12,2	24,4	3,8
	Отчуждается при рубке		10 878	63,4	13,5	29,7	47,6	7,3
	Накапливается древостоем		67 258	358,3	81,3	180,3	280,1	43,6
С люпином	Потребляется из воздуха и почвы	27	5872	40,2	7,6	18,8	25,4	4,2
	Удерживается		4312	14,4	4,0	9,4	7,3	1,7
	Возвращается (в том числе с корнями)		3070	35,4	5,4	15,4	26,6	3,4
	Отчуждается при рубке		24 390	139,5	29,2	64,5	104,9	15,3
	Накапливается древостоем		88 289	533,4	104,7	249,5	384,5	58,3

В 12-летних культурах емкость биологического круговорота веществ возрастала в основном за счет травостоя многолетнего люпина и в меньшей мере за счет древостоя и повышения содержания элементов питания в отдельных фракциях фитомассы ели. На прирост фитомассы



на контроле из воздуха и почвы потреблялось 710 кг/га углерода, в то время как в культурах с люпином 3400, азота соответственно — 13,1 и 169,5 кг/га. При этом люпином из воздуха потреблялось 105,6, а из почвы 52,8 кг/га, возвращалось 158,5 кг/га, т. е. наблюдался бездефицитный баланс азота. Поступление в течение ряда лет большого количества органического вещества и азота способствовало не только увеличению содержания гумуса и азота в гумусовом горизонте почвы, но и изменению соотношения C : N, интенсивности круговорота веществ и улучшению роста ели. Люпиновый опад к осени следующего года разлагался почти полностью. По 10-балльной шкале Н. И. Базилевич и Л. Е. Родина [1], тип круговорота веществ в этих культурах был весьма интенсивным, балл интенсивности равным 10.

В 27-летнем возрасте культур ведущая роль в потреблении и возврате углерода, азота и зольных элементов принадлежала хвое. На ее долю приходилось более 80 % общей массы опада. Тип круговорота веществ через несколько лет после смыкания культур в обоих вариантах по опадо-подстильному коэффициенту превратился в заторможенный и оставался таким до проведения рубок ухода. Балл интенсивности круговорота в этот период приближался к 6. Затормаживание интенсивности круговорота связано с плохими условиями разложения опада из-за неудовлетворительного светового и теплового режимов. Для повышения интенсивности круговорота веществ и нормального снабжения ими деревьев необходимо своевременное проведение рубок ухода, а в отдельных случаях и внесение минеральных удобрений. В 1979 г., как уже отмечалось, было проведено прореживание сильной интенсивности по числу деревьев и средней по запасу на контроле, сильной и по числу деревьев, и по запасу в варианте с люпином. После проведения рубок ухода в культуры вариантов с люпином внесены минеральные удобрения для более быстрой компенсации элементов питания, отчужденных при уходе.

При проведении рубок ухода с надземной древесной массой с контроля отчуждено 63,4 кг/га азота, 13,5 — фосфора, 29,7 — калия, 47,6 — кальция и 7,3 — магния, с варианта с люпином соответственно — 139,5; 29,2; 64,5; 109,4 и 15,3 кг/га. Часть элементов питания, заключенных в пнях и корнях, осталась в древостое, что привело к дополнительному возврату их в почву.

Изреживание полога повысило доступ света и тепла к почве и ускорило разложение подстилки, что способствует вовлечению в биологический круговорот законсервированных в опаде и подстилке азота и зольных элементов, увеличению прироста фитомассы и повышению общей продуктивности древостоя.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Базилевич Н. И., Родина Л. Е. Типы биологического круговорота зольных элементов и азота в основных природных зонах северного полушария. — В кн.: Генезис, классификация и картография почв СССР: Докл. к VIII Международному конгрессу почвоведов. М., 1964, с. 134—146. [2]. Казимиров Н. И., Морозова Р. М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. — Л.: Наука, 1973. — 176 с. [3]. Молчанов А. А. Воздействие антропогенных факторов на лес. — М.: Наука, 1978. — 136 с. [4]. Родина Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. — Л.: Наука, 1968. — 143 с. [5]. Юркевич И. Д., Ярошевич Э. П. Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов. — Минск: Наука и техника, 1974. — 296 с.

Поступила 21 октября 1982 г.

УДК 630\*232.325

## О СПОСОБАХ И СРОКАХ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ НА СЕВЕРЕ

*Г. С. ТУТЫГИН*

Архангельский лесотехнический институт

Успешная приживаемость, сохранность и хороший рост культур возможны при проведении своевременных агротехнических уходов. В их число входит борьба с сорной растительностью, угнетающей и заглушающей культуры. При этом для каждого региона важно установить наиболее благоприятные сроки и выбрать эффективные способы борьбы с сорняками в зависимости от лесорастительных условий и способа обработки почвы [2, 3].

В качестве объекта исследований нами были подобраны два участка культур сосны разных лет создания, расположенных в средней подзоне тайги (Вельский лесхоз Архангельской области). Культуры заложены на свежих вырубках из-под черничных типов леса в сходных почвенных условиях (подзолы маломощные супесчаные на двухчленных наносах). Почву под культуры обрабатывали весной в год посадки путем нарезки борозд через 2,5—3 м плугом ПКЛ-70 с двухотвальным корпусом. Глубина борозд и толщина пластов составляла 10—12 см. Двухлетние сеянцы высаживали вручную под меч Колесова в дно борозд весной, сразу после обработки почвы. Густота создаваемых культур около 3,5 тыс. шт. на 1 га.

На участках в 3-кратной повторности закладывали серию пробных площадей размером 20×20 м. На одних из них выполняли ручную прополку сорняков, на других—опрыскивание гербицидом, на третьих, контрольных, уходов не было. Прополку и опрыскивание проводили по обе стороны от каждого ряда культур в виде непрерывной полосы общей шириной 1,4 м, которая включала в себя борозду и оба пласта.

Для опрыскивания применяли ранцевый пневматический опрыскиватель ОРП-Г. В качестве гербицида использовали препарат зеазин, действующим веществом (д. в.) которого является 2-хлор-4-этиламино-6-изопропиламино-симм-триазин\*. Рабочую жидкость готовили в виде водной суспензии из расчета 10 кг препарата по д. в. на 1000 л воды. Доза внесения гербицида на 1 м<sup>2</sup> обрабатываемой площади составляла 1 г по д. в.

Прополку и обработку гербицидом проводили во второй половине июля, во время максимального развития сорной травянистой растительности. В двух вариантах обработку суспензией зеазина выполняли в начале мая, до отрастания сорняков. В контрольных вариантах прополки и опрыскиваний не производили.

Результаты опытов учитывали на следующий год. Биомассу надземной части растений живого напочвенного покрова определяли в конце июля отдельно по каждому варианту уходов и на контроле (контроль 2 и 3). В пределах вариантов раздельно определяли биомассу напочвенного покрова в бороздах и на пластах. Общая площадь учетных площадок для каждого варианта составляла не менее 10 м<sup>2</sup>. На площадках, располагаемых равномерно по пробной площади, срезали надземную часть растений живого напочвенного покрова и разбирали по группам видов: мхи, задернители, прочие виды. Затем срезанные образцы высушивали в тени в течение 5 сут до воздушно-сухого состояния и взвешивали с точностью 0,1 г.

Кроме того, для сравнения надземную биомассу живого напочвенного покрова на контроле определяли в июле, в год проведения уходов (контроль 1). Параллельно обследовали варианты весеннего опрыскивания.

Полученные данные (см. табл.) показывают, что при отсутствии уходов напочвенный покров на пластах через 4 года после обработки почвы имеет втрое большую надземную биомассу, чем в бороздах, причем 55,4 % ее составляют задернители (луговик извилистый, вейник наземный, ожика), а среди прочих видов преобладает иван-чай. На

\* ЛД<sub>50</sub> для теплокровных животных 1300—1400 мг/кг. Полная инактивация происходит в течение 2—3 лет.

Воздушно-сухая биомасса надземной части растений живого напочвенного покрова, г/м<sup>2</sup>

Вариант опыта	Давность обработки почвы на момент проведения ухода, лет	В бороздах				На пластах			
		Мхи	Задержители	Прочие виды	Всего	Мхи	Задержители	Прочие виды	Всего
Химический уход: в мае	3	0	2,3	1,2	3,5	0	12,3	4,6	16,9
	4	0	8,6	2,3	10,9	0	26,7	11,0	37,7
в июле	4*	0	18,7	12,6	31,3	0	49,6	39,3	88,9
	5	0	52,4	24,0	76,4	4,1	92,1	59,2	155,4
Прополка в июле	4	0	15,4	9,2	24,6	1,2	45,1	32,3	78,6
	5	0,6	40,3	16,4	57,3	3,6	74,2	41,5	119,3
Контроль	1	4**	0	6,1	8,5	4,0	24,2	15,5	43,7
	2	5	0,5	24,9	15,2	40,6	12,5	58,3	42,2
	3	6	4,9	58,7	28,3	91,9	19,6	98,7	63,3

\* При уходах в июле год их проведения включали в период давности обработки почвы. \*\* Здесь и ниже в таблице указано число лет, прошедшее с момента обработки почвы до проведения учета биомассы напочвенного покрова.

пятый год значительно увеличивается биомасса задержителей также и в бороздах.

На участке с давностью обработки почвы 4 года через год после прополки общая биомасса надземной части живого напочвенного покрова в бороздах снижается почти на 40 %, а на пластах — на 30,5 % от контроля 2. На участке с давностью обработки почвы 5 лет общая засоренность борозд через год после прополки уменьшается на 37,5 %, пластов — на 34,4 % от контроля 3. При этом надземная биомасса задержителей на обоих участках сокращается лишь на 22,5—24,8 % по сравнению с контрольными показателями.

Химический уход, проведенный в июле, оказался менее эффективным, чем прополка. Общее сокращение биомассы надземной части живого напочвенного покрова через год после опрыскивания суспензией зеазина составило: в бороздах — 23,0 — 16,9 %, на пластах — 21,3 — 14,4 % от контроля 2 и 3 соответственно. Незначительное снижение зарастания борозд и пластов характерно для всех видов сорной растительности.

Гораздо лучшие результаты дает применение гербицида в мае, до отрастания сорняков. Как показало обследование, спустя 2 месяца после обработки зеaziном засоренность борозд и пластов практически отсутствовала. Еще через год надземная биомасса живого напочвенного покрова в бороздах на обоих участках была ничтожно мала (см. табл.), а на пластах составляла 24,9—20,8 % от соответствующего контроля.

Интенсивное изреживание сорняков при весенних уходах за лесными культурами с применением гербицидов из группы симметричных триазинов отмечали исследователи и в других районах страны [1, 4].

Сохранность культур сосны во всех вариантах за время опыта практически не изменилась и составила 78,1 — 82,4 %. Отпад отдельных экземпляров в вариантах уходов и на контроле произошел в основном от случайных причин. Повреждений сосны гербицидом не отмечено.

Прополка на четвертый год после обработки почвы и химический уход в июле на участках с давностью обработки почвы 4 и 5 лет не оказали существенного влияния на рост культур в высоту. Несколько бóльшую по сравнению с контролем 3 ( $74,4 \pm 0,84$  см против  $70,1 \pm 1,02$  см на контроле) высоту имели культуры в варианте прополки в июле спустя 5 лет после обработки почвы. При опрыскивании суспензией зеазина в мае разница в высотах культур в вариантах с химическим уходом и на контроле 2 и 3 была существенной. Культуры, биологический возраст которых 7 лет, в вариантах с химическим уходом имели высоту  $62,7 \pm 0,64$  см, на контроле —  $56,3 \pm 0,53$  см, 8-летние соответственно  $78,4 \pm 0,93$  и  $70,1 \pm 1,02$  см.

Полученные данные свидетельствуют о возможной замене ручных прополок в культурах сосны на вырубках бывших черничных типов леса в средней подзоне тайги химическими уходами с использованием препаратов из группы симметричных триазинов. Проводить опрыскивание следует весной, до отрастания сорняков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Масленков П. Г. Химический уход за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 118 с. [2]. Медведева А. А. Оптимальные сроки уходов за лесными культурами в таежной зоне Западной Сибири. — Лесн. хоз-во, 1969, № 4, с. 46—48. [3]. Орлов Ф. Б. Особенности уходов за лесными культурами на Севере. — Лесн. хоз-во, 1957, № 5, с. 23—26. [4]. Применение гербицидов при лесовыращивании / И. В. Шутов, Л. М. Козлова, В. П. Бельков и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1967. — 188 с.

---

Поступила 23 июня 1982 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*375.001

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМ МАШИН  
ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ЛЕСА С ПОДСОРТИРОВКОЙ

Ю. А. ШИРНИН, А. Н. ЧЕМОДАНОВ

Марийский политехнический институт

Все возрастающие потребности в древесине на европейской территории страны следует удовлетворять не за счет перерубов лесосек, а на основе интенсификации лесного хозяйства, совершенствования лесозаготовки и лесозаготовительного производства, одним из направлений которого является заготовка, вывозка и обработка древесины по породам.

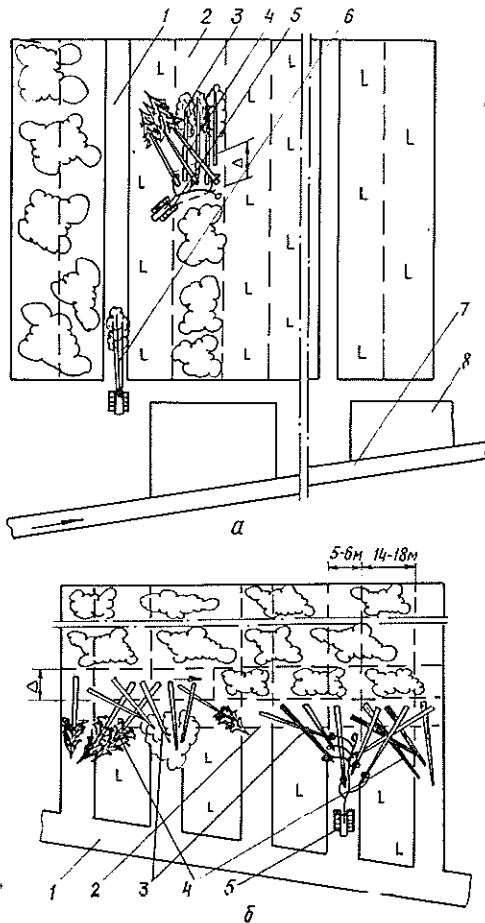
К районам ограниченного лесопользования, наиболее остро испытывающим дефицит в древесине, относится и Марийская АССР, для которой характерно повышение (с 64 до 78 % при сравнении данных промышленной таксации лесов соответственно 1975 и 1979 гг.) доли лиственных и снижение (с 36 до 14,7 %) доли хвойных пород в общем объеме заготовленной древесины. За прошедшую пятилетку выход деловой древесины составил для хвойных пород 71,5—72,5 %, для лиственных 46—47 % и отмечается уменьшение выхода деловой древесины.

Известно, что заготовка подсортированного леса вызывает некоторое снижение производительности машин и механизмов на лесосечных работах. Процент снижения производительности зависит от способа подсортировки леса, применяемых систем машин, параметров лесосеки (объем хлыста, запас леса на 1 га), соотношения компонентов подсортировки и др. Анализ способов подсортировки леса подробно рассмотрен в работе [2].

В условиях комбината Марилес на ближайшие пять лет найдут применение в основном следующие системы машин: № 1 — ЛП-19 + ТБ-1 + ЛП-30Б; № 2 — ЛП-19 + ЛТ-154 + ЛП-30Б; № 3 — МП-5 «Урал-2» + ТДТ-55 + «Тайга-214». Всесторонние исследования этих систем были приведены нами в условиях лесозаготовительных предприятий комбината Марилес.

Результаты исследований показывают, что на заготовке леса с подсортировкой наиболее целесообразно использовать систему № 1. ВПМ ЛП 19, обрабатывая с одной рабочей позиции дрсевья разных компонентов (под компонентом подсортировки понимается совокупность хлыстов или деревьев, характеризующих определенный признак подсортировки), укладывает их в разные пачки, расположенные рядом под углом, обеспечивающим разделение крон. При этом снижение производительности ЛП-19 незначительно (3—5 %). Пакетировочно-трелевочная машина ТБ-1 поочередно собирает в полногрузную пачку каждый компонент с нескольких рабочих позиций и трелюет их в отдельные штабеля. Процент снижения производительности ТБ-1 при работе с подсортировкой леса по сравнению с работой в обычном режиме зависит от запаса леса на 1 га и расстояния трелевки и колеблется в пределах 3—15 и 6—25 при подсортировке соответственно на два и на три компонента.

Систему № 2 применять на заготовке леса с подсортировкой нецелесообразно. Эффективное использование трелевочной машины ЛТ-154 возможно при работе с подготовленными пачками объемом 8—12 м<sup>3</sup>. Машина ЛП-19 формирует пачки объемом 3—5 и 1—4 м<sup>3</sup> при работе соответственно в обычном режиме и с подсортировкой леса. На практике укрупняют пачки за счет их сдвигания, страивания и т. д. челюстным захватом ЛТ-154. При этом расходуется много времени, вследствие чего производительность ЛТ-154 при подсортировке на два компонента снижается на 25—50 %.



Схемы освоения лесосеки с подсортировкой леса при трелевке комлями (а) и вершинами (б) вперед.

1 — волок; 2 — лента; 3, 4 — деревья (хлысты), соответственно, первого и второго компонентов; 5 — трелевочный трактор ТДТ-55; 6 — место очистки деревьев от сучьев; 7 — ус лесовозной дороги; 8 — погрузочный пункт.

Система машин № 3 предусматривает применение ручного труда. Вместе с тем она наиболее широко используется на предприятиях комбината Марилес и в других районах европейской части СССР с ограниченным лесопользованием. На заготовке леса с подсортировкой она может быть использована при трелевке комлями (схема а) и вершинами (схема б) вперед.

По схеме а сначала валят деревья первого 3 компонента в направлении от уса. Затем валят деревья второго 4 компонента с укладкой вершин на волок. Снижения производительности бензопилы на валке не наблюдается. Чокеруют и трелюют сначала деревья второго, а затем — первого компонентов.

По схеме б подсортировка выполняется в процессе валки деревьев. При этом одновременно используется несколько пасечных волоков. По двум соседним волокам трелюют деревья разных компонентов. Вальщик, двигаясь по ленте (направление показано стрелкой), выбирает направление валки, которое обеспечивает укладку вершин деревьев одного компонента на соответствующий волок. Трелевка вершинами вперед дает возможность за счет сосредоточения на малой площади вершин деревьев при валке обеспечить сбор пачки с одной рабочей позиции трактора. Работа по схеме б практически не снижает производительности бензопилы на валке и трелевочного трактора, но возможна только при подсортировке на два компонента. При работе по данной схеме не требуется предварительной подготовки пасечных волоков.

Если система машин, организация и технология лесосечных работ на каждом предприятии носят относительно стабильный характер, то параметры лесосек меняются часто. На примере трелевочного трактора ГДТ-55 рассмотрим методику определения влияния параметров лесосеки на производительность машин при заготовке леса с подсортировкой, позволяющую на стадии проектирования прогнозировать результат.

Часовую производительность трелевочного трактора определяют по формуле

$$П = \frac{3600 M}{T_i}, \quad (1)$$

где  $M$  — объем трелеваемой пачки, м<sup>3</sup>;  
 $T_i$  — время, затрачиваемое на сбор и трелевку пачки  $i$ -того компонента, с:

$$T_i = m_{1,i} \left( \frac{t_q}{n_1} + \frac{t_{от}}{n_2} \right) + m_{2,i} (t_c + t_d) - t_d + t_p + t_r + t_x + t_{м.л} + t_{м.п}, \quad (2)$$

где  $m_{1,i}$  — число деревьев  $i$ -того компонента в пачке;  
 $t_q$  — время чокеровки дерева (хлыста) и перехода чокеровщика между деревьями, с;  
 $t_{от}$  — время отцепки дерева, с;  
 $n_1, n_2$  — число рабочих, принимающих участие соответственно на чокеровке и отцепке;  
 $m_{2,i}$  — число рабочих позиций трактора для сбора пачки деревьев  $i$ -того компонента;  
 $t_p$  — время растаскивания каната, с;  
 $t_c$  — время подтягивания собирающего каната и погрузки пачки, с;  
 $t_d$  — время движения трактора между рабочими позициями, с;  
 $t_r, t_x$  — время соответственно грузового и холостого хода трактора при трелевке, с;  
 $t_{м.п}, t_{м.л}$  — время маневров трактора соответственно на погрузочном пункте и на лесосеке, с.

$$m_{1,i} = \frac{M}{V_i}; \quad (3) \quad m_{2,i} = \frac{10^4 M}{a \Delta q k_i}; \quad (4)$$

$$t_r = \frac{l}{v_r}; \quad (5) \quad t_x = \frac{l}{v_x}; \quad (6) \quad t_d = \frac{a}{v}, \quad (7)$$

где  $V_i$  — средний объем хлыста  $i$ -того компонента, м<sup>3</sup>;

- $a$  — расстояние между смежными рабочими позициями трактора при сборе пачки (средняя длина растаскивания каната), м;  
 $q$  — запас леса на 1 га, м<sup>3</sup>;  
 $\Delta$  — ширина площадки леса, на которой валка деревьев осуществляется за один прием, м;  
 $l$  — среднее расстояние трелевки, м;  
 $v, v_r, v_x$  — скорость движения трактора соответственно между рабочими позициями, в грузовом и холостом направлениях, м/с;  
 $k_i$  — коэффициент компонента — отношение объема леса  $i$ -того компонента, собираемого с единицы площади, ко всему объему леса, собираемому с той же площади [1].

$$k_i = \frac{\delta_i V_i}{10V}; \quad (8) \quad \sum_{i=1}^z k_i = 1, \quad (9)$$

где  $\delta_i$  — число деревьев из 10, относящихся к  $i$ -тому компоненту;  
 $V$  — средний объем хлыста в насаждении, м<sup>3</sup>;  
 $z$  — число компонентов подсортировки.

С учетом формул (3) — (7) уравнение (2) примет вид

$$T_i = \frac{M}{V_i} \left( \frac{t_q}{n_1} + \frac{t_{от}}{n_2} \right) + \frac{10^4 M}{a \Delta q k_i} \left( t_c + \frac{a}{v} \right) - \frac{a}{v} + t_p + \frac{l}{v_r} + \frac{l}{v_x} + t_{м.л} + t_{м.п}. \quad (10)$$

Подставляя значение  $T_i$  из уравнения (10) в выражение (1), с учетом равенств (8), (9) получаем:

$$\Pi = \frac{3600 M}{\frac{M}{V} \left( \frac{t_q}{n_1} + \frac{t_{от}}{n_2} \right) + \frac{10^4 M z}{a \Delta q} \left( t_c + \frac{a}{v} \right) - \frac{a}{v} + t_p + \frac{l}{v_r} + \frac{l}{v_x} + t_{м.л} + t_{м.п}}. \quad (11)$$

Часовая производительность трактора при трелевке леса без подсортировки определится по формуле (11) при условии, что  $z = 1$ . В таблице отражена зависимость часовой производительности ( $\Pi$ ) и процента ее снижения ( $\Pi_c$ ) от запаса леса на 1 га, объема хлыста и числа компонентов. Производительность рассчитана по уравнению (11) при

Запас леса, м <sup>3</sup> на 1 га	Объем хлыста, м <sup>3</sup>	Часовая производительность ТДТ-55, м <sup>3</sup> /ч, при числе компонентов			Снижение производительности, %, в компонентах	
		1	2	3	2	3
200	0,4	19,9	17,5	15,6	12,1	21,6
	0,6	22,2	19,2	17,0	13,5	23,4
300	0,4	20,8	19,0	17,5	8,7	15,9
	0,6	23,4	21,1	19,2	9,8	17,9
400	0,4	21,4	19,9	18,6	7,0	13,1
	0,6	24,1	22,2	20,6	7,9	14,5

следующих исходных данных:  $M = 6,5$  м<sup>3</sup>;  $t_q = 23$  с;  $t_{от} = 30$  с;  $n_1 = 3$ ;  $n_2 = 2$ ;  $a = 20$  м;  $\Delta = 8$  м;  $t_p = 70$  с;  $t_c = 30$  с;  $v = 0,4$  м/с;  $v_r = 0,6$  м/с;  $v_x = 0,85$  м/с;  $l = 150$  м;  $t_{м.л} = 55$  с;  $t_{м.п} = 145$  с. Сменная производи-



тельность трактора определится как произведение часовой производительности на число часов в смене и на коэффициент использования времени смены.

Анализ таблицы показывает, что с увеличением числа компонентов подсортировки процент снижения производительности трактора возрастает, причем тем больше, чем больше средний объем хлыста. Вместе с тем при увеличении запаса леса на 1 га абсолютное снижение производительности на заготовке двух и трех компонентов не возрастает, а процент падает.

В июле 1981 г. в Медведевском ЛПХ комбината Марилес была организована заготовка леса с подсортировкой на три компонента (береза, осина, хвойные породы) по схеме *а*. Выполнены фотохронометражные наблюдения (было заготовлено 393 и 398 м<sup>3</sup> древесины при работе соответственно в обычном режиме и с подсортировкой леса) на лесосеке со средним объемом хлыста 0,61 м<sup>3</sup> и запасом леса 220 м<sup>3</sup> на 1 га. Часовая производительность трактора ТДТ-55 составила 14,3 и 11,7 м<sup>3</sup>/ч при работе, соответственно, в обычном режиме и с подсортировкой леса на три компонента. Снижение производительности — 18,2 %. В аналогичных условиях теоретическое снижение производительности равно 17,9 % (см. табл.).

Одно из направлений повышения эффективности работы лесозаготовительных предприятий в условиях ограниченного лесопользования — их перевод на заготовку, вывозку и переработку леса по породам. Лесосечные работы с заготовкой подсортированного леса могут быть организованы на базе существующих в настоящее время систем машин без изменения их конструкций; потери в производительности будут незначительны.

Из рассмотренных систем машин наиболее целесообразна на заготовке леса с подсортировкой система № 1. Систему № 2 использовать в этих условиях следует лишь в исключительных случаях. Систему № 3 на заготовке леса с подсортировкой при трелевке комлями вперед целесообразно использовать при ее работе по схеме *а*. При трелевке вершинами вперед с подсортировкой на два компонента рекомендуется технология работы системы № 3 по схеме *б*.

Предложенную методику определения производительности трелевочного трактора рекомендуется использовать при нормировании труда и при проектировании лесосечных работ с подсортировкой леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кочегаров В. Г., Ширнин Ю. А. Производительность трелевочного трактора с манипулятором при трелевке подсортированного леса. — В кн.: Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса, 1979, с. 13—16. (Межвуз. сб. научн. тр.; Вып. 7). [2]. Ширнин Ю. А. Технология лесосечных работ при заготовке леса с подсортировкой. — В кн.: Лесозаготовка и лесосплав, 1981, вып. 10. — 19 с. (Экспресс-информ./ ВНИПИЭИлесспром).

Поступила 7 февраля 1983 г.

УДК 625.731.001.24

## ВЛИЯНИЕ ПОДСТИЛАЮЩЕГО СЛОЯ НА ПРОЧНОСТЬ ОСНОВАНИЯ КОЛЕЙНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Б. В. УВАРОВ

Архангельский лесотехнический институт

В большинстве случаев естественные основания не обеспечивают необходимой устойчивости колеяного покрытия. Суглинки и глины, пылеватые грунты и торф требуют устройства подстилающего слоя из водоустойчивого грунта. Подстилающий слой должен обеспечивать ра-

боту земляного полотна в упругой стадии или, по крайней мере, свети к минимуму пластические деформации даже в самые неблагоприятные периоды года. В самом подстилающем слое тоже не должны иметь места пластические деформации. Поэтому, как и на дорогах общего пользования, для расчета напряженного состояния подстилающего слоя и земляного полотна применима теория упругости.

В работе [4] приведена методика расчета и программа на ЭВМ для анализа напряженного состояния слоистого упругого полупространства, нагруженного на поверхности заданной ступенчатой нагрузкой. На основе этой методики рассчитывали напряженное состояние основания при различных исходных данных.

Сначала рассмотрим основание, состоящее из песчаного 50-сантиметрового слоя на уплотненном слое торфа толщиной 2,5 м, лежащего на несжимаемом основании. Расчетный модуль упругости для песка — 100 МПа, для торфа — 3 МПа, коэффициент Пуассона 0,3 и 0,25, а угол внутреннего трения — 0,6 и 0,78 рад. Большая разница модулей упругости песка и торфа обуславливает ярко выраженную двухслойность основания. Нагрузка на основание принята в соответствии с эпюрой реактивных давлений, полученной при расчете колеяного покрытия в работе [3]. Было принято, что колесо лесовозного автомобиля МАЗ-509 расположено на стыке плит. Это является самым неблагоприятным случаем.

На рис. 1 показано распределение вертикальных нормальных напряжений и активных напряжений сдвига в поперечном направлении

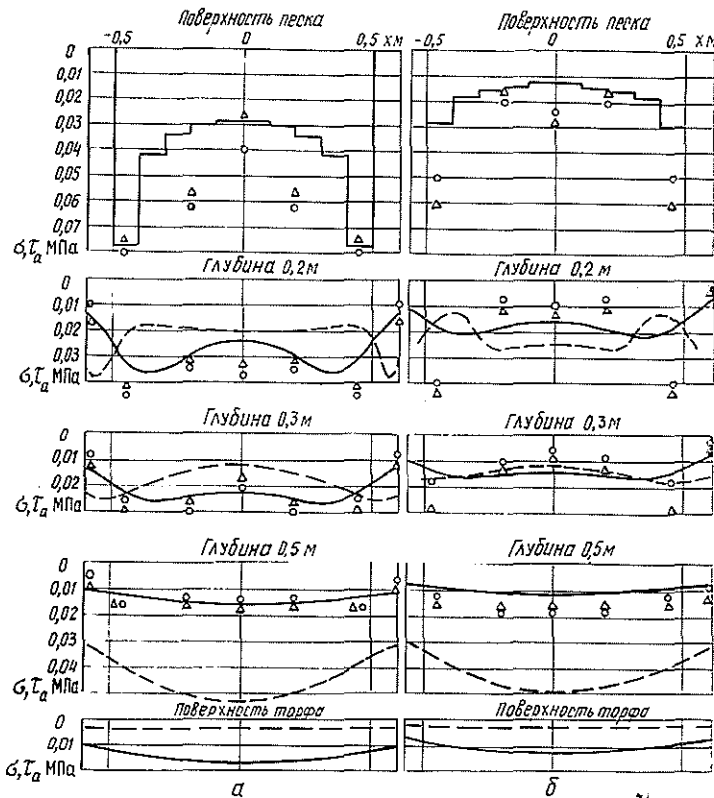


Рис. 1. Распределение напряжений в поперечном направлении под стыком и на расстоянии 0,6 м от стыка. Сплошные линии — вертикальные напряжения  $\sigma$ ; штриховые — активные напряжения сдвига  $\tau_a$ .

для двух сечений: под стыком (а) и на расстоянии 0,6 м от него (б). Вертикальные нормальные напряжения замерены в песке с помощью мембранного типа с гидропреобразователями. Методика проведения опытов описана в работе [2]. Экспериментальные данные на рисунке приведены для нагрузки, соответствующей заднему колесу автомобиля МАЗ-509 (обозначение кружками), и в 2 раза больше (обозначение треугольниками). Значения напряжений приведены к одному масштабу.

Расчет показывает, что 50-сантиметровый песчаный слой уменьшает вертикальные напряжения на поверхности торфа примерно в 5 раз по сравнению с давлениями на подошве плит. Меньше допускаемых активные напряжения сдвига в торфе. В песчаном слое максимальные активные напряжения сдвига наблюдаются на нижней границе и достигают 0,05 МПа, что в 5 раз и более превосходит допускаемые значения для песка. Вертикальные перемещения под стыком на подошве плит равны 0,52 см, на поверхности торфа — 0,505 см. Таким образом, 97 % от общей осадки плит обусловлено деформациями торфа.

Несмотря на некоторый разброс экспериментальных результатов, легко объясняемых условиями опытов, в основном эти результаты соответствуют расчетным эпюрам. Отчетливо, например, проявляется седлообразность эпюр и постепенное выравнивание напряжений с глубиной. В целом эксперименты подтверждают принятую расчетную схему и позволяют рекомендовать предложенный метод расчета для практического применения.

Рассмотрим теперь основание, конструкция которого соответствует действующим техническим указаниям для магистральных дорог. Оно состоит из песчаного слоя толщиной 20 см, лежащего на суглинистом грунте. Глубину залегания суглинка считали бесконечно большой. Модуль упругости для песка принят равным 120 МПа, для суглинка — 24 МПа, коэффициент Пуассона — 0,29 и 0,32, а угол внутреннего трения — 0,69 и 0,22 рад соответственно.

В расчетах рассматривали плиты различной длины при нагружении на стыке и в центре плиты.

Согласно инструкции ВСН-46-72, расчетное сцепление для суглинков в неблагоприятных условиях II дорожно-климатической зоны равно 0,01 МПа. При центральном нагружении плиты П-3 максимальные активные напряжения сдвига составляют около 0,9 от допускаемых значений, т. е. обеспечивается работа суглинка в упругой стадии. При нагружении плиты на стыке активные напряжения сдвига достигают 0,02 МПа, что примерно в 2 раза больше допустимого значения. В этом случае пластические деформации неизбежны. Для того чтобы их избежать, относительная влажность суглинка в долях от границы текучести должна составлять не более 0,65—0,7. Это не обеспечивается во II дорожно-климатической зоне в неблагоприятные периоды года, особенно весной. В песчаном подстилающем слое активные напряжения сдвига достигают 0,03 МПа и намного выше допустимых.

Можно, таким образом, считать, что рекомендованная техническими указаниями и самая распространенная на практике конструкция основания в виде 20-сантиметрового песчаного слоя на недреннующем грунте не обеспечивает работу в упругой стадии как земляного полотна, так и дренирующего слоя. Надо, однако, иметь в виду, что вследствие пластических сдвигов напряжения в песчаном слое несколько выравниваются и в среднем станут меньше, при этом в земляном полотне напряжения соответственно возрастут. Практика эксплуатации дорог показывает, что дренирующие слои под колеиным покрытием сравнительно устойчивы, если обеспечивается прочность земляного полотна.

Итак, расчеты показали, что рекомендуемая техническими условиями конструкция основания при эксплуатации лесовозного автомобиля типа МАЗ-509 не исключает накопления остаточных осадок колеяного покрытия. Однако при ограничении движения в неблагоприятные периоды года, при хорошем состоянии стыковых соединений и при годовых объемах вывозки до 500 тыс. м<sup>3</sup> такая конструкция работоспособна, что подтверждается и многолетней практикой эксплуатации. Работоспособность дорог можно было бы повысить устройством стыковых соединений, способных хотя бы частично воспринимать изгибающий момент. Такие стыковые соединения позволяют уменьшить давление на грунт и, соответственно, напряжения в земляном полотне. Существенно улучшает условия работы основания увеличение длины плит, так как уменьшается число стыков и снижается реактивное давление. На рис. 2 показан график зависимости максимальных активных напряжений в суглинке от длины плит.

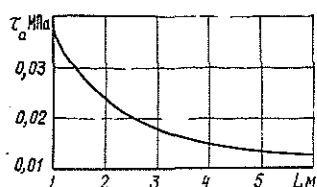


Рис. 2. Зависимость активных напряжений сдвига  $\tau_a$  в суглинке от длины плиты  $L$  при толщине песчаного слоя 0,2 м.

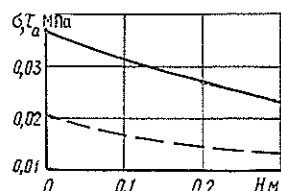


Рис. 3. Зависимость максимальных напряжений в суглинке от толщины гравийного слоя  $H$ . Сплошная линия — вертикальные напряжения; штриховая — активные напряжения сдвига.

На перспективных сейчас грузосборочных дорогах с годовыми объемами вывозки от 500 тыс. м<sup>3</sup> до 1 млн. м<sup>3</sup> и более, а также при более тяжелых, чем МАЗ-509, лесовозных автомобилях рассмотренное основание явно не обладает необходимой прочностью. В этих условиях требуется исключить возможность пластических деформаций в грунте, в какой-то степени допустимых на временных дорогах. Простым увеличением толщины песчаного слоя этого не достичь, так как в самом песке напряжения выше допустимых. Естественным выходом может быть применение более прочных материалов, например гравия. Как обычно, между гравием и недренирующим грунтом необходима прослойка из песка, значит, речь может идти об основании из трех слоев: гравий, песок, недренирующий грунт.

Для изучения напряженного состояния трехслойного основания проведены расчеты при различных толщинах гравийного слоя. Модуль упругости гравия принят равным 250 МПа, коэффициент Пуассона — 0,28, угол внутреннего трения — 0,78 рад. Расчетные параметры песчаного слоя толщиной 0,2 м и суглинка, а также нагрузка на основание приняты такими же, как и в предыдущем случае. На рис. 3 приведены зависимости вертикальных напряжений и активных напряжений сдвига в суглинке от толщины гравийного слоя при нагружении в зоне стыка. По этим данным можно судить, что влияние толщины слоя гравия на максимальные напряжения в земляном полотне не так велико и пла-

стические деформации не исключаются. Объясняется это незначительными в целом толщинами слоев гравия и песка в сравнении с размерами плит.

Увеличение толщины подстилающих слоев в целях уменьшения напряжений в земляном полотне хотя и приводит к уменьшению напряжений, но в недостаточной степени. Более радикальное средство повышения общей устойчивости основания — изменение конструкции самого покрытия: увеличение ширины и длины плит, улучшение стыковых соединений и т. д. Существующие конструкции плит для дорог с большими объемами вывозки и повышенными нагрузками на оси автопоездов могут применяться только на участках с устойчивыми грунтами и благоприятным водно-тепловым режимом. Целесообразно усилить основание подстилающими слоями из материалов повышенной прочности. При использовании гравия толщину его слоя следует принимать равной 0,2 м, так как ее увеличение сравнительно слабо влияет на напряжения в земляном полотне.

Ранее обычно считали, что при наличии гравия колеиные железобетонные покрытия экономически не оправданы из-за большой стоимости плит и следует применять гравийную дорожную одежду. Однако, как показали наши расчеты [1], при больших объемах вывозки и тяжелых автомобилях гравийное покрытие не способно обеспечить требуемую несущую способность дороги и колеиное покрытие на гравийном основании может оказаться наиболее целесообразным. Возможно, что положительный эффект может быть получен устройством основания под плитами из стабилизированных грунтов, но это тема отдельных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лукин Ю. Л., Уваров Б. В., Щелкунов В. В. О расчете гравийных дорожных одежд. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 3, с. 37—41.  
[2]. Уваров Б. В. О работе грунтовых оснований автомобильных дорог с покрытиями из железобетонных плит. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1964, № 6, с. 89—100. [3]. Уваров Б. В. Расчет системы шарнирно-соединенных балок на упругом основании. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1974, № 4, с. 15—17.  
[4]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В. О расчете слоистого основания под симметрично нагруженными балками и плитами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5, с. 38—44.

Поступила 24 января 1983 г.

УДК 630\*377

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА ЛТ-157 НА НАГРУЖЕННОСТЬ ЕГО ТРАНСМИССИИ ПРИ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ

А. В. ЖУКОВ, В. А. СИМАНОВИЧ

Белорусский технологический институт

Распространение колесных тракторов на лесозаготовках требует изучения нагрузочных режимов трансмиссии с целью повышения их надежности и долговечности. Исследованиями Л. А. Калякина\* установлено, что для тракторов, особенно трелевочных, наиболее нагружен-

\* Калякин Л. А. Экспериментальное исследование динамических нагрузок в слововой передаче колесного трелевочного трактора. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1970, № 103.

ным является режим резкого трогания с места. В условиях БССР нами были проведены экспериментальные исследования по определению динамической нагруженности трансмиссии трактора ЛТ-157 при различных конструкциях подвеса пачки хлыстов. Для этого в технологическое оборудование (трелевочный щит и тяговый канат лебедки) были введены упругие элементы.

Цель исследований — определить показатели динамической нагруженности трансмиссии трактора, а также оценить влияние на эти показатели системы вторичного подрессоривания технологического оборудования. Рассматривали различные варианты подвеса пачки хлыстов при введении упругих звеньев в трособлочную систему и щит.

С помощью комплекта измерительной аппаратуры, включающей осциллограф К-12-20, датчики реохордного типа МП-95, МУ-62, ртутно-амальгамовые токосъемники РАТ-6, тяговое звено, «пятое» колесо, записывали такие параметры, как крутящие моменты на полуосях трактора, тяговое усилие в канате лебедки, вертикальные ускорения на сиденьи водителя, перемещения упругого элемента в тяговом канате, угловые отклонения тягового каната, перемещения подрессоренной части трелевочного щита, пройденного пути.

Исследования проводили на лесных дорогах и трелевочных волоках Негорельского учебно-опытного лесхоза, состояние которых можно отнести к типичным для условий эксплуатации колесных трелевочных машин. Общий вид и конструкция упругих элементов в тросе и щите показаны на рис. 1.

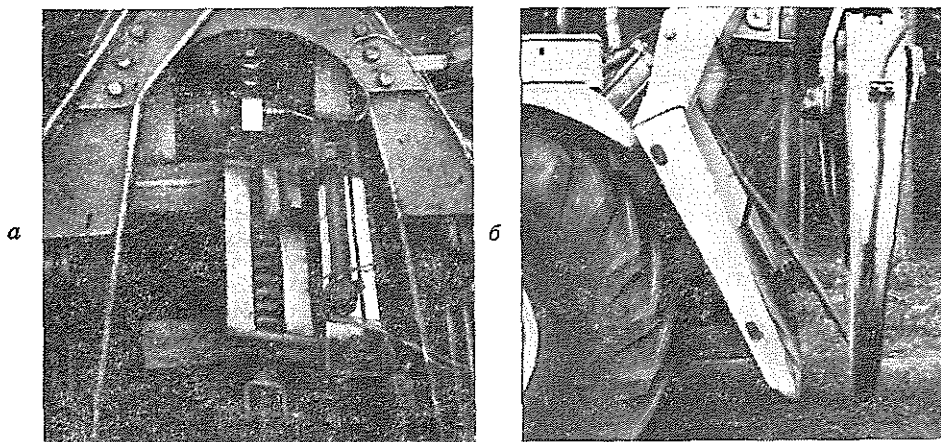


Рис. 1. Устройство демпфирования.

а — в тяговом тросе; б — в трелевочном щите.

Исследования показали, что наибольшие значения крутящих моментов на полуосях при трогании с места в 1,8—2,6 раза превосходят максимальные их значения при установившемся движении по опытному участку лесной дороги и в 2,2—3,1 раза — при движении по трелевочному волоку. Для тяговых усилий в канате соответствующие значения составляют: 1,9—2,3 (лесные дороги) и 2,1—2,6 (трелевочный волок).

Общий анализ динамической нагруженности трансмиссии трактора на лесной дороге и трелевочном волоке при отсутствии упругих элементов в канате и щите показал, что значения крутящих моментов на передних и задних полуосях при неустановившемся движении зависят от дорожных условий. Так, при трогании груженого трактора с места

на лесной дороге максимальный крутящий момент  $M_{кр}^{max}$  на передних и задних полуосях на 4-й передаче равен соответственно 2,29 и 4,19 кН·м, на трелевочном волоке — 2,45 и 4,56 кН·м.

Анализируя изменение усилия в тяговом канате лебедки, можно отметить, что рост тягового усилия  $P_{тяг}^{max}$  на лесной дороге также менее значителен, чем на трелевочном волоке. В среднем тяговое усилие в канате при трогании с места на трелевочном волоке на 13—20 % выше, чем на лесной дороге.

Значения динамических показателей трактора ЛТ-157 при трогании с места с пачкой хлыстов ( $Q = 5,2 \text{ м}^3$ ) на лесной дороге и трелевочном волоке при жесткой конструкции подвеса и щита (числитель) и при наличии упругих элементов в канате и щите (знаменатель) приведены в таблице.

Передача	Лесная дорога $\sigma_H = 5,2 \text{ см}$			Трелевочный волок $\sigma_H = 11,4 \text{ см}$		
	$M_{кр}^{max}$ кН·м		$P_{тяг}^{max}$ кН	$M_{кр}^{max}$ кН·м		$P_{тяг}^{max}$ кН
	Передняя ось	Задняя ось		Передняя ось	Задняя ось	
1	1,68	3,73	13,6	1,84	3,94	16,1
	1,29	2,94	11,1	1,52	3,11	14,2
2	1,94	3,95	15,2	2,08	4,08	17,9
	1,41	3,11	12,3	1,73	3,52	15,35
3	2,12	4,06	18,0	2,32	4,21	19,4
	1,60	3,29	13,6	1,92	3,85	16,65
4	2,29	4,19	19,2	2,45	4,56	23,45
	1,72	3,47	15,4	2,12	4,21	18,25

Динамика максимального крутящего момента на передних и задних полуосях на лесной дороге и трелевочном волоке при жестких конструкциях подвеса и щита почти одинакова. Абсолютные значения  $M_{кр}^{max}$  на трелевочном волоке на 10—14 % больше, чем на лесной дороге. Максимальные значения  $P_{тяг}^{max}$  для дороги и волока различаются в среднем на 11—13 %. Большие значения  $M_{кр}^{max}$  и  $P_{тяг}^{max}$  на трелевочном волоке объясняются условиями передвижения трактора.

При введении в технологическое оборудование упругих элементов динамические показатели по абсолютной величине значительно меньше. Так, максимальные значения  $M_{кр}^{max}$  для передних и задних полуосей на лесной дороге и трелевочном волоке меньше в среднем на 11—16 %, а  $P_{тяг}^{max}$  на 12—15 %.

Процесс трогания трактора с места характеризуется значительным всплеском нагрузок в начальный момент движения, причем для крутящих моментов имеют место два последовательных всплеска (рис. 2, а), после чего нагрузка устанавливается. Время переходного режима составляет в среднем 4—5 с. Характерно, что если для крутящего момента наибольшие всплески кривой происходят по одну сторону от нулевой линии, что для усилий в канате — по обе стороны (рис. 2, б).

При введении упругих элементов в конструкцию технологического оборудования характер переходных процессов несколько видоизменяется. Из рис. 2, а (кривая 2) видим, что при упругом канате и щите имеет место некоторый сдвиг кривой по времени, хотя общее время переходного процесса осталось примерно таким же, как и при отсутствии

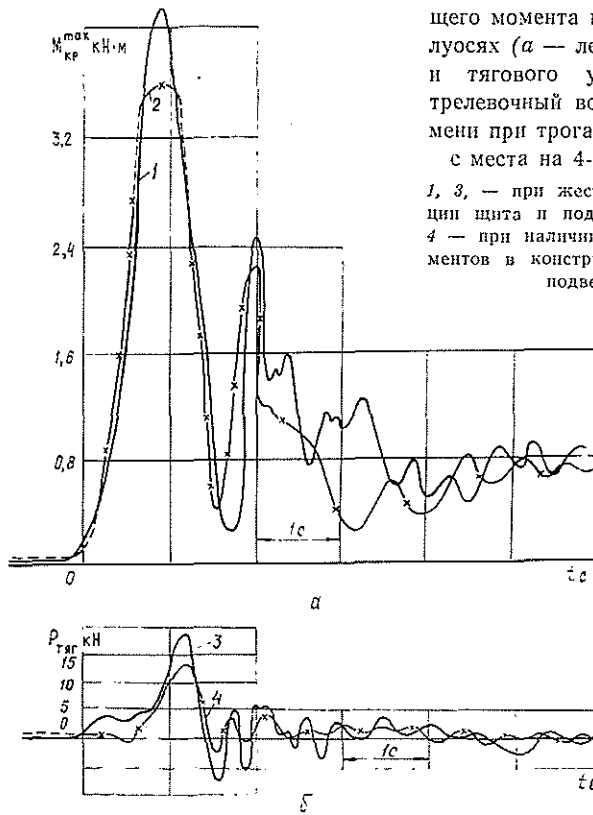


Рис. 2. Зависимость крутящего момента на задних полуосях (*a* — лесная дорога) и тягового усилия (*б* — трелевочный волок) от времени при трогании трактора с места на 4-й передаче.

1, 3, — при жесткой конструкции щита и подвеса троса; 2, 4 — при наличии упругих элементов в конструкции щита и подвеса.

упругих элементов. При увеличении времени свдиг кривых возрастает и после 2,5 с нагрузки изменяется в противоположных фазах. По максимальным значениям различие кривых 1 и 2 составляет 0,6 кН·м. Максимальные значения крутящего момента на 4-й передаче для промежуточных конструктивных состояний поддрессирования пачки хлыстов находятся в интервале 3,68—3,80 кН·м, что значительно меньше, чем при жесткой конструкции подвеса. Продолжительность переходного процесса для промежуточных конструктивных состояний поддрессирования пачки хлыстов одинакова. Оценку нагруженности элементов трансмиссии можно дать по коэффициенту динамичности  $K_d$ . Так, при отсутствии элементов демпфирования  $K_d = 2,6$ —2,8 для лесной дороги и  $K_d = 2,9$ —3,2 для трелевочного волока.

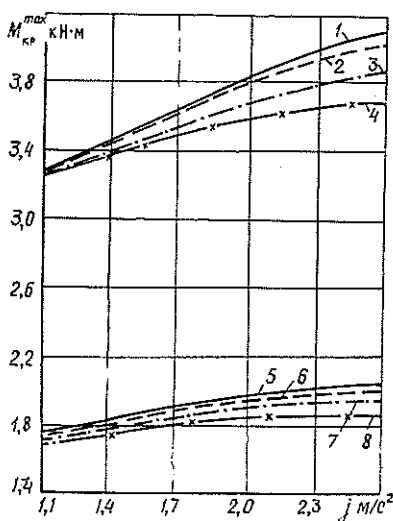
Тяговое усилие в канате при жесткой конструкции щита на трелевочном волоке на 5,2 кН больше, чем при применении упругих элементов в конструкции подвеса и щита (рис. 2, б). Кривая изменения тягового усилия в канате при наличии упругих элементов более пологая, характерного пика не наблюдается. Аналогичные изменения максимального тягового усилия можно проследить на лесной дороге. Разность в их максимальных значениях составляет 3,8 кН.

На рис. 3 приведены зависимости крутящего момента  $M_{кр}^{max}$  на передних и задних полуосях при различных конструкциях подвеса пачки хлыстов в зависимости от ускорений поступательного движения  $j$ .



Рис. 3. Зависимость максимального крутящего момента на задних и передних полуосях от продольных ускорений на лесной дороге.

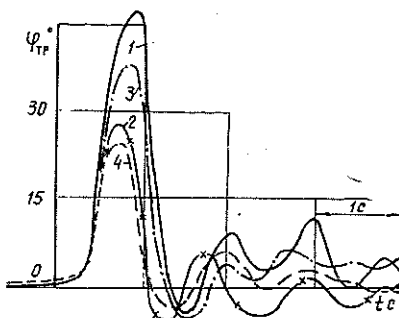
1, 5 — на задних и передних полуосях при жесткой конструкции шита и подвеса; 2, 6 — на задних и передних полуосях при наличии упругих элементов в шите и жесткой конструкции троса; 3, 7 — на задних и передних полуосях при жесткой конструкции шита и наличии упругих элементов в канате; 4, 8 — на задних и передних полуосях при наличии упругих элементов в шите и канате.



Кривые 1 и 5 отражают изменение  $M_{кр}^{max}$  для задних и передних полуосей при жесткой конструкции подвеса и шита. Кривые 4 и 8 характеризуются состоянием подвеса пачки хлыстов при наличии упругих элементов в канате и шите. Разность значений крутящего момента при жестком и поддрессоренном технологическом оборудовании для передних полуосей при  $j = 2,6 \text{ м/с}^2$  составляет  $0,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$  (кривые 1 и 4), для задних —  $0,4 \text{ кН}\cdot\text{м}$  (кривые 5 и 8). Кривые 2, 3, 6, 7 характеризуют промежуточные состояния в конструкции подвеса пачки хлыстов. Введение упругих элементов только в шит при жесткой конструкции каната (кривые 2 и 6) значительно меньше влияет на динамику трогания трактора, чем введение упругих элементов только в канат при жестком шите (кривые 3 и 7). Это объясняется тем, что ударные нагрузки, приходящиеся на тяговый канат, превосходят нагрузки на трелевочный шит. Многое зависит и от интенсивности трогания трактора.

Рис. 4. Зависимость отклонения троса от времени при трогании с места на трелевочном волоке и лесной дороге.

1, 3 — на трелевочном волоке и лесной дороге при жесткой конструкции шита и подвеса; 2, 4 — на трелевочном волоке и лесной дороге при наличии упругих элементов в шите и подвесе.



Характер динамической нагруженности трактора связан с отклонением тягового каната в процессе трогания с места. На рис. 4 приведены максимальные отклонения каната  $\varphi_{тр}$  на лесной дороге и трелевочном волоке при наличии и отсутствии упругого элемента в канате. Как вид-

но из рисунка, наибольшее отклонение каната соответствует жесткой конструкции подвеса на трелевочном волокне и составляет  $47^\circ$ . При наличии упругих элементов угол отклонения каната равен  $28^\circ$ . На лесной дороге значения  $\varphi_{тр}$  составляют  $38^\circ$  для жесткого и  $23^\circ$  для упругого состояния подвеса. Переходный процесс характеризуется одним всплеском.

Исходя из полученных данных, можно сделать заключение, что при введении системы поддрессирования технологического оборудования значительно улучшаются показатели динамики трогания трелевочного трактора с места. При наличии упругого щита (жесткость упругих элементов  $C_{ш} = 200$  кН/м) и системы демпфирования трособлочной системы (жесткость упругих элементов  $C_{т} = 860$  кН/м) максимальные крутящие моменты на полуосях трактора снижаются на 20—25 %, максимальные усилия в тросе — на 12—18 %. Коэффициент динамичности трансмиссии трактора при упругой конструкции щита и подвеса на 15—22 % ниже, чем при жесткой конструкции технологического оборудования. Кроме того, значительно улучшаются условия работы тракториста. Вертикальные ускорения на сиденье водителя при наличии системы демпфирования щита и троса при трогании с места уменьшаются на 22—26 %.

Поступила 7 февраля 1983 г.

УДК 630\*377 : 621.86.063.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА ГРЕЙФЕРА НЕПОЛНОПОВОРОТНЫМ РОТАТОРОМ НА ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ С КРУГЛЫМИ ЛЕСОМАТЕРИАЛАМИ

В. В. КРЫЛОВ

Мелитопольский институт механизации сельского хозяйства

В технологическом процессе выполнения погрузочно-разгрузочных работ гидроманипуляторами существует несколько вариантов расположения погрузочных, транспортных средств и штабеля лесоматериалов [2].

Рассмотрим случай, когда погрузочное средство (гидроманипулятор с шарнирно подвешенным грейфером) расположено между штабелем лесоматериалов и транспортным средством (железнодорожные вагоны, автотранспорт), а лесоматериалы в штабеле и на транспортном средстве параллельны (рис. 1).

Допустим, что погрузочно-разгрузочные работы происходят при центральном захвате лесоматериалов. Тогда грейфер с помощью ротатора необходимо развернуть над транспортным средством на угол, тангенс которого

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{b_1 + L/2}{a_1}, \quad (1)$$

где  $b_1$  — расстояние от оси поворота стрелы гидроманипулятора до торца лесоматериалов, расположенных в транспортном средстве;

$a_1$  — расстояние от оси поворота стрелы гидроманипулятора до границы лесоматериалов в транспортном средстве;

$L$  — длина перегружаемых лесоматериалов.

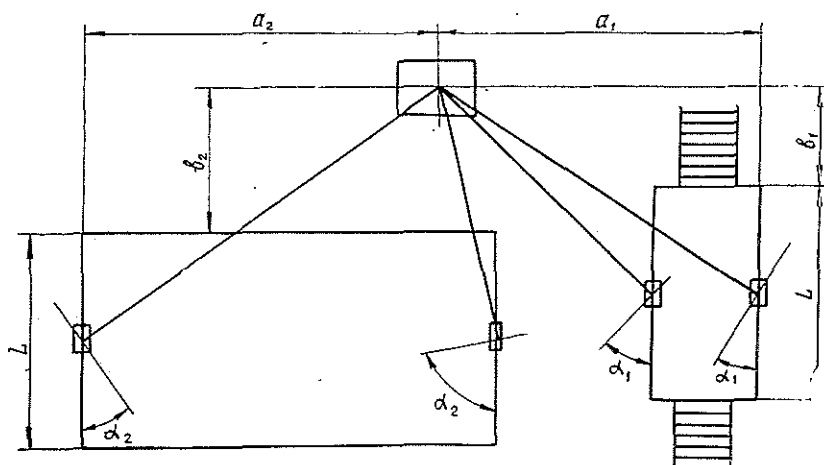


Рис. 1.

При ориентировании грейфера над транспортным средством в этом случае (и далее) будем считать, что продольная ось грейфера первоначально расположена перпендикулярно продольной оси стрелы гидроманипулятора.

После захвата лесоматериала грейфером, подъема и поворота стрелы гидроманипулятора необходимо ориентировать грейфер с лесоматериалом над штабелем. Угол поворота грейфера неполноповоротным ротатором при этом

$$\alpha_3 = |\alpha_1 - \alpha_2|, \quad (2)$$

где  $\alpha_2$  — угол поворота грейфера при ориентировании над штабелем лесоматериалов без учета предварительного поворота грейфера над транспортным средством.

Если

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{b_2 + L/2}{a_2}, \quad (3)$$

где  $b_2$  — расстояние от оси поворота стрелы гидроманипулятора до торца лесоматериалов в штабеле;

$a_2$  — расстояние от оси поворота стрелы гидроманипулятора до границы штабеля лесоматериалов,

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \left| \frac{2b_1 + L}{2a_1} - \frac{2b_2 + L}{2a_2} \right|. \quad (4)$$

Из выражения (4) видно, что поворот грейфера с лесоматериалами над штабелем будет отсутствовать при условии  $a_1 = a_2$  и  $b_1 = b_2$ . Во всех других случаях необходимо поворачивать грейфер на угол

$$\alpha_3 = \operatorname{arctg} \left| \frac{2b_1 + L}{2a_1} - \frac{2b_2 + L}{2a_2} \right|. \quad (5)$$

В случае расположения погрузочного средства (гидроманипулятора) между штабелем лесоматериалов и транспортным средством при перпендикулярном ориентировании лесоматериалов в штабеле и тран-

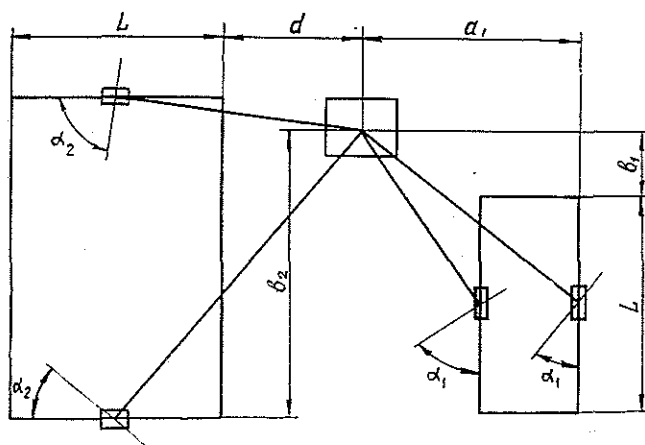


Рис. 2.

спортном средстве (рис. 2) угол поворота грейфера с лесоматериалами над штабелем

$$\alpha_3 = \arctg \left| \frac{2b_1 + L}{2a_1} - \frac{2b_2}{2d + L} \right|, \quad (6)$$

где  $d$  — расстояние от оси поворота стрелы гидроманипулятора до торца штабеля лесоматериалов.

В настоящее время широкое распространение получили навесные гидроманипуляторы, устанавливаемые на различные транспортные средства. Такие гидроманипуляторы обладают большой мобильностью и универсальны в работе с лесоматериалами [1].

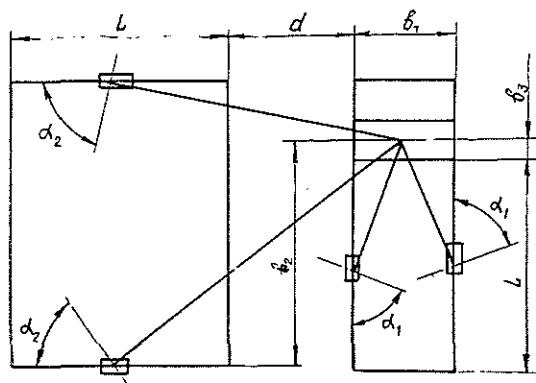


Рис. 3.

Необходимый угол поворота грейфера с лесоматериалами при перпендикулярном расположении лесоматериалов в транспортном средстве и штабеле (рис. 3)

$$\alpha_3 = \arctg \left| \frac{2b_3 + L}{2b_T} - \frac{2b_2}{2d + L} \right|, \quad (7)$$

где  $b_3$  — расстояние от оси поворота стрелы навесного гидроманипулятора до торца лесоматериалов в транспортном средстве;

$b_2$  — расстояние от оси поворота стрелы навесного гидроманипулятора до границы штабеля лесоматериалов;

$b_7$  — ширина транспортного средства.

Если  $b_2 = 0$ , то

$$\alpha_3 = \text{arctg} \frac{2b_3 + L}{b_7} .$$

Во всех рассмотренных случаях при погрузочно-разгрузочных работах с раскомлевкой необходимо разворачивать грейфер на угол 3,14 рад.

Таким образом, полученные формулы позволяют определить требуемый угол поворота грейфера и, тем самым, рационально конструировать механизм поворота.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гончаренко Н. Т. Зарубежные манипуляторы для лесной промышленности. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1978. — 48 с. [2]. Таубер Б. А. Подъемно-транспортные машины. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 456 с.

Поступила 3 января 1983 г.

УДК 630\*31

### ПУТИ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПОГРУЗКЕ ЛЕСА

В. Б. ПРОХОРОВ, А. В. ТРОФИМОВ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время при анализе и прогнозировании производительности труда на лесозаготовках не учитывается энергетическая сущность производственных процессов, заключающаяся в том, что процесс машинного производства является процессом преобразования управляемой человеком энергии в технологическую работу (продукцию).

Энергетическая теория эффективности процессов машинного производства позволяет построить модель производительности труда, представленную выражением:

$$P_{\text{тр}} = K_{\text{э тр}} / g_{\text{э}} . \quad (1)$$

где  $K_{\text{э тр}}$  — фактор энергонасыщенности трудового процесса, кВт · ч/чел · ч;

$g_{\text{э}}$  — удельная энергоемкость процесса, кВт · ч/м<sup>3</sup>.

Формула (1) и обширные статистические материалы, характеризующие развитие промышленного производства, позволяют сделать вывод о том, что повышение производительности труда при машинном способе производства достигается, главным образом, за счет роста его энергонасыщенности и улучшения использования потребляемой энергии.

Исследование моделей энергонасыщенности труда и удельной энергоемкости процесса дает возможность определить параметры техники, технологии, службы обеспечения функционирования, организации и управления технологическими процессами, формирующие уровень производительности труда, и наметить возможные пути управления последними.

В общем виде удельная энергоемкость технологических циклов машин цикличного действия определяется выражением

$$g_{\Sigma} = g_{\Sigma T} / \eta_{\Sigma}, \quad (2)$$

где  $g_{\Sigma T}$  — удельные затраты энергии на выполнение основной (технологической) операции, кВт·ч/м<sup>3</sup>;

$\eta_{\Sigma}$  — коэффициент полезного использования энергии.

Применительно к процессу погрузки леса на подвижной состав погрузчиками перекидного типа модели показателей  $g_{\Sigma T}$  и  $\eta_{\Sigma}$  имеют вид

$$g_{\Sigma T} = \frac{(G_r R + G_c r) \gamma}{367 \cdot 10^3 \eta_r G_r}; \quad (3)$$

$$\eta_{\Sigma} = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\psi_1 L_{\text{пер}} (2G_n + G_r) + \psi_1 L_{\text{пер}} G_n}{(G_r R + G_c r) \eta_r} \right] + \xi}, \quad (4)$$

где  $G_r$  — масса погружаемой пачки леса, т;

$G_c$  — масса технологического оборудования, перемещаемая в процессе подъема пачки леса, т;

$R$  — расстояние между центром масс груза и осью поворота стрелы, м;

$r$  — расстояние между центром масс части технологического оборудования, перемещаемой с пачкой леса при подъеме, и осью поворота стрелы, м;

$\eta_r$  — суммарный кпд механизмов привода технологического оборудования;

$\gamma$  — плотность свежесрубленной древесины, т/м<sup>3</sup>;

$L_{\text{пер}}$  — расстояние переездов погрузчика между штабелем и подвижным составом, м;

$\psi_1$  — удельное сопротивление передвижению погрузчика;

$G_n$  — масса погрузчика, т;

$L_{\text{пер}}$  — расстояние переездов погрузчика между штабелями (площадками), отнесенное к одному циклу погрузки, м;

$\xi$  — коэффициент, характеризующий отношение затрат энергии на операции набора пачки леса и укладки ее на подвижной состав к затратам энергии на выполнение основной операции (подъем пачки леса);

$\eta_{\Sigma}$  — коэффициент, учитывающий потери энергии на буксование машины.

Зависимости (3) и (4) получены при следующих допущениях: равенство расстояний грузового и холостого хода погрузчика, равенство кпд механизмов привода технологического оборудования и трансмиссии базового трактора, отсутствие потерь энергии в шарнире оси поворота стрелы.

При заданном типе движителя, конструкции трансмиссии и привода технологического оборудования, кинематике рабочих органов удельная энергоемкость определяется массой погрузчика и погружаемой пачки леса ( $G_n$ ,  $G_r$ ). Среди технологических факторов относительно постоянной величиной является расстояние переездов во время рабочего и холостого хода. При глубине штабелей до 35 м и ширине полосы между штабелем и автомобилем 8—10 м расстояние переездов составляет 21,5—22,5 м\*.

\* Виногоров Г. К. Лесосечные работы. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 272 с.

Расстояние переездов между штабелями, отнесенное к одному циклу погрузки, находят из отношения:

$$l_{\text{пер}} = \frac{L}{N} = \frac{LQ_{\text{п}}}{Mlb \cdot 10^{-4}}, \quad (5)$$

где  $L$  — расстояние между штабелями (площадками), м;  
 $N$  — число технологических циклов, выполненных при погрузке штабеля;  
 $M$  — запас леса, м<sup>3</sup>/га;  
 $l, b$  — соответственно длина и ширина участка разрабатываемой лесосеки, с которого лес стрелеван в один штабель (на одну площадку), м;  
 $Q_{\text{п}}$  — объем погружаемой пачки леса, м<sup>3</sup>.

При разработке лесосек методом широкого фронта и рекомендуемых средних расстояниях трелевки до 300 м показатель  $l_{\text{пер}}$  зависит только от среднего запаса леса на 1 га лесопокрытой площади. Степень этого влияния определяется выражением

$$l_{\text{пер}} = Q_{\text{п}} / (1,5M \cdot 10^{-2}). \quad (6)$$

Из приведенных зависимостей видно, что в заданных условиях эксплуатации удельные затраты энергии на погрузку леса определяются в основном массой погрузчика и пачки леса.

Графики функций  $g_{\text{э}} = \varphi(V_{\text{хл}})$  для основных марок челюстных погрузчиков, а также динамика и прогноз структуры парка машин отрасли показаны на рис. 1 и 2.

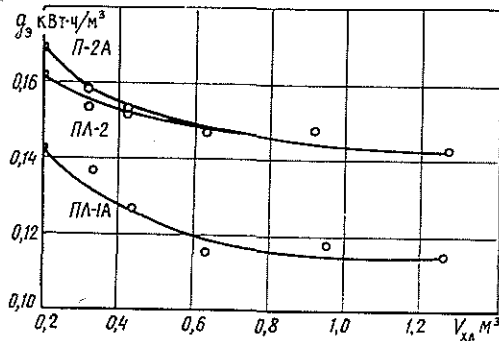


Рис. 1. Влияние среднего объема хлыста на удельную энергоёмкость погрузки леса.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что удельные затраты механической энергии на погрузку леса как по отдельным маркам машин, так и для условной единицы парка в настоящее время и в ближайшей перспективе изменятся незначительно.

Рассмотрим факторы влияния, определяющие значение энергонасыщенности трудового процесса в аналитической модели, представленной выражением:

$$\left. \begin{aligned} K_{\text{э тр}} &= \Phi_{\text{н}} N_{\text{тр.н}}; \\ N_{\text{тр.н}} &= \frac{N_{\text{ен}}}{m}; \quad \Phi_{\text{н}} = \eta_{\text{N}} \eta_{\text{I}}; \\ \eta_{\text{I}} &= \eta_{\text{Iпр}} \eta_{\text{Iпа}} \eta_{\text{Iтор}}; \\ \eta_{\text{N}} &= \sum_s \eta_{\text{Ns}} \eta_{\text{Is}}, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

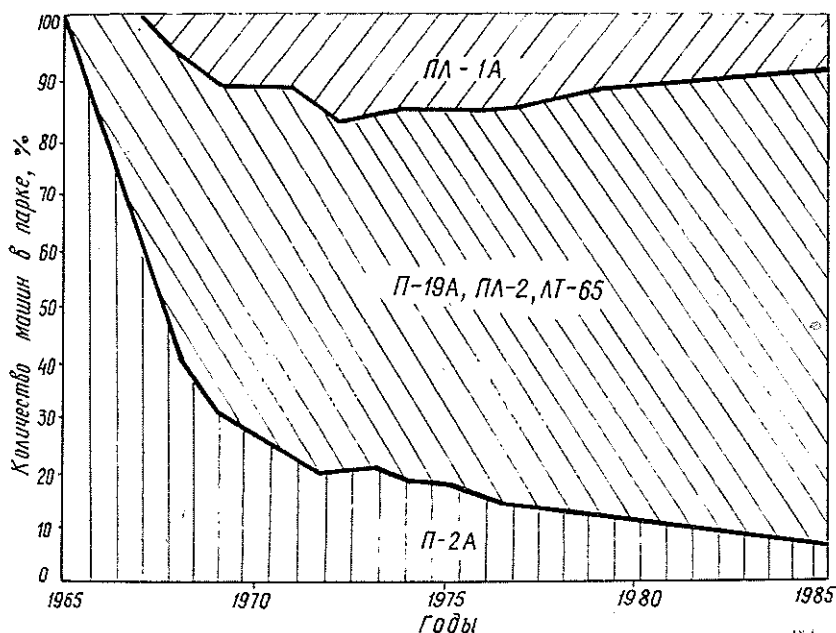


Рис. 2. Динамика и прогноз структуры парка челюстных погрузчиков.

где

- $\Phi_{\text{и}}$  — фактор интенсивности использования машин;
- $\eta_t$  — коэффициент использования времени на выполнение технологического процесса;
- $\eta_{\text{тпр}}, \eta_{\text{тпз}}, \eta_{\text{ттор}}$  — коэффициенты, учитывающие потери времени на выполнение подготовительно-заключительных операций, техническое и ремонтное обслуживание, а также простои по организационно-технологическим причинам;
- $\eta_N$  — показатель загрузки двигателя машины по мощности в среднем за цикл;
- $N_{\text{тр. н}}$  — номинальная энерговооруженность труда, кВт/чел.;
- $N_{\text{ен}}$  — номинальная мощность двигателя машины, кВт;
- $m$  — численность обслуживающего персонала, чел.;
- $s$  — число элементов технологического цикла;
- $\eta_{\text{тс}}$  — коэффициент, показывающий, какая часть времени технологического цикла приходится на выполнение  $s$ -го элемента.

Исследование динамики параметров представленной модели за период с 1968 г. по 1980 г. показало, что повышение энергонасыщенности труда на 12 % в первой половине периода было вызвано, в основном, ростом номинальной энерговооруженности труда при неизменных показателях использования времени. Начиная с 1975 г., наблюдалось снижение показателя использования времени с 0,43 до 0,40 (1978—1980 гг.). Значение  $\eta_t$  определяли на основе статистических данных по формуле



$$\eta_t = \frac{P_{cp}}{P_{ц}} = \frac{V t_{ц}}{7 M C_{oc.p} Q_{п}}, \quad (8)$$

где  $P_{ц}$ ,  $P_{cp}$  — соответственно часовая теоретическая (цикловая) и действительная (в среднем по Минлесбумпрому СССР) производительность машины, м<sup>3</sup>;

$t_{ц}$  — время цикла, ч;  
 $M C_{oc.p}$  — число машино-смен основной работы;  
 $V$  — объем леса, погруженного в рассматриваемом году периода, м<sup>3</sup>.

Низкие значения  $\eta_t$  обуславливались частными показателями  $\eta_{t пр} = 0,50-0,55$ ;  $\eta_{t пз} = 0,88-0,90$  и  $\eta_{t тор} = 0,83-0,89$ . Около 11—17 % времени смены машины простаивают в техническом и ремонтном обслуживании, а также их ожидании. 10—12 % времени нахождения в исправном состоянии приходится на проведение подготовительно-заключительных операций. Основной процент внутрисменных потерь времени 23—30 % составляют простои по организационно-технологическим причинам (отсутствие леса или автопоезда, отсутствие заправщика и т. д.). Ухудшение показателей использования времени смены подтверждается динамикой использования календарного фонда времени. Процент нахождения машин на основной работе сократился с 19 % в 1968 г. до 12 % в 1980 г. Причиной этого явилось снижение коэффициента технического использования с 0,79 до 0,69, а также низкие значения коэффициента сменности.

Исходя из прогноза структуры парка машин и экстраполяции временной функции показателя использования времени  $\eta_t$ , можно предположить, что к 1985 г. изменение энергонасыщенности труда составит от 0 до —7 % при незначительных колебаниях  $\eta_{iN}$ . Снижение  $K_{э,тр}$  обуславливает прямо пропорциональное изменение производительности труда.

Анализ внутрисменных потерь времени в среднем по отрасли и в наиболее передовых бригадах показывает, что показатель  $\eta_t$  может быть повышен до 0,70 за счет совершенствования организации и управления технологическим процессом, повышения уровня технического и ремонтного обслуживания.

Из выполненного анализа следует, что для принятой конструктивной схемы погрузчиков перекидного типа возможности управления величиной  $g$ , весьма ограничены. Наиболее управляем фактор энергонасыщенности труда. Недостаточное использование машин во времени сдерживает не только рост производительности погрузчиков, но и их дальнейшее техническое совершенствование (как повышение объема погружаемой пачки леса, так и рост надежности машин). Наибольшие резервы кроются в улучшении их использования.

Поступила 16 августа 1982 г.

УДК 631.62

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ВЛАГИ В ПЛОСКОСТИ ОСУШАЕМОГО ПЛАСТА

Н. П. КОВАЛЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Эффективность осушения переувлажненных земель с целью сельскохозяйственного и лесохозяйственного их использования во многом зависит от правильного прогноза изменения влажности осушаемого слоя во времени. Этой проблеме посвящено значительное число работ ([1, 3, 8, 9, 11] и др.).

В работах [4, 5, 7] движение влаги, а следовательно, и изменение влажности  $W(x, y, t)$  рассматривается на основе энергетического состояния влаги в дисперсных грунтовых системах.

Хорошо известно, что влага в дисперсной системе, взаимодействуя с твердой фазой, меняет многие свойства [2, 7]. Для удаления влаги из дисперсной системы необходимы затраты энергии, возрастающие с ростом дисперсности, мерой которой служит удельная поверхность  $S_0$ . Последнюю можно считать уровнем энергетического состояния влаги [7].

Если рассматривать грунтовую (почвенную) систему как распределение материальных частиц:

$$r_1 - N_1; r_2 - N_2; \dots; r_i - N_i, \quad (1)$$

где  $r_i$  — радиус частиц;

$N_i$  — их содержание в рассматриваемом объеме, то такое распределение создаст силовое поле:  $\{F_x, F_y, F_z\}$  с потенциалом  $\Pi$  [10]:

$$F = \text{grad } \Pi; \quad \frac{\partial^2 \Pi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Pi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Pi}{\partial z^2} = 0. \quad (2)$$

Условие (2) позволяет принять допущение о применимости закона Ньютона для определения сил взаимодействия влаги и твердых частиц в водонасыщенной грунтовой системе:

$$F = \frac{\nu M_B M_G}{\Delta^2}, \quad (3)$$

где  $\nu$  — гравитационная постоянная;

$M_B, M_G$  — масса влаги и грунта, соответственно;

$\Delta$  — половина толщины водных прослоек [2].

Для потенциала  $\Pi_1$  с учетом (2) и (3) и после замены  $M_B, M_G, \Delta$  — через константы грунта запишем

$$\Pi_1 = A \frac{S_0}{1+e} Q_G^2, \quad (4)$$

где  $A = \nu \rho_r \rho_B$ ;

$e$  — коэффициент пористости;

$Q_G$  — рассматриваемый объем грунта;

$\rho_r$  — плотность частиц грунта;

$\rho_B$  — плотность влаги.

Величина  $\Pi_1$  определяется дисперсностью. Например, влага в  $1 \text{ м}^3$  глинистого грунта ( $\rho_r = 2700 \text{ кг/м}^3$ ;  $S_0 = 800 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$ ;  $e = 0,25$ ) обладает потенциалом  $\Pi_1 \approx 1,18 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ .

Потенциал  $\Pi_1$  в сумме с гравитационным  $\Pi_r$  составляет полный потенциал влаги. При  $Q_r = 1$  и  $\Pi_r = e \rho_v g y$

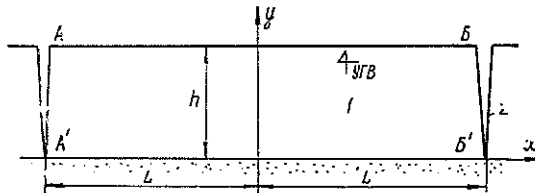
$$\Pi = \frac{1}{1+e} (AS_0 + e \rho_v g y), \quad (5)$$

где  $y$  — высота над плоскостью сравнения.

Согласно формуле (5), полный потенциал влаги в грунтовой системе определяется дисперсностью, плотностью и, как принято в гидравлике, положением над плоскостью сравнения.

В работе [5] было показано, что на основе решения одномерной задачи  $\Pi(y, t)$  можно прогнозировать изменение влажности  $W(y, t)$  по глубине осушаемого пласта с учетом его неоднородности.

Рис. 1. Расчетная схема осушаемого слоя (1) дренажными прорезями (2).



Для случая неустановившегося движения влаги в плоскости осушаемого пласта (рис. 1) уравнение потенциалопроводности имеет вид

$$\frac{\partial \Pi}{\partial t} = -a_n \left( \frac{\partial^2 \Pi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Pi}{\partial y^2} \right), \quad (6)$$

где  $a_n$  — коэффициент потенциалопроводности.

Для расчетной схемы, представленной на рис. 1, осушаемый слой в плоскости  $x, y$  имеет размеры  $2Lh$ . Согласно (5), начальное значение потенциала  $\Pi_0 = \Pi_1 + \Pi_r$ . При устройстве дренажных прорезей на поверхностях  $AB, A'A', B'B'$  потенциал уменьшается от  $\Pi_0$  до  $\Pi_1$ . Тогда следует искать решение уравнения (6) при следующих условиях:

$$\begin{aligned} t > 0; \quad -L < x < L; \quad y \leq h; \\ t = 0; \quad \Pi(x, y, 0) = \Pi_0; \quad \Pi(\pm L, y, t) = \Pi_1; \\ t \rightarrow \infty; \quad \Pi(x, y, t) \rightarrow \Pi_1. \end{aligned}$$

Уравнение (6) представим как произведение двух функций [6]:

$$\frac{\Pi(x, y, t) - \Pi_1}{\Pi_0 - \Pi_1} = \frac{\Pi(x, t) - \Pi_1}{\Pi_0 - \Pi_1} \frac{\Pi(y, t) - \Pi_1}{\Pi_0 - \Pi_1}. \quad (7)$$

Зависимости  $\Pi(x, t)$  и  $\Pi(y, t)$  найдем, решая дифференциальные уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Pi(x, t)}{\partial t} &= a_n \frac{\partial^2 \Pi(x, t)}{\partial x^2}; \\ \frac{\partial \Pi(y, t)}{\partial t} &= a_n \frac{\partial^2 \Pi(y, t)}{\partial y^2}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Второе уравнение системы (8) было решено ранее [5]:

$$\frac{\Pi(y, t) - \Pi_1}{\Pi_0 - \Pi_1} \approx \exp\left[-\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 a_n t\right] \cos \frac{\pi y}{h}. \quad (9)$$

Решение первого уравнения системы (8) при  $t = 0$ ,  $0 < x < L$ ,  $\Pi = \Pi_0 - \Pi_1$ ;  $t > 0$ ,  $x = 0$ ,  $\Pi = \Pi_1$  операционным методом с использованием изображения искомой функции

$$u = P \int_0^{\infty} P e^{-pt} dt,$$

имеет вид

$$\Pi(x, t) = \Pi_1 + \frac{2(\Pi_0 - \Pi_1)}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{a_n t}}} e^{-n^2} dn$$

или

$$\Pi(x, t) - \Pi_1 = \frac{2(\Pi_0 - \Pi_1)}{\sqrt{\pi}} \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a_n t}}. \quad (10)$$

С учетом (9), (10) и (7) получим

$$\frac{\Pi(x, y, t) - \Pi_1}{\Pi_0 - \Pi_1} \approx \frac{2}{\sqrt{\pi}} \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a_n t}} \exp\left[-\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 a_n t\right] \cos \frac{\pi y}{h}. \quad (11)$$

Уравнение (11) позволяет прогнозировать изменение потенциала влаги в плоскости осушаемого пласта во времени. Рассмотрим изменение потенциала влаги в плоскости осушаемого слоя торфа при  $h = 1,4$  м;  $e = 14$ ;  $S_0 = 180 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$ ;  $a_n = 0,014 \text{ м}^2/\text{сут}$ ;  $\rho_r = 1600 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $L = 24$  м:

$$\Pi_1 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1000 \cdot 1600 \cdot 180 \cdot 10^6}{1 + 14} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2;$$

$$\Pi_r = -\frac{e}{1 + e} \rho_n g y = -\frac{14}{15} \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 1,4 = -13,72 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2;$$

$$\Pi_0 = (-13,72 + 1,3) \cdot 10^3 = -12,42 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2.$$

С учетом этих данных

$$\left[ \frac{\Pi(x, y, t) - 1,3}{-13,72} \right] \cdot 10^3 = 1,13 \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{0,014t}} \exp[-0,022t] \cos 1,57 \frac{y}{h}.$$

На рис. 2 представлено распределение потенциала влаги по глубине осушаемого слоя на различных расстояниях от дренажной прорези при  $t$ , равном 1, 10 и 30 сут.

Распределение потенциалов  $\Pi(x, y, t)$  является основой прогноза изменения влажности  $W(x, y, t)$  в плоскости осушаемого слоя:

$$W_{(t+1), i, j} = c_{t+1} \Pi_{(t+1), i, j} = c_{t+1} \left[ \frac{a_n \Delta t}{\Delta h^2} (\Pi_{(t+1), j} + \Pi_{(t-1), j} + \Pi_{i, (j+1)} + \Pi_{i, (j-1)} - 4\Pi_{i, j}) \right], \quad (12)$$

где  $c(t)$  — удельная влагоемкость, представляемая функцией времени (опытная зависимость).

Уравнения (11) и (12) являются математической основой построения программы для реализации задачи прогноза влажности осушаемого слоя на ЭВМ. При решении системы уравнений (12) следует иметь в

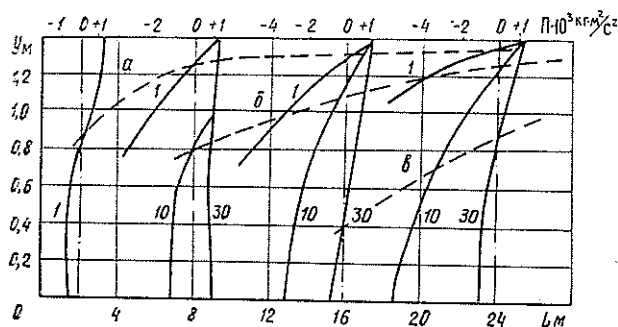


Рис. 2. Распределение потенциалов влаги в плоскости осушаемого слоя торфа ( $e=14$ ;  $S_0=180 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$ ;  $a_{\text{п}} = 0,014 \text{ м}^2/\text{сут}$ ) при  $t = 1; 10; 30$  сут (цифры у кривых).

$a, б, в$  — кривые нулевых значений потенциала при  $t = 1; 10; 30$  сут соответственно.

виду устойчивость решения, когда допущенные погрешности должны затухать или в крайнем случае оставаться малыми при увеличении расчетных промежутков времени.

Таким образом, решение  $\Pi(x, y, t)$  позволяет в последующем при прогнозе изменения влажности в плоскости осушаемого пласта учесть нелинейность  $c(x, y); c(t)$  на основе уравнения (12).

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бондаренко Н. Ф., Коваленко Н. П. Водно-физические свойства торфяников. — Л.: Гидрометеондат, 1979. [2]. Дерягин Б. В., Чураев Н. В. Новые свойства жидкостей. — М.: Наука, 1971. [3]. Дренаж сельскохозяйственных земель/ Пер. с англ. — М.: Колос, 1964. [4]. Изучение водного режима осушенных торфяных залежей/ С. С. Корчунов, И. И. Могилевский, О. Н. Абакумов, С. М. Дулькина. — Науч. тр./ ВНИИТП, 1960, вып. 17, ч. 1. [5]. Коваленко Н. П., Коптелов Е. П. Расчет влажности в ненасыщенной зоне при осушении торфяников. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3. [6]. Лыков А. В. Теория теплопроводности. — М.: Высш. школа, 1967. [7]. Мичурин Б. Н. Энергетика почвенной влаги. — Л.: Гидрометеондат, 1975. [8]. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. — М.: Наука, 1977. [9]. Развитие исследований по теории фильтрации в СССР (1917—1967). — М.: Наука, 1969. [10]. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т. 1. — М.: Наука, 1976. [11]. Физическое и математическое моделирование в мелниорации. — М.: Колос, 1973.

Поступила 19 мая 1982 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.023

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ОРИЕНТАЦИИ БРЕВЕН ПО ПОСТАВУ  
НА РАЗМЕРЫ И ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД  
ЧЕТЫРЕХКАНТНЫХ БРУСЬЕВ

А. Г. ЛАХТАНОВ

Белорусский технологический институт

В процессе распиловки бревен может иметь место неточная их ориентация по поставу, т. е. несовпадение оси бревна с осью постава. В ряде работ [1—6] отмечено, что отклонение оси бревна относительно оси постава оказывает влияние на размеры и объемный выход вырабатываемых пиломатериалов.

Исследования [1—6] по выявлению влияния ориентации бревен по поставу на размеры и объемный выход пиломатериалов выполнены применительно к раскрою бревен средних и крупных диаметров (от 14 см и выше) на обрезные пиломатериалы с использованием многопильных станков (лесопильных рам, круглопильных станков).

В практику лесопильного производства широко внедряются фрезерно-брусующие (ФБС) и другие агрегатные станки, предназначенные для комплексной переработки тонкомерных бревен. В этом случае из тонкомерных бревен вырабатываются бруски и брусья (в дальнейшем те и другие условимся называть брусьями), а также технологическая щепка без выработки боковых досок, лежащих за зоной бруса. Представляет интерес изучить влияние точности ориентации тонкомерных бревен по поставу на размеры и объемный выход четырехкантных брусьев, а следовательно, и обрезной пилопродукции из них.

Рассмотрим схему на рис. 1. При принятых на рис. 1 обозначениях ширину пласти бруса  $b$ , при совмещении оси бревна с осью постава, определим по формуле:

$$b = \sqrt{d^2 - h^2}, \tag{1}$$

где  $d$  — диаметр бревна в вершинном торце;  
 $h$  — толщина бруса.

Смещение оси бревна относительно оси постава  $\varepsilon_1$  приведет к изменению ширины пласти бруса  $b_p$

$$b_p = \sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}. \tag{2}$$

Площадь поперечного сечения бруса  $F$ , вписанного в торцовое сечение бревна, определим из выражения:

$$F = hb_p = h\sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}. \tag{3}$$

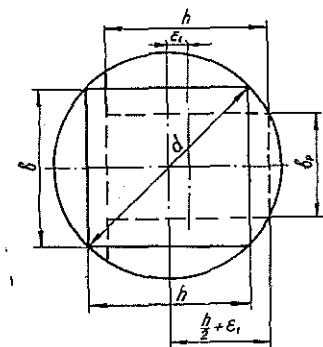


Рис. 1.

Исследуя данную функцию на максимум, имеем:

$$2h^2 + 6\varepsilon_1 h - (d^2 - 4\varepsilon_1^2) = 0. \quad (4)$$

Решая уравнение (4) и учитывая, что нас интересуют только положительные значения  $h$ , получим:

$$h_{\text{опт}} = \frac{\sqrt{2d^2 + \varepsilon_1^2} - 3\varepsilon_1}{2}. \quad (5)$$

По формуле (5) можно определить оптимальную толщину бруса  $h_{\text{опт}}$  в зависимости от  $\varepsilon_1$ .

Пренебрегая в формуле (5) значением  $\varepsilon_1^2$  как относительно малой величиной, оптимальную толщину бруса с достаточной точностью выразим в следующем виде:

$$h_{\text{опт}} \approx 0,707d - 1,5\varepsilon_1. \quad (6)$$

Формула (6) показывает влияние смещения оси бревна относительно оси постава  $\varepsilon_1$  на оптимальную толщину бруса  $h_{\text{опт}}$ . При совмещении оси бревна с осью постава, т. е. при  $\varepsilon_1 = 0$   $h_{\text{опт}} = 0,707d$ . При  $\varepsilon_1 > 0$  оптимальную толщину бруса подсчитывают по формуле (6).

Изменение оптимальной толщины бруса в долях диаметра бревна в верхнем торце  $\frac{h_{\text{опт}}}{d}$  в зависимости от  $\varepsilon_1$  показано на графике (рис. 2), построенном по формуле (6). Из графика видно, что с увеличением  $\varepsilon_1$  значение  $\frac{h_{\text{опт}}}{d}$  уменьшается и это снижение резко возрастает с уменьшением диаметра перерабатываемых бревен. Кривые, соответствующие диаметрам 24 и 40 см, показаны на рис. 2 для сравнительной оценки с тонкомерными бревнами. (В дальнейшем все, что касается бревен диаметром 24 и 40 см, приводим для сравнения с тонкомерными бревнами).

Изменение толщины бруса в сравнении с его оптимальным значением оказывает влияние на объемный выход  $\eta$  вырабатываемой пилопродукции

$$\eta = \frac{V_{(\varepsilon_1)}}{V} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $V_{(\varepsilon_1)}$  — объем бруса, вырабатываемого из бревна, ось которого смещена относительно оси постава на величину  $\varepsilon_1$ ;

$V$  — объем бревна, из которого вырабатывается брус.

Объем бруса оптимальной толщины  $V_{(\varepsilon_1)}$  определим по формуле

$$V_{(\varepsilon_1)} = [(0,707d - 1,5\varepsilon_1)\sqrt{d^2 - (0,707d + 0,5\varepsilon_1)^2}] L. \quad (8)$$

Здесь  $L$  — длина бревна, из которого вырабатывается брус.

Объем бревна  $V$ , принятого за усеченный параболоид вращения, найдем из выражения:

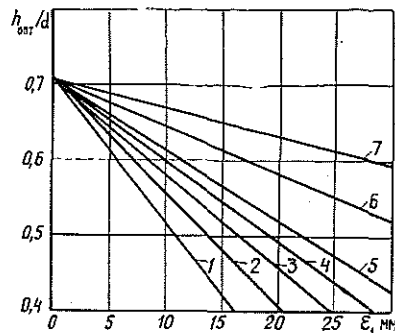


Рис. 2. Изменение оптимальной толщины четырехкантного бруса  $h_{\text{опт}}$  в зависимости от  $\varepsilon_1$  и  $d$ .

1 —  $d = 8$  см; 2 — 10; 3 — 12; 4 — 14;  
5 — 16; 6 — 24; 7 — 40 см.

$$V = \frac{\pi}{4} \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) L, \quad (9)$$

где  $D$  — диаметр бревна в комлевом торце.

Используя выражения (8) и (9), найдем:

$$\eta = \frac{8(0,707d - 1,5\varepsilon_1) \sqrt{d^2 - (0,707d + 0,5\varepsilon_1)^2}}{\pi(k^2 + 1)d^2} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $k$  — коэффициент сбега бревна.

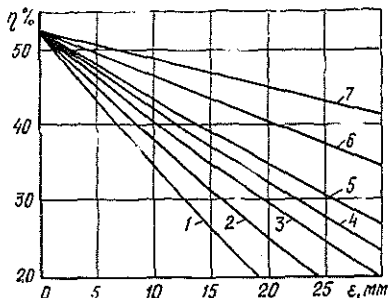


Рис. 3. Изменение объемного выхода четырехкантных брусьев  $\eta$  в зависимости от  $\varepsilon_1$  и  $d$ ;  $k = 1,2$ .

Обозначения кривых те же, что на рис. 2.

На рис. 3 представлены зависимости  $\eta$  от  $\varepsilon_1$  для бревен диаметром 8; 10; 12; 14; 16; 24 и 40 см при  $k = 1,2$ . Графики показывают, что с увеличением  $\varepsilon_1$  объемный выход брусьев снижается, причем чем меньше диаметр перерабатываемых бревен, тем большее влияние оказывает  $\varepsilon_1$  на  $\eta$ . Влияние  $\varepsilon_1$  на уменьшение объемного выхода брусьев определяем по формуле

$$\beta = \frac{F - F_{(\varepsilon_1)}}{F} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $\beta$  — уменьшение объемного выхода брусьев из-за смещения оси бревна относительно оси постова на величину  $\varepsilon_1$ ;

$F$  — площадь поперечного сечения бруса, получаемого при переработке бревна, ось которого совмещена с осью постова, т. е.  $\varepsilon_1 = 0$ ;

$F_{(\varepsilon_1)}$  — площадь поперечного сечения бруса, получаемого при переработке бревна, ось которого смещена относительно оси постова на величину  $\varepsilon_1$ .

Величину  $\beta$  при  $h_{\text{опт}} \approx 0,707d - 1,5\varepsilon_1$  определим, если в формулу (11) подставим  $F = 0,5d^2$  и  $F_{(\varepsilon_1)} = (0,707d - 1,5\varepsilon_1) \sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}$ :

$$\beta = \left[ 1 - \left( 1,414 - 3 \frac{\varepsilon_1}{d} \right) \sqrt{1 - \left( 0,707 + 0,5 \frac{\varepsilon_1}{d} \right)^2} \right] \cdot 100\%. \quad (12)$$

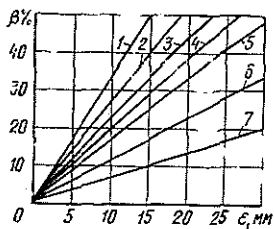


Рис. 4. Уменьшение объемного выхода четырехкантного бруса  $\beta$  в зависимости от  $\varepsilon_1$  и  $d$ .

Обозначения кривых те же, что на рис. 2.

На рис. 4 показана зависимость  $\beta$  от  $\varepsilon_1$  для бревен диаметром 8; 10; 12; 14; 16; 24 и 40 см при  $h_{\text{опт}} \approx 0,707d - 1,5\varepsilon_1$ . Из этого рисунка видно, что с увеличением  $\varepsilon_1$  резко возрастает значение  $\beta$ . При одинаковом значении  $\varepsilon_1$  уменьшение объемного выхода  $\beta$  выше для бревен меньшего диаметра. Например, при  $\varepsilon_1 = 5$  мм уменьшение объемного выхода брусьев, вырабатываемых из бревен диаметром 8, 16, 24 и 40 см, соответственно составит 17,3; 8,7; 9 и 3,5 %.

Однако, в практике работы, при учете спецификационных требований, толщина четырехкантных брусьев не всегда совпадает с ее оптимальным значением (т. е. с  $h_{\text{опт}} \approx 0,707d - 1,5\varepsilon_1$ ). Поэтому для полноты реше-



ния исследуемого вопроса рассмотрим влияние  $\varepsilon_1$  на  $\eta$  в зависимости от  $h$  в пределах 0,5—0,8  $d$ .

Если в формулу (7) подставим  $V_{(\varepsilon_1)} = hL\sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}$  и  $V$  из формулы (9), то получим:

$$\eta = \frac{8h\sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}}{\pi(h^2 + 1)d^2} \cdot 100\% \quad (13)$$

Если в формулу (11) подставим  $F = h\sqrt{d^2 - h^2}$  и  $F_{(\varepsilon_1)} = h\sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}$ , то формула (11) принимает вид:

$$\beta = \left(1 - \frac{\sqrt{d^2 - (h + 2\varepsilon_1)^2}}{\sqrt{d^2 - h^2}}\right) \cdot 100\% \quad (14)$$

Преобразуя формулу (14), имеем:

$$\beta = (1 - \sqrt{1 - x}) \cdot 100\% \quad (15)$$

где 
$$x = \frac{4\frac{\varepsilon_1}{d}\left(\frac{h}{d} + \frac{\varepsilon_1}{d}\right)}{1 - \left(\frac{h}{d}\right)^2} \quad (16)$$

Для анализа влияния величины смещения оси бревна относительно оси постава  $\varepsilon_1$  на объемный выход четырехкантных брусьев  $\eta$  в зависимости от диаметра перерабатываемых бревен  $d$  и толщины брусьев  $\frac{h}{d}$  построена номограмма (рис. 5) по формуле (13).

Пунктирная линия на номограмме проведена согласно формуле (10) и отражает условия получения оптимальной толщины бруса  $h_{\text{опт}}$ .

По номограмме можно определить наиболее выгодную толщину бруса с учетом спецификационных требований и требований рационального раскроя, объемный выход, а также возможные потери в выходе из-за отклонения принятой толщины бруса из условия спецификационных требований от оптимального его значения.

Таким образом, увеличение значения  $\varepsilon_1$  ведет к резкому снижению объемного выхода  $\eta$  четырехкантных брусьев, вырабатываемых из тонкомерных бревен. При одинаковом значении  $\varepsilon_1$  с уменьшением диаметра перерабатываемых бревен снижение объемного выхода брусьев возрастает. Оптимальная толщина бруса  $h_{\text{опт}}$  зависит от отклонения оси бревна относительно оси постава  $\varepsilon_1$ . Выработка брусьев оптимальной толщины приведет к наименьшим потерям объемного выхода получаемой пилопродукции.

При несовпадении требований спецификации с оптимальным значением толщины четырехкантных брусьев толщину их следует принимать равной или меньшей 0,707  $d$ , учитывая значение  $\varepsilon_1$ .

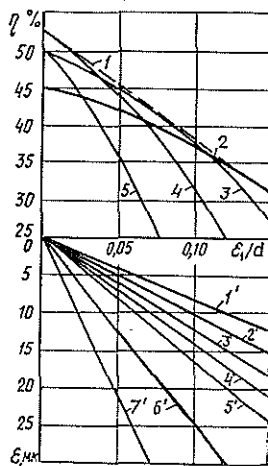


Рис. 5.

$$h = 1,2; \text{ кривая } 1 - \frac{h}{d} \approx 0,707 - 1,5 \frac{\varepsilon_1}{d};$$

$$2 - \frac{h}{d} = 0,5; \quad 3 - 0,6;$$

$$4 - 0,7; \quad 5 - 0,8.$$

Технологическое оборудование для комплексной переработки тонкомерных бревен необходимо оснащать надежными ориентирующими по поставу механизмами. Это способствует наиболее рациональному использованию древесного сырья и эффективности его переработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Батин Н. А. Теоретические и экспериментальные исследования раскрытия пиловочного сырья: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — Л.: ЛТА, 1965. [2]. Кулиш В. Г. Определение погрешностей базирования бревен и брусьев перед лесопильными рамами. — Науч. тр. ЦНИИМОДа, 1973, вып. 28, с. 103—107. [3]. Песоцкий А. Н. Лесопильное производство. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 432 с. [4]. Турушев В. Г. Исследование базирования бревен при конвейерной подаче. — Науч. тр. ЦНИИМОДа, 1969, вып. 23, с. 14—23. [5]. Турушев В. Г. Рациональное использование древесного сырья при обработке на фрезернопильном оборудовании (обзор). — М.: ВНИПИЭИ-леспром, 1977. — 25 с. [6]. Фонкин В. Ф. Лесопильные станки и линии. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 320 с.

Поступила 19 июля 1982 г.

УДК 674.053 : 621.935

### ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

М. Ю. ВАРАКИН, В. И. САНЕВ, В. В. СОЛОВЬЕВ

Архангельский лесотехнический институт  
Ленинградская лесотехническая академия

Производительность ленточнопильных станков и точность распиловки древесины в значительной степени зависят от устойчивой работы ленточных пил. Под устойчивостью пил понимают их способность сохранять плоскую форму равновесия под действием приложенной нагрузки. Потеря полотном пилы состояния устойчивого равновесия влечет за собой возникновение волнистого пропила, увеличение аварийного расхода инструмента и ряд других нежелательных явлений.

На устойчивость пил оказывают влияние различные факторы как технологического, так и инструментального характера: усилия, действующие в зоне резания древесины; геометрические параметры ленты и свободная длина ее рабочего участка; усилие натяжения; неравномерный нагрев по ширине и длине пильных полотен. Поэтому задача проводимых теоретических исследований — найти критическую комбинацию указанных факторов, которая соответствует отклонениям ленточной пилы от положения равновесия. Задачу термостойчивости ленточных пил решали на основании теории устойчивости тонких пластин.

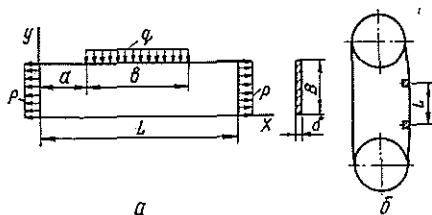


Рис. 1. Расчетная схема для анализа термостойчивости ленточной пилы.

$a$  — нагрузки на рабочем участке пилы;  $b$  — положение рабочего участка пилы в станке.

Рассмотрим рабочий участок ленточной пилы, расположенный между односторонними выдвинутыми направляющими (рис. 1). Закрепление конечных сечений этого участка предполагаем шарнирным. В каче-

стве внешних нагрузок, действующих на пилу, примем напряжения от предварительного натяжения полотна  $p$  (определяемые с точностью до напряжений, возникающих от неравномерного нагрева пилы и не компенсированных механизмом натяжения станка), а также нормальные давления на зубчатую кромку, представленные рядом:

$$q = \sum_{n=1}^{\infty} q_n \sin \frac{n\pi x}{L}, \quad (1)$$

где  $q_n$  — коэффициенты ряда Фурье;  
 $L$  — длина участка ленточной пилы, м.

Граничные условия для рассматриваемого участка пилы имеют вид

$$\left\{ \begin{array}{ll} \sigma_x = p & \text{при } x = 0; \quad x = L; \\ \sigma_y = 0; \quad \tau_{xy} = 0 & \text{при } y = 0; \\ \sigma_y = -q; \quad \tau_{xy} = 0 & \text{при } y = B \quad (b \leq x \leq a); \\ \tau_{xy} = 0; \quad M_x = 0 & \text{при } x = 0; \quad x = L. \end{array} \right. \quad (2)$$

Здесь  $\sigma_x, \sigma_y$  — нормальные напряжения, Па;  
 $\tau_{xy}$  — касательные напряжения, Па;  
 $w$  — прогибы пластины, м;  
 $M_x$  — изгибающие моменты, Н·м.

Общее решение уравнений равновесия тонкой пластины (ленточной пилы) можно представить следующей системой [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla^4 \Phi = -E\alpha \nabla^2 T; \\ D \nabla^4 w - N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - 2N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = 0, \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$  — оператор Лапласа;

$\Phi$  — функция напряжений;

$E$  — модуль упругости материала пилы, Па;

$\alpha$  — коэффициент линейного расширения материала пилы,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$N_x, N_y, N_{xy}$  — погонные усилия, действующие в срединной плоскости рассматриваемого участка пилы, Н/м;

$D$  — цилиндрическая жесткость рассматриваемого участка пилы, Н·м

$$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}; \quad (5)$$

(где  $\delta$  — толщина пилы, м;

$\mu$  — коэффициент Пуассона);

$T = \Theta(y)$  — закон распределения температуры по ширине пилы, который может быть принят в виде [3]:

$$\Theta(y) = \Theta_0 \text{ch}(my). \quad (6)$$

Здесь  $\Theta_0$  — разность температур задней кромки пилы и окружающей среды,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Theta(y)$  — разность температур данной точки по ширине пилы и окружающей среды,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$m$  — размерный параметр,  $\text{м}^{-1}$

$$m = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{\lambda\delta}}, \quad (7)$$

где  $\varepsilon$  — коэффициент теплоотдачи с поверхности пилы,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ , определенный расчетным путем с использованием экспериментальных кривых распределения температуры по ширине пильной ленты при распиловке древесины [2, 4];

$\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала пилы,  $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-1} \times ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Погонные усилия  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_{xy}$  определяют из равенств

$$\begin{cases} N_x = \sigma_x \delta; \\ N_y = \sigma_y \delta; \\ N_{xy} = \tau_{xy} \delta. \end{cases} \quad (8)$$

Входящие в выражение (8) напряжения связаны с функцией напряжений  $\Phi$  следующими зависимостями:

$$\begin{cases} \sigma_x = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}; \\ \sigma_y = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}; \\ \tau_{xy} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}. \end{cases} \quad (9)$$

При этом решение уравнения (3) позволяет определить функцию напряжений  $\Phi$  в виде

$$\begin{aligned} \Phi = \sum_{n=1}^{\infty} & \left( C_{1n} \text{ch} \frac{n\pi y}{L} + C_{2n} \text{sh} \frac{n\pi y}{L} + C_{3n} y \text{ch} \frac{n\pi y}{L} + \right. \\ & \left. + C_{4n} y \text{sh} \frac{n\pi y}{L} \right) \sin \frac{n\pi x}{L} + p \frac{y^2}{2} - \iint E \alpha T dy dx. \end{aligned} \quad (10)$$

Произвольные постоянные  $C_{1n}$  и  $C_{4n}$  при принятых граничных условиях определяются зависимостями

$$\begin{cases} C_{1n} = 0; \\ C_{2n} = \frac{q_n L^2 \left( \text{sh} \frac{n\pi B}{L} + \frac{n\pi B}{L} \text{ch} \frac{n\pi B}{L} \right)}{n^2 \pi^2 \left[ \text{sh}^2 \frac{n\pi B}{L} - \left( \frac{n\pi B}{L} \right)^2 \right]}; \\ C_{3n} = - \frac{q_n L \left( \text{sh} \frac{n\pi B}{L} + \frac{n\pi B}{L} \text{ch} \frac{n\pi B}{L} \right)}{n\pi \left[ \text{sh}^2 \frac{n\pi B}{L} - \left( \frac{n\pi B}{L} \right)^2 \right]}; \\ C_{4n} = \frac{q_n B \text{sh} \frac{n\pi B}{L}}{\text{sh}^2 \frac{n\pi B}{L} - \left( \frac{n\pi B}{L} \right)^2}. \end{cases} \quad (11)$$

Изогнутую поверхность пластины примем в виде

$$w = w_0 \sin \frac{\pi x}{L} \sin \frac{\pi y}{2B}. \quad (12)$$

При таком выборе выражения для прогиба  $w$  все граничные условия удовлетворяются. Критическую комбинацию внешних сил и температуры для рабочего участка ленточной пилы находим путем решения уравнения (4) методом Бубнова — Галеркина

$$\int_0^L \int_0^B \left( D \nabla^4 w - N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - 2 N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \sin \frac{\pi x}{L} \sin \frac{\pi y}{2B} dx dy = 0. \quad (13)$$

В уравнение (13) подставляем выражения для  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_{xy}$  (определяемые первыми членами соответствующих рядов) и  $w$ . После интегрирования получаем следующее уравнение:

$$\begin{aligned} & \frac{D \pi^4 (4B^2 + L^2)^2}{64 L^3 B^3} - \left[ \left( \operatorname{ch} \frac{\pi B}{L} - 1 \right) + \frac{B^2}{B^2 + L^2} \left( \operatorname{ch} \frac{\pi B}{L} + 1 \right) \right] \frac{(4B^2 + L^2) \pi^2 \delta C_2}{6L^2 B^2} + \frac{4\pi \delta C_1}{3L} \operatorname{sh} \frac{\pi B}{L} \left( 1 + \right. \\ & \left. + \frac{B^2}{B^2 + L^2} \right) + \frac{\pi^3 \delta}{3L} \left( \frac{4B^2}{L^2} - 1 \right) \left[ C_3 \left( 1,07 \frac{B^2}{L^2} + 0,35 \right) + \right. \\ & \left. + C_4 \frac{B}{L} \left( 0,93 \frac{B^2}{L^2} + 0,84 \right) \right] + \frac{\delta \pi}{3} \left[ C_4 \operatorname{sh} \frac{\pi B}{L} \cdot \frac{L}{L^2 + B^2} + \right. \\ & \left. + C_3 \frac{B^2}{L^3} \left( 4,54 \frac{B^2}{L^2} + 5,87 \right) + C_4 \frac{B}{L^2} \left( 6,12 \frac{B^2}{L^2} + 3,16 \right) \right] + \\ & \left. + \frac{\delta B \pi^2}{4L} p - \frac{\pi^2 \delta E \alpha \bar{\Theta}_0 (\pi^2 + 2m^2 B^2) \operatorname{sh}(mB)}{4Lm (\pi^2 + m^2 B^2)} = 0. \quad (14) \end{aligned}$$

Уравнение (14) позволяет определить критическое нормальное давление на зубчатую кромку пилы при заданном распределении температуры по ширине полотна или критический температурный перепад при заданном нормальном давлении. В нашем случае определена критическая температура задней кромки пилы  $\bar{\Theta}_0$ , после чего, в соответствии с законом распределения температуры по ширине ленты, рассчитана критическая температура зубчатой кромки полотна  $\bar{\Theta}_B$ . Соответствующий принятой комбинации внешних нагрузок критический температурный перепад между зубчатой и задней кромками, при котором пила теряет состояние устойчивого равновесия, определяли по формуле, °С:

$$\Delta T_{кр} = \bar{\Theta}_B - \bar{\Theta}_0. \quad (15)$$

На рис. 2 приведены результаты теоретических исследований по определению критического температурного перепада по ширине пил в зависимости от различных факторов. Графики показывают, что наибольшее влияние на термоустойчивость пил оказывают ширина полотна и напряжение от силы натяжения. Варьирование данных показателей в исследуемых пределах влечет за собой изменение критического температурного перепада по ширине ленты от 6,96 до 36,54 °С. Увеличение нормального давления на зубчатую кромку пилы приводит к незначительному уменьшению критического температурного перепада. Это указывает на то, что принятые в расчетах (в соответствии с реальными условиями распиловки) нормальные давления на пилу, при отсутствии неравномерного нагрева по ширине полотна, критических значений не достигают.



Рис. 2. Зависимость критического температурного перепада по ширине ленточной пилы от различных факторов (свободная длина рабочего участка 0,450 м).

- 1 —  $\Delta T_{кр} = f(B)$ ;  $\delta = 0,001$  м;  
 $p = 100$  МПа;  $q = 2,0$  МПа;  
 2 —  $\Delta T_{кр} = f(p)$ ;  $B = 0,100$  м;  
 $\delta = 0,001$  м;  $q = 2,0$  МПа;  
 3 —  $\Delta T_{кр} = f(\delta)$ ;  $B = 0,100$  м;  
 $p = 100$  МПа;  $q = 2,0$  МПа;  
 4 —  $\Delta T_{кр} = f(q)$ ;  $B = 0,100$  м;  
 $\delta = 0,001$  м;  $p = 100$  МПа.

Поскольку изменение параметров ленточных пил и степени их натяжения в конкретных условиях распиловки не всегда осуществимо, одним из реальных путей повышения устойчивости пильных полотен является ликвидация возникающих в них температурных напряжений за счет искусственного выравнивания температуры по ширине полотна. Этого можно достичь охлаждением более нагретых зон пилы или подогревом менее нагретых ее участков. Выбор того или иного способа зависит от условий работы ленточнопильных станков, параметров применяемых пил, режимов распиловки и экономических факторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Огибалов П. М., Грибанов В. Ф. Термоустойчивость пластин и оболочек. — М.: МГУ, 1968. — 520 с. [2]. Санев В. И. О нагреве ленточных пил при распиловке древесины на ленточнопильных станках. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1969, № 3, с. 64—67. [3]. Санев В. И., Плюссин В. Н. Теоретическое исследование распределения температуры по ширине ленточной пилы для ребровой распиловки древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1969, № 5, с. 61—67. [4]. Санев В. И., Плюссин В. Н. О температурном перепаде по длине ленточных пил при распиловке древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1970, № 2, с. 59—64.

Поступила 20 октября 1982 г.

УДК 674.093.003.13

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПИЛОВКИ ЕЛОВЫХ ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН, ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПО СУЧКАМ

В. С. ШАЛАЕВ

Московский лесотехнический институт

Известно, что сучки (основной сортообразующий порок как пиловочного сырья, так и пиломатериалов) на поверхности пиловочных бревен распределяются неравномерно. Если бревно разделить вдоль его продольной оси на сектора, то количество сучков на поверхности сектора, отнесенное к их общему количеству на поверхности бревна, характеризует концентрацию сучков в рассматриваемой части. Выразив значения концентрации  $K$  сучков в каждом секторе в процентах к их общему количеству и отложив эти значения в виде развертки, получим

графическое изображение зависимости  $K = f(x)$ , где аргументом является порядковый номер сектора.

Математическое описание неравномерности распределения сучков на поверхности пиловочных бревен можно представить в виде семейства кривых нормального распределения:

$$K = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Постоянное для каждой кривой значение  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение — изменяется в зависимости от качества бревна (его можно характеризовать размером максимального сучка  $d_{max}$ ) и минимально учитываемого размера сучка  $d_{min}$ . Следовательно,

$$K = A(d_{max}, d_{min}) e^{-\pi A^2 (d_{max}, d_{min}) (x - \bar{x})^2} \quad (2)$$

При определении характера неравномерности распределения сучков на поверхности елового пиловочного сырья экспериментально исследовали 300 бревен различных размерно-качественных характеристик.

Поверхность каждого бревна разбивали на 12 секторов, концентрацию  $K$  определяли для сучков  $d_{min} = 10$  мм и более с градацией 5 мм. Получены экспериментальные развертки  $K = f(d_{max}, d_{min}, x)$  для групп бревен размером  $d_{max} = 15$  мм и более с градацией 5 мм.

Обработка полученных результатов позволила с достаточно высокой степенью точности подтвердить правильность выбранной формы математического описания исследуемой закономерности.

Получены также значения  $A$  и  $\bar{x}$  для еловых пиловочных бревен различных качественных характеристик. Определен характер зависимости  $A(d_{max}, d_{min})$ .

По ТУ 13—316—76 (как и по ГОСТу 8486—66) размеры и количество сучков, допускаемых на пластьх и кромках досок, различны. Меньшее количество и меньшие размеры сучков допускаются на кромках досок, а большее количество и большие размеры — на пластьх. Эта особенность технических требований к пиломатериалам приводит к тому, что расположение сучков на кромках досок в большей степени влияет на их сортообразование. Предшествующие исследования [1—3] подтверждают это. Например, качество 80—90 % еловых пиломатериалов 4-го сорта, вырабатываемых по ТУ 13—316—76, определяется по кромочным сучкам, 10—20 % — по пластовым сучкам.

Указанная особенность технических требований к пиломатериалам и существующая неравномерность распределения сучков в бревнах дают возможность улучшить сортовой состав и увеличить ценностный выход пиломатериалов за счет такого ориентирования бревен, при котором сучки крупных размеров и в наибольшем количестве попадали бы не на кромку, а на пласть выпиливаемых досок.

Предположим, что для существующих условий, когда бревна при распиловке не ориентируются по сучкам, попало в 4-й сорт из-за кромочных сучков  $P_1$  экспортных досок, %, а из-за пластовых сучков —  $P_2$  экспортных досок, %. Тогда можно считать, что соотношение  $P_1$  и  $P_2$  достигнуто как бы при равномерном распределении сучков в еловых бревнах, т. е. 50 % сучков попало на пласть досок, 50 % — на их кромки. При этом для сопоставимости условий считаем, что при брусом способе толщина бруса примерно равна его ширине.

Если имеющуюся неравномерность распределения сучков в еловых бревнах характеризовать их количеством на поверхности четвертины в процентах к их общему числу  $K$ , то

$$K_1 + K_2 + K_3 + K_4 = 100 \%, \quad (3)$$

причем  $K_1$  и  $K_3$ ,  $K_2$  и  $K_4$  — показатели, характеризующие взаимно противоположные четвертины, а

$$K_1 = K_{max}. \quad (4)$$

Если осуществлять распиловку, ориентированную по сучкам, т. е. сучки первой и третьей четвертин ориентировать в пласти досок, а сучки второй и четвертой четвертин — в кромки досок, то по сравнению с распиловкой бревен с равномерным распределением сучков количество досок, попавших в 4-й сорт по кромочным сучкам, уменьшается на величину  $P_1 - P_1 \frac{K_2 + K_4}{50}$ ; количество досок, попавших в 4-й сорт по пластевым сучкам, увеличивается на величину  $P_2 \frac{K_1 + K_3}{50} - P_2$ . Общее увеличение количества высокосортных досок, за счет соответствующего уменьшения количества досок 4-го сорта при ориентированной по сучкам распиловке, составляет

$$\Delta P = (P_1 - P_2) \left( \frac{K_1 + K_3}{50} - 1 \right). \quad (5)$$

Из сопоставления формул (1) и (2) получаем

$$\sigma = \frac{1}{A \sqrt{2\pi}}. \quad (6)$$

Если  $\bar{x} = 6,5$ , то весь интервал, в котором укладывается развертка-диаграмма распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен  $K = f(x)$ , равен 13. Сопоставление этого интервала и величин  $A$  и  $\sigma$ , а также особенности нормального распределения позволяют определить  $K_1$  и  $K_3$  — количество сучков в наиболее насыщенной и противоположной ей четвертинах — в процентах к общему числу. Тогда для досок определенной толщины в поставе, а следовательно, и значе-

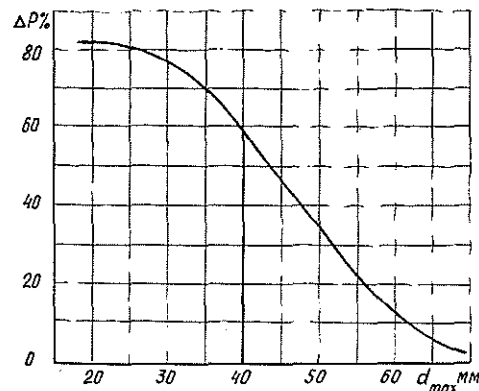


График изменения  $\Delta P = f(d_{max})$  при распиловке еловых бревен, ориентированных по сучкам.



ний  $P_1$  и  $P_2$  с помощью формулы (6) можно оценить значения  $\Delta P$  в зависимости от параметра  $A$  и в конечном итоге от  $d_{max}$  и  $d_{min}$  при ориентированной по сучкам распиловке еловых бревен.

Например, для досок толщиной 38 мм, вырабатываемых по ТУ 13—316—76,  $P_1 = 91,24\%$ ,  $P_2 = 8,76\%$  [3]. Согласно нормам допускаемых пороков (с поправкой на местоположение кромки доски в бревне, равной примерно 0,6—0,8), размер минимально учитываемого сучка на поверхности бревен  $d_{min} \approx 40$  мм.

Используя формулы (2), (3), (6) и задаваясь различными значениями  $d_{max}$ , можно построить график изменения  $\Delta P$  от  $d_{max}$  при ориентированной по сучкам распиловке еловых бревен.

В этом случае в зависимости от качества распиливаемых бревен ( $d_{max}$ ) величина  $\Delta P$  изменяется для досок толщиной 38 мм ( $d_{min} = 40$  мм, а соответственно  $d_{max} > 40$  мм) в границах до 58% (см. рис.).

Аналогично вышеизложенному можно произвести расчеты и построить графики зависимости  $\Delta P = f(d_{max})$  для досок различных толщин.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Куроптев П. Ф. Управление качеством пиломатериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 152 с. [2]. Пути повышения качества продукции в лесопилении: Науч. тр./ЦНИИМОД. — Архангельск, 1978. — 114 с. [3]. Шалаев В. С. Результаты исследования причин снижения сортности экспортных еловых пиломатериалов. — В кн.: Пути повышения качества продукции в лесопилении: Науч. тр. ЦНИИМОДа. Архангельск, 1978, с. 69—73.

Поступила 28 февраля 1983 г.

УДК 674.093.001.572

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ НА ЗАГОТОВКИ

С. Н. РЫКУНИН

Московский лесотехнический институт

Оптимизация процесса раскроя пиловочного сырья на заготовки требует выбора критерия оптимальности поставка. При выработке обрезных пиломатериалов за критерий оптимальности поставка принимают выход пиломатериалов номинальных размеров; при получении необрезных пиломатериалов за критерий также можно принять полезный выход, но при этом в объем необрезной доски целесообразно не включать объем обзолных реек, которые используют как вторичное сырье.

Проф. П. П. Аксенов [3] в качестве критериев оптимальности поставка принимает теоретический и ценностный выход.

Теоретический выход  $P_{теор}$ , %, включает в себя не только выход пилопродукции, но и потери в усушку и отходы в опилки, не зависящие от поставок:

$$P_{теор} = P_{ф} + P_{еу}, \quad (1)$$

где  $P_{ф}$  — фактический выход пилопродукции, %;

$P_{еу}$  — потери в усушку и отходы в опилки, не зависящие от поставок, %.

Однако перечисленные критерии оптимальности поставка не могут служить критерием выбора того или иного поставка и, следовательно, соответствующего ему технологического процесса.

Используя ценностный выход как критерий, можно судить о количестве получаемой товарной продукции из перерабатываемого сырья.

Однако этот критерий также не может в полной мере окончательно решить выбор поставки.

В работе проф. А. Н. Песоцкого и проф. В. С. Ясинского [1] проведены технико-экономические исследования баланса древесины при выработке заготовок с учетом различных схем технологического процесса. Приведенные затраты  $\Pi$  на годовой выпуск продукции, р., определяли по формуле

$$\Pi = C_i + E_n K_i. \quad (2)$$

Здесь  $C_i$  — себестоимость годового выпуска продукции  $i$ -того варианта, р.;

$E_n$  — отраслевой нормативный коэффициент эффективности, год<sup>-1</sup>;

$K_i$  — капиталовложения по  $i$ -тому варианту, р.

При расчете приведенных затрат необходимо сопоставлять технико-экономические показатели исследуемых вариантов по составу продукции, ее объему и качеству, что не всегда удобно.

В работе проф. А. А. Пинжурин [2] при оптимизации технологических процессов деревообработки в качестве обобщенного показателя экономической эффективности производства используется приведенный доход.

Приведенный доход как критерий удовлетворяет требованиям, вытекающим из математической постановки задач оптимизации, и хорошо согласуется с основными положениями оценки экономической эффективности.

Приведенный доход  $D$ , р., получаемый от переработки 1 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов, определяется по формуле

$$D = C_1 - C - E_n K, \quad (3)$$

где  $C_1$  — ценностный выход продукции, получаемой из 1 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов, р.;

$C$  — себестоимость продукции, получаемой из 1 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов, р.;

$K$  — капиталовложения, необходимые для переработки 1 м<sup>3</sup> круглых лесоматериалов на продукцию, р.

Задачу оптимизации в общем виде можно представить следующим образом. Найти максимум целевой функции

$$D = \sum_{j=1}^n A_j x_j \quad (4)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i; \quad (5)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, l$$

$$\sum_{j=j_{ku}}^{j_{kv}} x_j \leq m_k; \quad (6)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, L$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (7)$$

где  $n$  — количество поставов, по которым распиливается сырье;  
 $x_j$  — объем сырья, распиливаемого по  $j$ -тому поставу;  
 $a_{ij}$  — выход заготовок  $i$ -той группы при раскрое по  $j$ -тому поставу;  
 $b_i$  — объем  $i$ -той группы заготовок;  
 $m_k$  — объем  $k$ -той группы сырья;  
 $j_{kn}$  — индекс первого постава при раскрое  $k$ -той группы сырья;  
 $j_{kb}$  — индекс последнего постава при раскрое  $k$ -той группы сырья.

Можно ввести ограничения также по дробности сортировки пиловочного сырья.

Если сортировка пиловочного сырья на размерные группы требует  $f'$  мест для сортируемых бревен, а сортировочное устройство обеспечивает дробность, равную  $f$ , то свободные места  $f - f'$  можно использовать для сортировки сырья по качеству.

Это ограничение можно представить в следующем виде:

$$Q + 2Q_2 + 3Q_3 \leq \frac{f}{f'} \sum_{j=1}^n x_j. \quad (8)$$

Здесь  $Q$  — объем сырья, распиливаемого без сортировки на качественные группы, м<sup>3</sup>;  
 $Q_2$  — объем сырья, распиливаемого с сортировкой на две качественные группы, м<sup>3</sup>;  
 $Q_3$  — объем сырья, распиливаемого с сортировкой на три качественные группы, м<sup>3</sup>.

Если для сортировки пиломатериалов на одну поточную линию по распиловке сырья имеется  $z$  подступных мест, то пиломатериалы, получаемые при раскрое по одному поставу, должны сортироваться не более чем на  $z$  групп, т. е.

$$z_j \leq z, \quad (9)$$

где  $z_j$  — дробность сортировки пиломатериалов, получаемых по  $j$ -тому поставу.

В процессе производства часть заготовок может быть выработана клееными. Ограничение по объему производства клееных заготовок имеет вид:

$$\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n \leq V_{\text{кл.}} \quad (10)$$

Здесь  $\alpha_j$  — выход заготовок при раскрое по  $j$ -тому поставу;  
 $V_{\text{кл.}}$  — объем заготовок, который может быть выработан на имеющемся оборудовании, м<sup>3</sup>.

Ограничения по затратам труда на переработку сырья можно записать следующим образом:

$$t_1 x_1 + t_2 x_2 + \dots + t_n x_n \leq t \sum_{j=1}^n x_j, \quad (11)$$

где  $t$  — имеющийся фонд рабочего времени, чел.-ч, на переработку 1 м<sup>3</sup> сырья;  
 $t_j$  — фактические затраты рабочего времени, чел.-ч, на переработку 1 м<sup>3</sup> сырья по  $j$ -тому поставу.

Используя представленную математическую модель, можно определить оптимальный процесс производства заготовок из пиловочных бревен с учетом ограничений по дробности сортировки сырья и пиломатериалов, объему производства клееных заготовок и затратам рабочего времени на переработку сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Песочный А. Н., Ясинский В. С. Рациональное использование древесины в лесопилении. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 128 с. [2]. Пижурин А. А. Оптимизация технологических процессов деревообработки. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 312 с. [3]. Технология пиломатериалов/ П. П. Аксенов, Н. С. Макарова, И. К. Прохоров, Ю. П. Тюкина. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 480 с.

Поступила 28 февраля 1983 г.

УДК 630\*812

### ПЛОТНОСТЬ И МОДУЛЬ УПРУГОСТИ КАК КРИТЕРИИ ПРОЧНОСТИ ЧИСТОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Известно [5], что многие физико-механические свойства древесины взаимосвязаны. Установлена, например, тесная корреляция содержания поздней древесины с плотностью, а плотности — с прочностью на сжатие и изгиб. Большое внимание уделяется изучению зависимости прочности пиломатериалов от их модуля упругости при изгибе. Найдены эмпирические зависимости прочностных показателей досок различных пород и сечений от модуля упругости, которые положены в основу сортировки конструктивных пиломатериалов по прочностным показателям [1]. Экспериментально доказана большая зависимость уравнений связи от породы древесины, толщины досок, схемы испытаний, влажности древесины и других факторов. Установлено также [6], что критериями прочности пиломатериалов могут быть и другие показатели, например, площадь проекции сучков на поперечное сечение доски и плотность древесины.

Научно обоснованные уравнения связи различных показателей пиломатериалов и заготовок должны базироваться на соотношениях свойств малых чистых образцов. В последующем эти соотношения могут быть скорректированы с учетом масштабного фактора, наличия неоднородностей, разнотолщинности и других переменных. Поэтому взаимосвязь важнейших показателей чистой древесины представляет научный и практический интерес.

В данной работе исследованы зависимости прочности древесины отечественных пород при влажности 12 % от двух показателей, определяемых без разрушения материала: плотности и модуля упругости при изгибе.

В основу расчетов положены данные РТМ [4]. При этом сочли возможным объединять в одну статистическую совокупность однотипные показатели для различных пород и разных мест произрастания, поскольку все результаты получены по единой методике испытаний [2]. Изучали корреляцию как для всех пород вместе, так и отдельно для хвойных и лиственных пород. Исследование выполняли, задаваясь линейным уравнением связи типа  $y = ax + b$ . Расчеты выполняли на

ЭВМ «Минск-32» по программе, которая позволяла для двух рядов найти все статистические показатели, коэффициенты уравнения связи и коэффициенты корреляции по известным формулам математической статистики [3]. Рассмотрена взаимосвязь плотности  $\rho$  и модуля упругости при изгибе  $E$  с пределами прочности при растяжении вдоль волокон  $\sigma_p$ , изгибе  $\sigma_{изг}$ , сжатии вдоль волокон  $\sigma_{сж}$  и скалывании вдоль волокон  $\tau$ . (Последний показатель — среднее значение для радиального и тангенциального направлений).

Средние значения величин и их статистические характеристики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Статистические показатели					
	$M_{ср}$	$v$ %	$p$ %	$A/m_A$	$\mathcal{E}/m_{\mathcal{E}}$	$n$
Хвойные породы						
$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	493	19,5	2,37	-0,71	0,19	68
$E$ ГПа	10,8	22,4	3,58	-0,70	-0,54	39
$\sigma_{сж}$ МПа	44,3	19,0	2,31	-0,72	0,09	68
$\sigma_{изг}$ »	77,9	22,1	2,68	-0,41	-0,32	68
$\sigma_p$ »	90,6	27,6	5,21	-0,01	-1,25	28
$\tau$ »	7,46	22,8	2,94	-0,89	1,64	60
Лиственные породы						
$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	653	21,8	2,77	0,31	-0,88	62
$E$ ГПа	10,8	24,4	3,09	-0,98	-0,47	62
$\sigma_{сж}$ МПа	52,1	21,0	2,66	-1,6?	0,94	62
$\sigma_{изг}$ »	99,0	24,8	3,14	-0,98	-0,47	62
$\sigma_p$ »	115	27,1	4,08	-2,70	1,35	44
$\tau$ »	11,6	24,6	3,08	0,46	-0,85	64
Хвойные и лиственные породы						
$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	590	25,9	2,59	-1,26	-1,67	100
$E$ ГПа	10,8	24,3	2,43	-1,71	-0,53	100
$\sigma_{сж}$ МПа	49,4	22,2	2,22	-2,49	0,49	100
$\sigma_{изг}$ »	91,2	2,68	2,68	-2,04	0,16	100
$\sigma_p$ »	105	29,0	3,31	-3,01	2,45	77
$\tau$ »	9,98	36,2	3,93	-2,40	-1,35	85

Примечание.  $M_{ср}$  — среднее арифметическое;  $v$  — вариационный коэффициент;  $p$  — показатель точности;  $A/m_A$  — отношение асимметрии к ее ошибке;  $\mathcal{E}/m_{\mathcal{E}}$  — отношение эксцесса к его ошибке;  $n$  — число вариантов.

Величины, характеризующие взаимосвязь показателей, даны в табл. 2.

### Примеры пользования табл. 2.

1. Взаимосвязь предела прочности при сжатии с плотностью для древесных хвойных пород описывается уравнением связи

$$\sigma_{сж} = 0,08 \rho + 7,10 \pm 4,28 \text{ МПа}$$

и характеризуется коэффициентом корреляции  $0,862 \pm 0,03$ .

2. Взаимосвязь предела прочности при растяжении вдоль волокон с модулем упругости для древесных лиственных пород описывается уравнением

$$\sigma_p = 7,26 E + 37,6 \pm 24,6 \text{ МПа}$$

и характеризуется коэффициентом корреляции  $0,579 \pm 0,14$ .

Таблица 2

Предел прочности	Характеристики взаимосвязи прочности							
	с плотностью $\rho$				с модулем упругости $E$			
	$r \pm m_r$	$a \frac{\text{МПа} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}}$	$b \text{ МПа}$	$\pm m_{yx} \text{ МПа}$	$r \pm m_r$	$a \frac{\text{МПа}}{\text{ГПа}}$	$b \text{ МПа}$	$\pm m_{yx} \text{ МПа}$
Хвойные породы								
$\sigma_{сж}$	$0,862 \pm 0,03$	0,08	7,10	4,28	$0,697 \pm 0,08$	2,74	15,7	6,8
$\sigma_{изг}$	$0,832 \pm 0,04$	0,15	4,56	9,57	$0,768 \pm 0,07$	5,99	15,1	12,1
$\sigma_p$	$0,728 \pm 0,09$	0,21	-8,20	17,40	$0,739 \pm 0,10$	6,92	14,6	15,7
$\tau$	$0,804 \pm 0,05$	0,01	0,32	1,01	$0,439 \pm 0,14$	0,31	3,89	1,49
Лиственные породы								
$\sigma_{сж}$	$0,865 \pm 0,03$	0,06	8,76	5,49	$0,529 \pm 0,09$	2,19	2,84	9,2
$\sigma_{изг}$	$0,793 \pm 0,05$	0,14	9,87	14,9	$0,683 \pm 0,07$	6,39	30,2	17,8
$\sigma_p$	$0,609 \pm 0,10$	0,14	30,1	24,7	$0,579 \pm 0,14$	7,26	37,6	24,6
$\tau$	$0,842 \pm 0,04$	0,02	-3,4	1,9	$0,283 \pm 0,16$	0,39	7,40	3,4
Хвойные и лиственные породы								
$\sigma_{сж}$	$0,874 \pm 0,02$	0,08	0,96	5,45	$0,562 \pm 0,07$	2,38	24,1	9,07
$\sigma_{изг}$	$0,852 \pm 0,03$	0,14	10,8	12,8	$0,649 \pm 0,06$	6,11	26,0	18,6
$\sigma_p$	$0,702 \pm 0,06$	0,16	16,4	21,7	$0,654 \pm 0,08$	8,11	14,3	23,4
$\tau$	$0,884 \pm 0,02$	0,02	-2,4	1,69	$0,186 \pm 0,105$	0,27	7,06	3,55

Примечание.  $r \pm m_r$  — коэффициент корреляции и его ошибка;  $a$ ,  $b$  — коэффициенты линейного уравнения связи;  $m_{yx}$  — ошибка уравнения связи.

Взаимосвязь двух критериев прочности между собой отражена в табл. 3.

Таблица 3

Породы	Показатели взаимосвязи $\rho = f(E)$			
	$r \pm m_r$	$a$	$b$	$\pm m_{yx}$
Хвойные	$0,640 \pm 0,107$	28,2	190,9	81,9
Лиственные	$0,392 \pm 0,107$	21,1	384,0	131,0
Хвойные и лиственные породы	$0,388 \pm 0,085$	22,8	346,2	140,5

Связь пределов прочности с плотностью и модулем упругости древесины показана на рис. 1 и 2.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Все средние величины, приведенные в табл. 1, характеризуются малыми асимметрией и эксцессом, что показывает подчиненность их закону нормального распределения. (Отношение асимметрии и эксцесса к их ошибкам не превышает 3).

2. Средняя плотность древесины хвойных пород составила  $493 \text{ кг/м}^3$ , лиственных —  $653 \text{ кг/м}^3$ ; модуль упругости для древесины обеих пород практически одинаков —  $10,8 \text{ ГПа}$ .

3. Наибольшую прочность чистая древесина имеет при растяжении вдоль волокон. Прочность при изгибе составляет примерно 86 %, а при сжатии — 45—49 % от  $\sigma_p$ .

Прочность древесины лиственных пород в среднем на 25—30 % выше, чем хвойных.

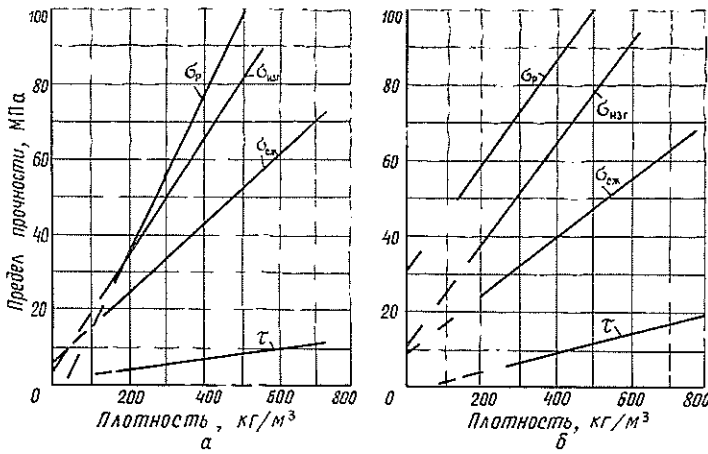


Рис. 1. Связь пределов прочности при растяжении  $\sigma_r$ , изгибе  $\sigma_{изг}$ , сжатии  $\sigma_{сж}$  и скалывании  $\tau$  с плотностью древесины.

а — хвойных пород; б — лиственных пород.

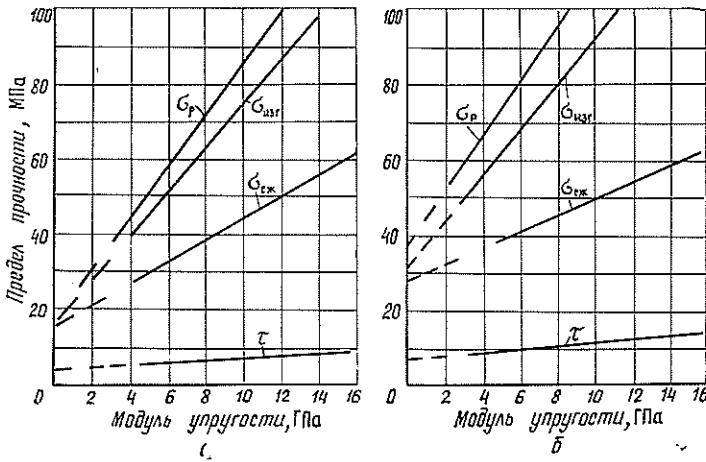


Рис. 2. Связь пределов прочности с модулем упругости при изгибе для древесины.

а — хвойных пород; б — лиственных пород.

4. При объединении показателей хвойных и лиственных пород в одну статистическую совокупность возрастают вариационные коэффициенты средних величин, их асимметрия и эксцесс.

5. Плотность древесины можно считать универсальным критерием прочности чистой древесины, так как она тесно коррелирует со всеми исследованными пределами прочности.

6. Модуль упругости при изгибе по сравнению с плотностью имеет менее тесную взаимосвязь с прочностными показателями, но все же до-

статочно тесную, чтобы служить критерием прочности при сжатии, изгибе и растяжении. Прочность при скалывании вдоль волокон слабо связана с модулем упругости.

7. Как видно из рис. 1 и 2, линии, характеризующие связь пределов прочности с плотностью, примерно сходятся к началу координат, особенно для древесины хвойных пород. Связь пределов прочности с модулем упругости отличается значительной величиной свободного члена  $b$  в уравнении прямой. Одной из причин этого может быть тот факт, что уравнение прямой не достаточно хорошо отражает физическую сущность взаимосвязи различных свойств древесины.

8. Взаимосвязь плотности с модулем упругости довольно слабая, особенно для древесины лиственных пород (см. табл. 3).

Проведенные исследования позволяют констатировать, что физико-механические показатели древесины тесно взаимосвязаны. Критериями прочности могут служить как плотность, так и модуль упругости при изгибе, однако их взаимосвязь между собой недостаточно тесная. Возможно, что совместный учет двух критериев позволит увеличить точность оценки прочности как чистой древесины, так и пиломатериалов.

Полученные уравнения связи можно учесть при отыскании уравнений связи для пиломатериалов и заготовок, при установлении нормативов прочности и жесткости деревянных деталей и конструкций, их можно использовать для оценки прочности древесины по ее плотности и модулю упругости.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровиков А. М. Конструкционные пиломатериалы: перспективы и проблемы. — Деревообаб. пром-сть, 1979, № 1, с. 8—9. [2]. ГОСТ 6336—52. Древесина. Методы физико-механических испытаний. [3]. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений. — М.: Лесн. пром-сть, 1966. [4]. Руководящие технические материалы. Древесина. Показатели физико-механических свойств.—Архангельск: ЦНИИМОД, 1974. [5]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. [6]. Экспериментальная проверка рекомендованного ЕЭК стандарта на правила сортировки пиломатериалов по прочности/ А. М. Боровиков, С. А. Кабаков, С. В. Кондратов, В. Н. Лохов. — Деревообаб. пром-сть, 1980, № 7, с. 5—7.

Поступила 25 февраля 1983 г.

УДК 674-419.3

### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОНИЦАЕМОСТИ ШПОНА СМОЛОЙ ПРИ СКЛЕИВАНИИ ФАНЕРЫ

В. Г. БИРЮКОВ

Московский лесотехнический институт

Известно, что прочность фанеры зависит от соотношения смолы, находящейся в древесине шпона и между его листами. Поэтому изучение свойств проницаемости шпона смолой при прессовании фанеры имеет определенный практический и научный интерес.

Цель данного исследования — вывести аналитические зависимости по определению глубины проникновения смолы в шпон для случаев горячего склеивания и холодной подпрессовки пакета.

В работе [1] приведено достаточно общее дифференциальное уравнение движения фронта смолы при прессовании фанеры



$$\frac{dx}{d\tau} = D(\tau) \frac{p_{пл} - p}{\rho x}, \quad (1)$$

где  $x$  — координата глубины проникновения смолы;

$\tau$  — время;

$D(\tau)$  — коэффициент проницаемости, характеризующий скорость движения частиц смолы и учитывающий свойства шпона, смолы и их взаимодействие;

$\rho$  — плотность смолы;

$p_{пл}$  — давление плги пресса;

$p$  — давление противодействия парогазовой смеси.

Воспользуемся уравнением (1) для определения глубины проникновения смолы в шпон.

Рассмотрим случай горячего склеивания. Давление противодействия парогазовой смеси  $p$  складывается из парциальных давлений воздуха и паров воды при данной температуре. Вычислим давление воздуха  $p_n$  по формуле объединенного закона газового состояния (без учета упрековки)

$$\frac{p_0 v_0}{T_0} = \frac{p_v v_v}{T_0 + \Delta T}, \quad (2)$$

где  $p_0$  — нормальное давление воздуха;

$T_0$  — нормальная температура воздуха (20 °C);

$\Delta T$  — превышение температуры воздуха в шпоне над нормальной;

$v_0$  — объем пустот в непропитанном смолой листе шпона площадью 1 м<sup>2</sup>, толщиной  $s$ , пористостью  $\alpha$ ;  $v_0 = 1 s \alpha$ ;

$v_v$  — объем пустот в пропитанном смолой листе шпона площадью 1 м<sup>2</sup>, толщиной  $s$ , пористостью  $\alpha$ , глубиной проникновения смолы  $x$ ;  $v_v = 1(s - x) \alpha$ .

Подставляя в уравнение (2) выражения для  $v_0$  и  $v_v$ , получим:

$$p_v = p_0 \left( \frac{s}{s - x} \right) \left( 1 + \frac{\Delta T}{T_0} \right). \quad (3)$$

Предположим, что пар в шпоне будет насыщен. Приведем приближенную формулу, аппроксимирующую таблицу значений давления насыщенных паров воды от температуры [5]:

$$p_{пар} = p_{20} e^{0,041 \Delta T}, \quad (4)$$

где  $p_{20}$  — давление насыщенного пара при  $t = 20$  °C.

Введем две функции:  $f(\tau; x) = 1 + \frac{\Delta T}{T_0}$  и  $\psi(\tau; x) = e^{0,041 \Delta T}$ , тогда уравнение (1) принимает вид

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{D(\tau)}{\rho} \cdot \frac{p_{пл} - p_0 \frac{s}{s-x} f(\tau; x) - p_{20} \psi(\tau; x)}{x}. \quad (5)$$

Очевидно, уравнение (5) в общем виде не интегрируется. Если предположить, что за время склеивания давление парогазовой смеси равно некоторому среднему (интегральному) давлению  $p_{пр.ср}$ , то из выражения (5) получим:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{D(\tau)}{\rho} \cdot \frac{(p_{пл} - p_{пр.ср})}{x}. \quad (6)$$

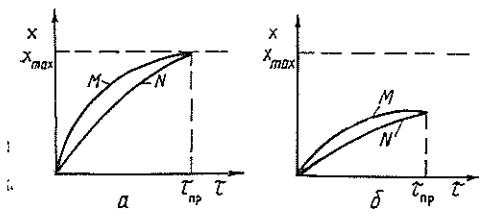


Рис. 1. Графическая интерпретация решений уравнений (5) и (6).

*а* — случай, когда достигается максимальная глубина проникновения смолы  $x_{max}$  за время прессования  $\tau_{пр}$ ; *б* — случай, когда  $x_{max}$  не достигается.

В соотношении (6) противодавление  $p_{пр,ср}$  выбираем таким, чтобы конечные значения глубины проникновения  $x$ , полученные после интегрирования выражений (5) и (6), совпадали. Графически это можно проиллюстрировать пересечением кривых  $M$  (решение уравнения (5)) и  $N$  (решение уравнения (6)) (рис. 1).

Проинтегрировав уравнение (6), запишем:

$$\frac{x^2 - x_0^2}{2} = \frac{p_{пл} - p_{пр,ср}}{\rho} \int_0^{\tau} D(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Анализируя формулу (7), можно сделать вывод, что конечная глубина проникновения смолы в шпон определяется интегралом от коэффициента проницаемости по времени; последний является сложной физической величиной, учитывающей свойства смолы (вязкость, температуру отверждения и др.), свойства шпона (влажность, разрыхленность, наличие пороков древесины и т. д.) и их взаимодействие во времени.

Согласно формуле (7), глубина проникновения смолы тем больше, чем больше интеграл от функции  $D(\tau)$ , причем  $x$  не может быть больше  $x_{max}$ :

$$x_{max} = \frac{Q}{2\alpha\rho}, \quad (8)$$

где  $Q$  — расход смолы.

Уравнение (7) приведем к виду

$$x^2 = x_0^2 + 2(p_{пл} - p_{пр,ср}) \frac{1}{\rho} \int_0^{\tau} D(\tau) d\tau. \quad (9)$$

Отсюда видно, что  $x$  зависит от двух параметров: начальной глубины проникновения смолы  $x_0$  и интегрального коэффициента проницаемости  $A = \int_0^{\tau} D(\tau) d\tau$ . Значения коэффициента  $A$  для различных видов шпона и смол могут варьировать в широких пределах, следовательно, и  $x$  изменяется в широком диапазоне значений.

Известно, что прочность фанеры зависит от глубины проникновения смолы и толщины клеевой прослойки между листами шпона [3]. Чем больше  $x$  и меньше клеевая прослойка (исключая «голодное» склеивание), тем более надежно клеевое соединение и больше прочность фанеры. При склеивании с подсушкой шпона с нанесенной смолой СФЖ-3011 глубина  $x_0$  оказывается небольшой, порядка 15 мкм. Очевидно, клей после сушки теряет влагу, и вместе с этим способность проникновения его падает. При горячем склеивании клей проникает в шпон и

отверждается. Глубина проникновения при этом небольшая. Увеличить ее можно за счет создания значительной начальной глубины проникновения смолы  $x_0$ . Достигнуть этого можно, если операцию подсушки шпона со смолой заменить холодной подпрессовкой пакета.

При нормальной температуре  $\Delta T = 0$ ,  $f(\tau; x) = 1$  и  $\psi(\tau; x) = 1$ , поэтому дифференциальное уравнение (5) для случая холодной подпрессовки принимает вид:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{D}{\rho} \cdot \frac{p_{пл} - p_0 \frac{s}{s-x} - p_{20}}{x} \quad (10)$$

Давление паров  $p_{20} = 0,026$  ати, и им можно пренебречь. Следовательно,

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{D}{\rho} \cdot \frac{p_{пл} - p_0 \frac{s}{s-x}}{x} \quad (11)$$

Коэффициент  $D$  не зависит от времени, так как при холодной подпрессовке смола не отверждается, поэтому уравнение (11) можно проинтегрировать в общем виде:

$$-\frac{x^2 - x_0^2}{2} + \frac{x_1(x_1 - s)(x - x_0)}{1} + x_1(x_1 - s) \ln \frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} = \frac{D p_{пл}}{\rho} \tau, \quad (12)$$

где 
$$x_1 = s \left( 1 - \frac{p_0}{p_{пл}} \right).$$

Для определения глубины проникновения смолы формулу (12) использовать неудобно. Так же как и для случая горячего склеивания введем некоторое среднее противодавление  $p_{в.ср}$ , тогда получим:

$$\frac{x^2 - x_0^2}{2} = \frac{D (p_{пл} - p_{в.ср})}{\rho} \tau. \quad (13)$$

Из уравнения (13) находим

$$x = \sqrt{x_0^2 + \frac{2D (p_{пл} - p_{в.ср})}{\rho} \tau}. \quad (14)$$

Пренебрегая глубиной проникновения смолы в шпон перед началом холодной подпрессовки, имеем  $x_0 = 0$ , тогда:

$$x = \sqrt{\frac{2D (p_{пл} - p_{в.ср})}{\rho} \tau}. \quad (15)$$

График функции (15) показан на рис. 2, а. Если учесть конечность расхода смолы (см. формулу (8)), то кривые проницаемости ограничиваются значением  $x_{max}$  на рис. 2, б.

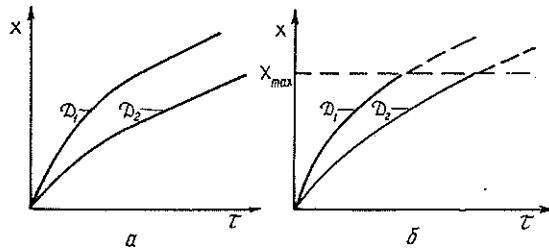


Рис. 2. Кривые проницаемости при холодной подпрессовке.

а — при неограниченном расходе смолы; б — при ограниченном расходе смолы.

Следовательно, для шпона с различной проницаемостью  $D_1$  и  $D_2$  при одинаковых условиях прессования можно достигнуть максимальной глубины проникновения смолы в шпон, что зависит только от времени подпрессовки.

Полученные в данной работе аналитические зависимости глубины проникновения смолы в шпон хорошо согласуются с экспериментальными кривыми [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бирюков В. Г. Проницаемость шпона смолой С-1 и ее влияние на прочностные свойства фанеры. — Науч. тр. МЛТИ, вып. 89. М., 1976, с. 26—29. [2]. Бирюков В. Г. Экспериментальное исследование проницаемости березового шпона фенолформальдегидной смолой. — Науч. тр. МЛТИ, вып. 127. М., 1980, с. 39—44. [3]. Влияние вязкости фенольного клея на прочность склеивания фанерных плит: Перевод/Я. Перлаг, 1972. — 8 с. [4]. Севастьянов К. Ф. Интенсификация процесса склеивания фанеры. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 144 с. [5]. Физико-технический справочник. — М.: Физматлитература, 1960. Т. 1. — 446 с.

---

Поступила 15 ноября 1982 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.815 : 678.026.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ  
НА СМАЧИВАЮЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ ПРОПИТОЧНЫХ  
АМИНОСМОЛ**

В. К. МАКАРЕНКО, Е. Е. СЕДОВА, В. А. ОЛЕНИН

Московский лесотехнический институт

При ламинировании древесностружечных плит бумажно-смоляными пленками встречается брак, называемый «пузырение» и выражающийся в отслаивании отдельных участков бумажного покрытия от поверхности плиты [2]. Одна из причин такого брака — недостаточная смачиваемость текстурной бумаги пропиточными смолами.

Для улучшения смачиваемости текстурных бумаг пропиточными смолами в состав пропиточной композиции вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ). В отечественной промышленности для этих целей используют неионогенные ПАВ: ОП-07 и ОП/10, а также импортные ПАВ: «Оймульгин», «Хюпперзал», «Берол ЕМИ-09» [5]. Однако применение импортных ПАВ нежелательно по причинам экономического характера, а ПАВ типа ОП (полиэтиленгликолевые производные алкилфенолов) — биологически «жесткие», т. е. трудно разлагаются в естественных условиях [4]. Поэтому неизбежно встает вопрос о замене ПАВ.

В связи с этим нами изучена возможность замены ПАВ типа ОП на более биологически «мягкие», не уступающие им по эффективности в части улучшения смачивающей способности пропиточных смол.

В качестве объектов исследования использовали ПАВ анионного типа: натриевые соли вторичных алкилсульфатов (ПО-3А); натриевые соли алкиларилсульфонатов (ПО-1Д); катионное ПАВ — лаурилпиридиний сульфат (ЛПС); неионогенные ПАВ: «Синтафон-4», ПМС-200, феноксол, ОП-7. Характеристики применяемых ПАВ соответствовали литературным данным [6].

Использовали стандартную пропиточную мочевиноформальдегидную смолу СПМФ-4, разбавленную до массового содержания 28 %. Эффективность ПАВ как смачивателей оценивали по поверхностному натяжению пропиточной композиции на границе раздела жидкость — воздух  $\sigma_{ж-г}$ , косинусу краевого угла смачивания  $\cos \theta$  и работе растекания  $W_{sp}$ .

Поверхностное натяжение определяли методом счета капель на сталагмометре [1]. Для каждой экспериментальной точки проводили не менее 8 параллельных определений и выводили среднее. Точность определений при доверительной вероятности 0,95 составляла 5 %.

Краевой угол смачивания измеряли непосредственно на горизонтальном микроскопе (МГ). Для каждой экспериментальной точки проводили 6—7 параллельных определений. Точность определения краевого угла смачивания — не менее 7 %. Поскольку прямое определение краевого угла на текстурной бумаге таким образом практически невозможно из-за быстрого впитывания бумагой смолы, определяли краевой угол на поверхности целлофана — аналога бумаги.

Работу растекания  $W_{sp}$ , Н/м, рассчитывали по формуле [3]

$$W_{sp} = \sigma_{ж-г} (\cos \theta - 1),$$

где  $\sigma_{ж-г}$  — поверхностное натяжение пропиточной смолы на границе жидкость—воздух, Н/м;

$\theta$  — краевой угол смачивания.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 1—3.

На рис. 1 представлена зависимость поверхностного натяжения  $\sigma$  водного раствора смолы СПМФ-4 от массового содержания ПАВ.

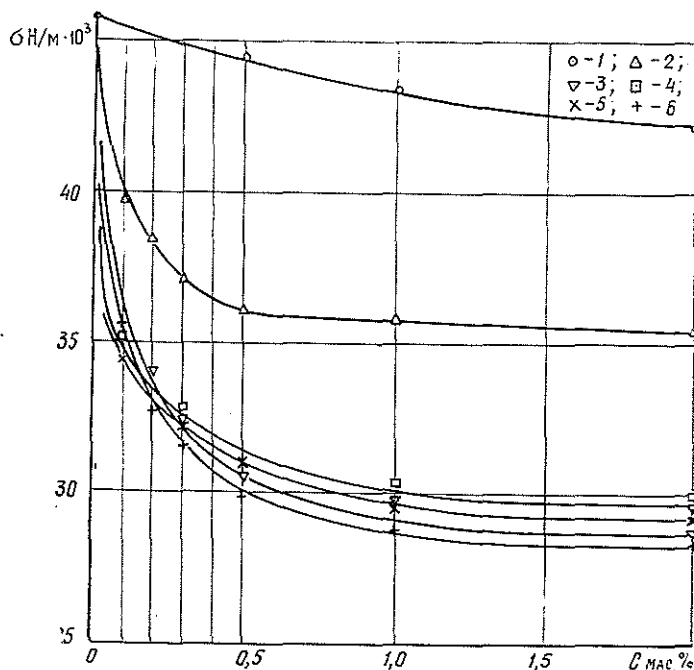


Рис. 1.

1 — ПО-1Д; 2 — ПО-3А; 3 — ЛПС; 4 — ОП-7; 5 — «Синтафоп-4»; 6 — феноксол.

Как видно из рис. 1, при введении ПАВ снижается поверхностное натяжение, а следовательно, улучшается смачивание. Наиболее активные ПАВ по этому критерию: неионогенные ПАВ-феноксол, «Синтафоп-4», ОП-7, а также катионоактивное ПАВ ЛПС.

На рис. 2 показана зависимость косинуса краевого угла смачивания от массового содержания ПАВ.

Как видно из рис. 2, для пары пропиточная смола — целлофан наилучшей смачивающей способностью обладают неионогенные ПАВ-феноксол, «Синтафоп-4», и ОП-7; уже при массовом содержании 0,1 % косинус краевого угла смачивания увеличивается в 1,4—1,7 раз по сравнению с композицией, не содержащей ПАВ.

Наиболее объективная оценка смачивающей способности ПАВ — сравнение значений работы растекания композиций, содержащих различные ПАВ.

Зависимость работы растекания  $W_{sp}$  водного раствора смолы СПМФ-4 от массового содержания ПАВ представлена на рис. 3.

Как известно [3], уменьшение абсолютных значений  $W_{sp}$  свидетельствует об улучшении смачивающей способности исследуемой жидкости, причем большая скорость уменьшения  $W_{sp}$  говорит о большей активности смачивателя. В связи с этим, как следует из рис. 3, наи-

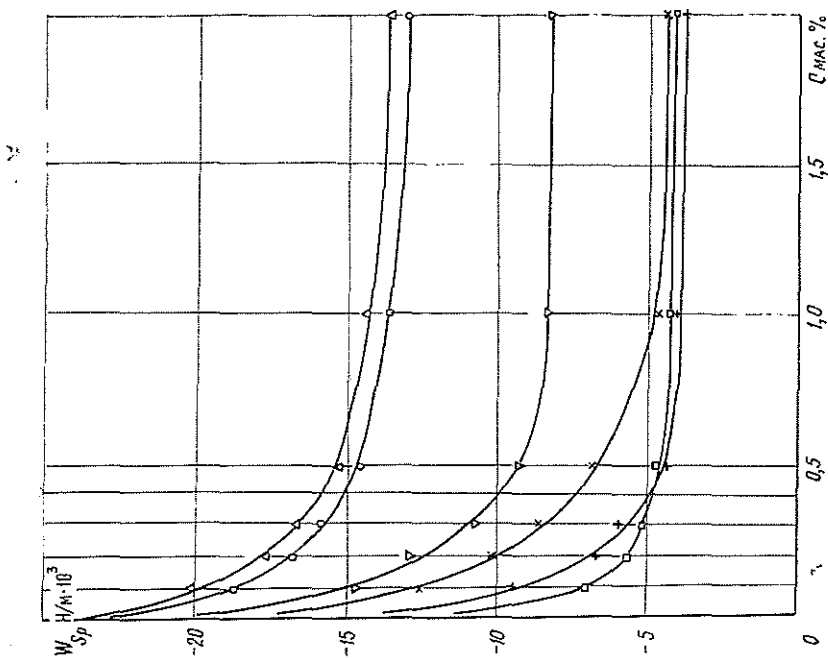


Рис. 3.

Обозначения те же, что на рис. 1.

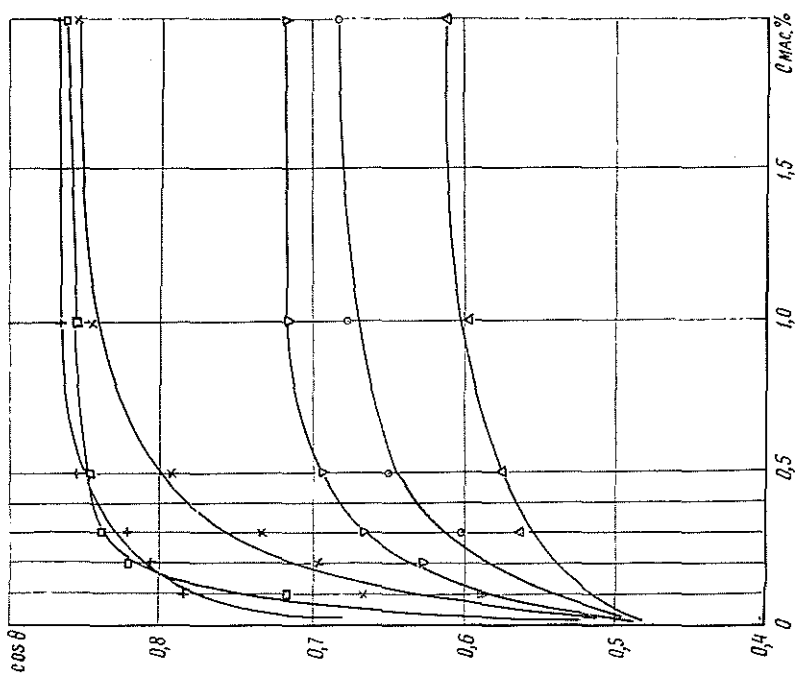


Рис. 2. Изотермы смачивания водного раствора смолы СПМФ-4 на целлофане.

Обозначения те же, что на рис. 1.

большей смачивающей активностью обладают ПАВ-феноксол и ОП-7, несколько меньшей — «Синтафоп-4» и ЛПС. Анионактивные ПАВ — ПО-3А и ПО-1Д — более слабые смачиватели.

Таким образом, нами установлено, что для пары пропиточная смола — целлофан лучшими смачивателями являются неионогенные ПАВ-

феноксол, «Синтафоп-4» и ОП-7, причем первые два, не уступая последнему ни по одному из применявшихся критериев оценки смачивающей способности, менее биологически «жестки».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Айвазов В. В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. — М.: Высш. школа, 1973, с. 127. [2]. Буглай Б. М. Технология отделки древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 303 с. [3]. Воюцкий С. С. Физико-химические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых материалов дисперсиями полимеров. — Л.: Химия, 1969, с. 336. [4]. Казаков М. В. Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров. — М.: Стройиздат, 1977, с. 87. [5]. Конский Л. Н., Парамонова Е. В. Взаимодействие бумаги и пропиточного раствора при получении бумажно-смоляных пленок. — Экспресс-информ., 1978, № 1, с. 9 (ВНИПИЭИлес-пром. Плиты и фанера). [6]. Поверхностно-активные вещества: Справочник/ Под ред. А. А. Абрамзона. — Л.: Химия, 1979, с. 376.

Поступила 18 февраля 1983 г.

УДК 630\*813.14

### ИССЛЕДОВАНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ И СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ МЕТОДОМ ЯМР

Ю. Б. ГРУНИН

Марийский политехнический институт

Гемицеллюлозы занимают значительное место в составе древесины. Известна их роль в процессах формирования целлюлозы, бумаги и картона [3]. Настоящая работа посвящена изучению структуры гемицеллюлоз и их взаимодействию с водой с помощью метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Характеристики системы гемицеллюлоза — вода установлены нами на основе измерений времени спин-спиновой релаксации  $T_2$  и удельной поверхности  $S_{уд}$ .

Время релаксации измеряли на релаксметре ядерного магнитного резонанса. Рабочая частота релаксметра 30 мГц, длительность первого 90°-го импульса  $2 \cdot 10^{-6}$  с. Сигналы регистрировали на частотомере Ч-3-34А с использованием амплитудно-временного преобразования при ширине стробимпульса 5 мкс. Предусмотрено накопление сигналов, т. е. их автоматическое усреднение.

Во всех измерениях наблюдалась мультифазность релаксационной функции, позволяющая выделить вклад связанной и свободной воды в общее влагосодержание гемицеллюлоз. При этом предполагали, что связанную воду образуют гидратная влага и вода, заполняющая микропоры со средним радиусом менее  $10^{-5}$  см. Свободная вода заполняет макропоры со средним радиусом более  $10^{-5}$  см. Сильное различие во времени спин-спиновой релаксации  $T_2$  для гидратной (моноадсорбированной) и прочей влаги  $W$  позволяет оценить объем монослоя, пропорционального удельной поверхности сорбента  $S_{уд}$ ,

$$S_{уд} = 3500 \frac{A_{max} - A}{A_{max}} W \text{ м}^2/\text{г} [3],$$

где  $A_{max}$  — максимальная амплитуда сигнала ЯМР, соответствующая общему влагосодержанию;

$A$  — экстраполированная амплитуда, соответствующая слабо-связанной воде.



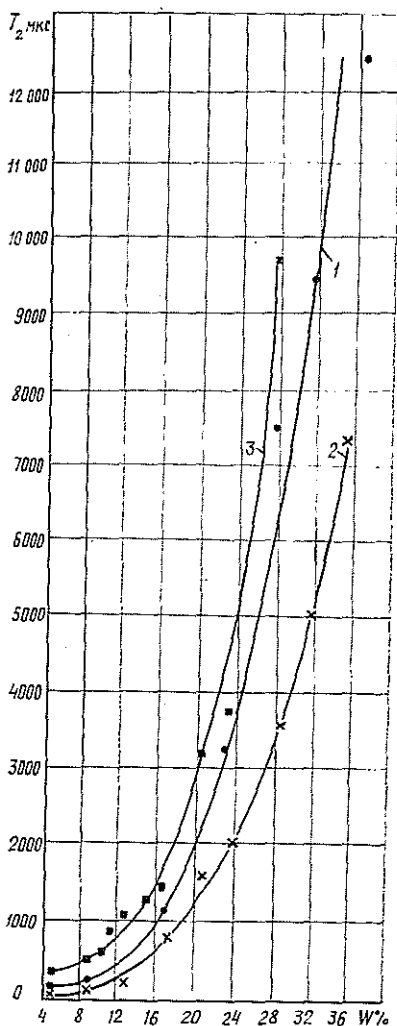


Рис. 1.

свободное (в макропорах). С другой, свидетельствует о влиянии структуры адсорбента в области малых влагосодержаний на подвижность сорбированных молекул.

Дисперсия зависимости  $T_2$  от  $W$  для образцов, обработанных различным образом, характеризует реакционную способность гемицеллюлозы по отношению к виду химической обработки. Для образца 3 характерны достаточно большие значения  $T_2$ , свидетельствующие об увеличении числа степеней свободы сорбированной влаги в области малых влагосодержаний; это говорит о возрастании объема пор данного образца. По-видимому, благодаря высокой реакционной способности данного вида химической обработки происходит энергичное изменение надмолекулярной структуры образца, связанное с переходом части гемицеллюлоз третьей фракции в раствор агента. Для образца 2 в интерва-

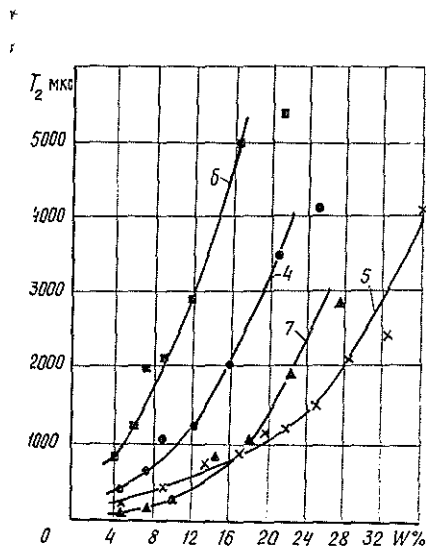


Рис. 2.

На рис. 1 показаны зависимости времени спин-спиновой релаксации  $T_2$  от влагосодержания  $W$  фракции гемицеллюлоз, полученных из лиственной древесины. Образцы обработаны диметилсульфоксидом, (ДМСО) (кривая 1), ДМСО и 10 %-ным КОН (кривая 2), ДМСО и 10 %-ным NaOH (кривая 3). (На всех рисунках номера образцов совпадают с номерами кривых).

Представленные зависимости свидетельствуют, что по мере увлажнения образцов молекулярная подвижность сорбированной воды возрастает, так как значения  $T_2$  увеличиваются. С одной стороны, это говорит о переходе сорбата из связанного состояния (в микропорах) в сво-

ле влагосодержания от 4 до 30 % значения  $T_2$  меньше, чем для исходного образца, что может свидетельствовать об увеличении микропористости. В качестве исходного мы брали образец 1.

На рис. 2 показаны зависимости времени спин-спиновой релаксации  $T_2$  от влагосодержания  $W$  фракций гемицеллюлоз, полученных из хвойной целлюлозы. Образцы обработаны ДМСО (кривая 4), ДМСО и 15 %-ным КОН (кривая 5), ДМСО и 10 %-ным NaOH (кривая 6), ДМСО и 10 %-ным КОН (кривая 7).

Представленные зависимости свидетельствуют, что по мере увлажнения образцов молекулярная подвижность сорбированной воды возрастает, так как значения  $T_2$  увеличиваются. На кривой 6 рис. 2 прослеживается зависимость, аналогичная зависимости на кривой 3 рис. 1, т. е. для образца 6 характерны достаточно большие значения времени спин-спиновой релаксации, свидетельствующие об увеличении молекулярной подвижности сорбированной влаги в области малых влагосодержаний; это говорит о возрастании степени макропористости образца благодаря высокой реакционной способности его химической обработки. Кривая 5 свидетельствует о том, что воздействие на образец ДМСО и КОН увеличивает степень микропористости гемицеллюлоз. Образец 4 в этом случае контрольный.

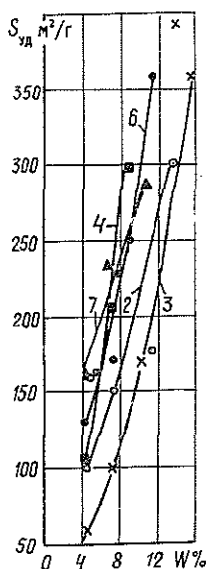


Рис. 3. Зависимость удельной поверхности  $S_{уд}$  от влажности  $W$ .

2 и 3 — для гемицеллюлоз, полученных из лиственной древесины; 4, 6, 7 — из хвойной древесины; 2 — для обработанных ДМСО и 10 %-ным КОН; 3 — ДМСО и 10 %-ным NaOH; 4 — ДМСО; 6 — ДМСО и 10 %-ным NaOH; 7 — ДМСО и 10 %-ным КОН.

На рис. 3 представлены зависимости удельной поверхности  $S_{уд}$  гемицеллюлоз от влажности  $W$ . По мере увеличения влажности удельная поверхность развивается примерно по линейному закону. Это вызывается миграцией воды в форме полимолекулярной и капиллярной конденсации в меж- и внутримицеллярное пространство, что приводит к разрыву водородных связей между фрагментами молекулярных цепей адсорбента и внедрению молекул воды в образовавшиеся пространство. При этом активная поверхность гемицеллюлоз увеличивается и гидратируется молекулами адсорбата. Сравнивая полученные зависимости, можно заключить, что для образца 4 удельная поверхность резко увеличивается при небольшом изменении влажности, тогда как для образцов 3 и 6 характерно более плавное изменение удельной поверхности. Следовательно, наибольшей удельной поверхностью обладает образец, обработанный наиболее реакционным агентом, в данном случае ДМСО.

Обработка гемицеллюлоз диметилсульфоксидом со щелочами приводит к увеличению удельной поверхности. Зависимости удельной поверхности от влажности аналогичны рассмотренным выше зависимостям времени спин-спиновой релаксации от влажности. По порядку величины удельная поверхность гемицеллюлоз, определенная с помощью метода ЯМР, совпадает с удельной поверхностью, полученной в работах [1, 2, 3], в которых использованы методы сорбционных изотерм и термогравиметрии.

Таким образом, нами установлено, что метод ядерного магнитного резонанса можно использовать для исследования характера взаимодействия гемицеллюлоз с водой. Показана зависимость надмолекулярной структуры гемицеллюлоз от их происхождения и характера химической обработки. Показано развитие внутренней удельной поверхности с ростом влагосодержания различных типов адсорбентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гуляев Л. С. Исследование системы целлюлоза — вода методом термогравиметрии: Дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1980. [2]. Уркхорт А. Р. Сорбция воды целлюлозой и крахмалом. — Успехи химии целлюлозы и крахмала. М.: ИЛ, 1962, с. 343—368. [3]. Фляте Д. М. Свойства бумаги. — М.: Лесн. пром-сть, 1975.

Поступила 11 октября 1982 г.

УДК 674.048.5 : 539.213.28

### ОЦЕНКА СТАРЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ИЗМЕРЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ НАБУХАНИЯ

*В. М. ХРУЛЕВ, Н. А. МАШКИН*

Новосибирский инженерно-строительный институт

Модифицированная древесина представляет собой композиционный материал, состоящий из природного и синтетического полимеров. Стойкость к старению определяется свойствами полимерных составляющих этого материала, а также сохранностью адгезионной связи между ними. В настоящее время достаточно изучено старение натуральной древесины [2, 9, 14], пропитывающих полимеров, например фенольных, карбамидных, виниловых [1, 3, 4, 7, 11], и адгезионных соединений древесины с ними [12, 13]. Одним из возможных путей оценки старения модифицированной древесины могло бы стать раздельное определение физико-механических свойств перечисленных компонентов и сопоставление кинетики их изменения. Однако для композиционного материала, составляющие которого связаны между собой силами физико-химического взаимодействия, такой метод малопригоден.

Как показал в своих работах Ю. М. Иванов [5, 6], главный признак, определяющий изменение свойств модифицированной древесины, — ослабление адгезионных связей между субстратом и модификатором. Изменение этого признака может быть выявлено в процессе циклического увлажнения и высушивания при измерении деформаций набухания и давления набухания.

Силы набухания прямо пропорциональны количеству гидрофильных групп в древесине (в основном, это ОН-группы гемицеллюлоз). Набухание древесины обусловлено действием этих сил, а ограничивается оно жесткостью структуры и связями между волокнами. Силы, с которыми молекулы воды стремятся раздвинуть мицеллы, характеризуются давлением набухания. У модифицированной древесины часть свободных гидроксильных групп целлюлозы блокирована водородными связями модификатора. При циклическом увлажнении и высушивании образцов модифицированной древесины следует ожидать разрыва части связей модификатора с древесным веществом. При этом соотношение сил, вызывающих набухание и сдерживающих его, должно отразиться на характеристиках набухания модифицированной древесины. С учетом изложенного проведены следующие эксперименты.

Из просушенных березовых заготовок методом выкалывания [8] изготовлены образцы размером  $10 \times 10 \times 18$  мм (последний размер вдоль волокон). Часть образцов пропитывали фенолоспиртами 33 %-ной концентрации, часть — стиролом. Пропитку проводили по способу вакуум — атмосферное давление до 100—110 %-ного поглощения. Отверждение модификатора осуществляли путем нагревания (после предварительной подсушки пропитанных заготовок). После этого содержание полимера в древесине в случае использования фенолоспиртов составило 34 %, стирола — 31 %.

Давление набухания определяли по следующей методике. Образцы натуральной и модифицированной древесины попарно помещали в стандартный прибор для определения давления набухания (ГОСТ 16483.14—72). Для повышения точности измерения деформаций индикатор помещали на конце консоли, заливали воду с температурой  $20 \pm 2$  °С и выдерживали до 48 ч (цикл набухания), затем вынимали из прибора и сушили в свободном состоянии в сушильном шкафу при  $100 \pm 5$  °С также в течение 48 ч.

Кинетические кривые давления набухания образцов в радиальном направлении представлены на рис. 1.

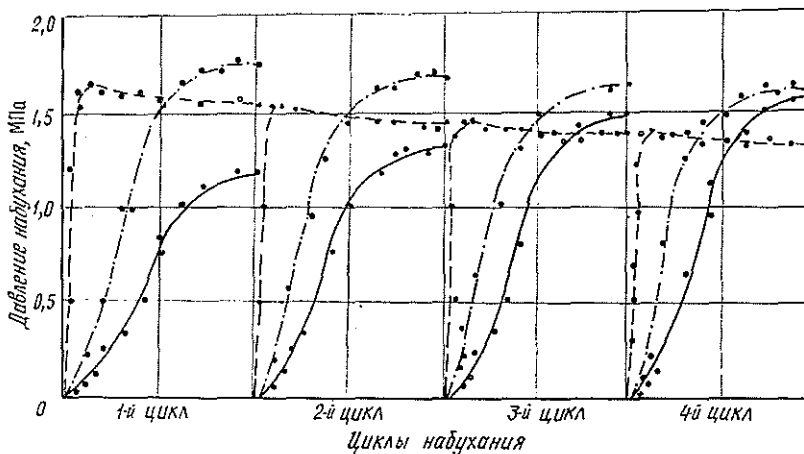


Рис. 1. Кинетические кривые давления набухания натуральной древесины (штриховые линии), модифицированной стиролом (штрихпунктирные) и фенолоспиртами (сплошные линии).

Как показывают графики, давление набухания образцов натуральной и модифицированной стиролом древесины снижается от цикла к циклу. Во втором цикле по сравнению с первым это снижение составляет для натуральной древесины 6,6 %, для модифицированной стиролом — 2,6; в третьем цикле — соответственно 13,3 и 5,0; в четвертом — 18,8 и 7,4 %. Это согласуется с результатами, приведенными в работе [6].

Уменьшение давления набухания натуральной и модифицированной стиролом древесины при циклическом увлажнении-высушивании обусловлено насыщением части гидроксильных групп целлюлозы при сближении волокон в процессе высушивания. При набухании в условиях стеснения деформаций некоторое количество образовавшихся при этом водородных связей не разрывается под действием полярных молекул воды. В результате в набухании участвует уменьшенное число гидрофильных групп древесины. В микрокапиллярах модифицированной древесины содержится полистирол, имеющий линейное строение молекул и замедляющий сближение целлюлозных волокон и насыщение части свободных гидроксильных групп (при сушке). Стирол при полимеризации может обра-

зовывать химические связи с лигноуглеводным комплексом древесины, но, вероятно, блокирования гидрофильных групп при этом не происходит; это выражается в несколько повышенном по сравнению с натуральной древесиной давлении набухания.

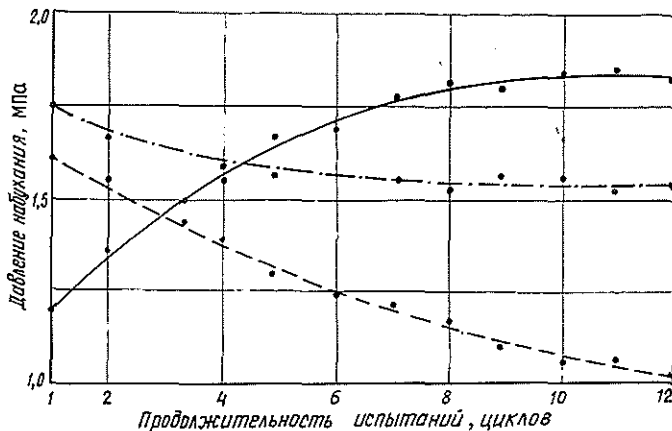


Рис. 2. Изменение давления набухания натуральной древесины (штриховые линии), модифицированной стиролом (штрихпунктирные) и фенолоспиртами (сплошные линии) при увлажнении-высушивании.

Рассмотрим изменение давления набухания древесины, модифицированной фенолоспиртами (рис. 1 и 2). Давление набухания такой древесины при циклическом увлажнении-высушивании возрастает: во втором цикле — на 11,3, в третьем — на 23,5, в четвертом — на 33,0 % по сравнению с первым циклом. Это говорит о росте количества доступных для воды связей. Здесь следует пояснить, что древесина, модифицированная фенолоспиртами, имеет значительное остаточное набухание после модифицирования (до 7,8 %). В процессе модификации образуются физические (водородные с ОН-группами целлюлозы) и механические (за счет зацепления сегментов макромолекул) связи [10].

Вполне вероятно, что при увлажнении часть этих связей разрывается, и высвободившиеся гидроксилы целлюлозы принимают участие в набухании. Увеличение концентрации гидрофильных групп приводит к возрастанию давления набухания модифицированной древесины от цикла к циклу. Повышенная жесткость феноло-формальдегидного полимера, имеющего пространственную структуру, препятствует сближению макромолекул древесины и взаимному насыщению гидрофильных групп, что имеет место при высушивании натуральной древесины. Но силы набухания древесины, модифицированной фенолоспиртами, возрастают не равномерно, а с замедлением. Если в начале испытаний разница давления набухания соседних циклов составляла 11—12 %, то к 12-му циклу — лишь 1,6—1,8 %. Статистические характеристики давления набухания древесины представлены в таблице.

Из данных таблицы видно, что у натуральной древесины показатели точности и коэффициент вариации после 12 циклов испытаний остаются без изменений, а у модифицированной древесины эти показатели несколько повышаются, что косвенно свидетельствует о происшедших в образцах структурных изменениях.

Древесина	При- вес поли- мера, %	n	M МПа	$\sigma$ МПа	m МПа	v %	p %
Натуральная после цик- лов:							
1-го	—	8×2	1,65	0,120	0,042	7,27	2,55
12-го	—	8×2	1,02	0,073	0,026	7,16	2,55
Модифицированная сти- ролом после циклов:							
1-го	31	8×2	1,74	0,115	0,041	6,61	2,36
12-го	31	8×2	1,58	0,108	0,038	6,84	2,41
Модифицированная фе- нолоспиртами после циклов:							
1-го	34	8×2	1,14	0,066	0,023	5,79	2,02
12-го	34	8×2	1,82	0,114	0,040	6,26	2,20

При циклическом увлажнении-высушивании уменьшаются поперечные размеры образцов (рис. 3), что свидетельствует об уплотнении древесины. Это подтверждается также уменьшением водопоглощения образцов за период определения максимумов давления набухания (для натуральной древесины — за 5 ч, для модифицированной — за 48 ч). У модифицированной фенолоспиртами древесины водопоглощение резко снижается в первые 4 цикла набухания (до 17 %), у натуральной и модифицированной стиролом древесины уменьшение более плавное. За 12 циклов у натуральной древесины снижение составляет 14,3 %, у модифицированной фенолоспиртами — 21,3 %, стиролом — лишь 8,1 %.

Вероятно, при циклическом действии снимающих усилий проявляются упруговязкие свойства полистирола, позволяющие ему возвращаться в прежнее положение после снятия нагрузки. Это подтверждается также минимальным уменьшением размеров образцов по сравне-

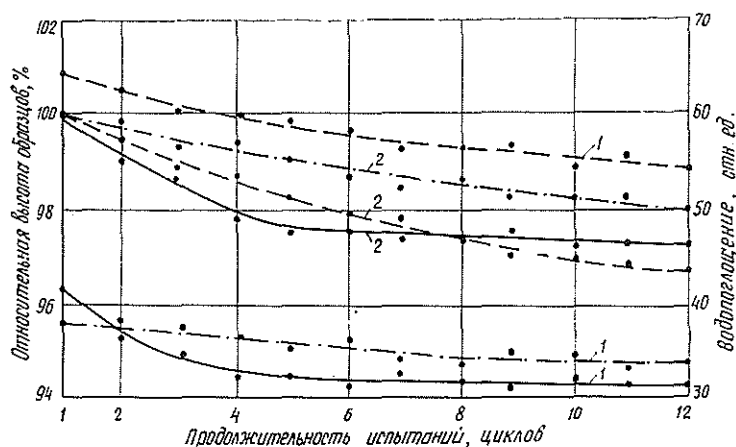


Рис. 3. Изменение водопоглощения (кривые 1) и размеров образцов (кривые 2) натуральной (штриховая линия), модифицированной стиролом (штрихпунктирная) и фенолоспиртами (сплошная линия) древесины при увлажнении-высушивании.

нию с образцами натуральной и модифицированной фенолоспиртами древесины.

Значительное уменьшение размеров образцов, пропитанных фенолоспиртами, т. е., по существу, приближение к исходным (до пропитки) размерам, можно объяснить не только ослаблением связей полимера с древесиной, но и частичной механодеструкцией полимера. Образцы уменьшаются в объеме почти наполовину. Это приводит к образованию остаточных напряжений в модифицированной древесине, которые могут суммироваться с напряжениями, возникающими в процессе сушки образцов. Так как в отвержденных феноло-формальдегидных полимерах релаксация напряжений протекает медленно, в отдельных структурных участках возможны перенапряжения, способствующие появлению микротрещин и разрыву полимерных включений.

Результаты опытов позволяют сделать вывод, что изменение давления набухания модифицированной древесины при циклических воздействиях (например, при увлажнении-высушивании) — надежный показатель ее старения, поскольку оно характеризует возникновение или потерю связей полимера с древесиной или связей в надмолекулярной структуре самой древесины.

В случае пропитки древесины неполярным модификатором, например стиролом, не вызывающим остаточного набухания пропитываемых заготовок, проведение модифицированной древесины при циклическом увлажнении-высушивании близко к поведению натуральной древесины. Следовательно, имеет место взаимное блокирование полярных групп на этапах высушивания, а как результат — снижение максимума давления набухания от цикла к циклу с одновременным уменьшением водопоглощения в цикле и размеров образца в направлении измерения давления набухания. Можно предположить, что старение полимера-модификатора происходит в данном случае независимо от изменения давления набухания образцов.

Иную картину представляет пропитка древесины полярным модификатором (фенолоспиртами), при которой имеет место значительное начальное набухание образцов, а затем усадка, свидетельствующая о напряженности внутренних связей в материале. По мере циклического увлажнения-высушивания часть внутренних связей разрывается, и древесина становится доступной для взаимодействия с гидроксильными группами воды, поэтому давление набухания от цикла к циклу возрастает и становится больше, чем для древесины, модифицированной стиролом, и существенно больше, чем для натуральной древесины.

Это явление свидетельствует о развитии процессов старения в древесине, модифицированной фенолоспиртами, а именно, о потере связей древесины с полимером и высвобождении внутренних связей в самом полимере, способных взаимодействовать с гидроксильными группами воды дополнительно к взаимодействию древесины с водой. Отсюда — повышение давления набухания при сохранении остальных признаков, свойственных древесине: уменьшение водопоглощения и поперечных размеров образца от цикла к циклу. Правда, размеры образца древесины, модифицированной фенолоспиртами, уже после 4—5 циклов практически не меняются, тогда как размеры образцов натуральной древесины и в меньшей степени модифицированной стиролом продолжают уменьшаться. Последнее может свидетельствовать о продолжении механодеструкции полистирола в порах древесины, т. е. о более активном старении модификатора-стирола по сравнению с феноло-формальдегидным.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Акира Минэмацу. Старение и погодостойкость пластмасс. — Пурасу-тикку эдзи, 1968, т. 14, № 8, с. 75—81. [2]. Ванин С. И. Древесиноведение.—М.: Гослесбумиздат, 1934. [3]. Грасси И. Химия процессов деструкции полимеров. — М.: ИЛ, 1959. — 283 с. [4]. Зуев Ю. С. Разрушение полимеров под действием агрессивных сред. — М.: Химия, 1972. — 231 с. [5]. Иванов Ю. М. Исследование набухания древесины. — В кн.: Строение и физические свойства древесины: Тр. Ин-та леса и древесины. Красноярск: Изд-во АН СССР, 1962, т. 51, с. 91—106. [6]. Иванов Ю. М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины. — В кн.: Пластификация и модификация древесины. Рига: Зинатне, 1970, с. 17—25. [7]. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров/ Пер. с англ. — М.: Мир, 1967. — 278 с. [8]. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины. — М.: Стройиздат, 1973. — 46 с. [9]. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — 711 с. [10]. Солечник Н. Я., Новосельская А. И. Изыскание методов повышения водостойкости массивной древесины. — Тр. ЛТА, 1959, № 87. [11]. Тынный А. Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред. — Киев: Наукова думка, 1975. — 206 с. [12]. Фрейдлин А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений. — М.: Химия, 1981. — 270 с. [13]. Хрулев В. М. Долговечность клееной древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 160 с. [14]. Эриньш П. П. Исследование строения и деструкции лигноуглеводной матрицы древесины: Автореф. дис. ... д-ра хим. наук. — Рига, 1978. — 34 с.

Поступила 9 ноября 1982 г.

УДК 661.728.36 : 676.017

## О ВЛИЯНИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ КОНДУКТИВНОЙ СУШКИ НА СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

А. Г. АВЕРКИН, Л. Ф. ЛЕВИНА, Б. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Сульфитную небеленую целлюлозу из елово-пихтовой породы подвергали тепловой сушке на ленточной сушилке с двухфазным теплоносителем [1].

Степень ее провара составляла 105—125 перм. единиц, непровар — не более 3,5 %, помол 24—25 °ШР. Начальная влажность образцов составляла 70 %, конечная — 7 %.

С использованием метода математического планирования экспериментов по плану ПФЭ  $2^3$  изучали влияние начальной температуры двухфазного потока  $X_1$ , удельной массы образцов (массы 1 м<sup>2</sup>)  $X_2$ , продолжительности единичного контакта материала с греющей поверхностью  $X_3$  на сопротивление излому  $Y_1$ , а также сопротивление продавливанию  $Y_2$ , разрывную длину  $Y_3$  и удлинение при разрыве  $Y_4$ . Уровни варьирования факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика	$X_1$ К	$X_2 \cdot 10^3$ кг/м <sup>2</sup>	$X_3$ с
Основной уровень	468	75	3,65
Интервал варьирования	45	25	1,85
Верхний уровень	513	100	5,50
Нижний »	423	50	1,80

Все опыты дублировали и рандомизировали во времени. Воспроизводимость результатов оценивали по критерию Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии — по критерию Стьюдента, адекватность регрессионных моделей — по критерию Фишера. Матрица плани-



рования экспериментов и результаты реализации ПФЭ 2<sup>3</sup> представлены в табл. 2.

Таблица 2

Но- мер опы- та	Код	X <sub>1</sub> К	Код	X <sub>2</sub> ·10 <sup>3</sup> кг/м <sup>2</sup>	Код	X <sub>3</sub> с	Y <sub>1</sub> чис- ло двой- ных пе- регибов	Y <sub>2</sub> ·10 <sup>-5</sup> Па	Y <sub>3</sub> м	Y <sub>4</sub> %
1	—	423	—	50	+	5,5	207	1,56	2065	1,8
2	—	423	+	100	+	5,5	683	2,39	1962	7,3
3	+	513	—	50	+	5,5	186	1,64	2268	5,4
4	+	513	+	100	+	5,5	411	2,45	1843	6,6
5	—	423	—	50	—	1,8	167	1,19	2210	4,5
6	—	423	+	100	—	1,8	470	1,95	2035	6,0
7	+	513	—	50	—	1,8	212	1,48	1957	3,0
8	+	513	+	100	—	1,8	416	2,12	1846	6,2

В результате дисперсионного анализа результатов ПФЭ 2<sup>3</sup> для сопротивления излому получено следующее уравнение регрессии в кодированных значениях переменных:

$$\hat{Y}_1 = 344 + 151 X_2. \quad (1)$$

Из выражения (1) видно, что число двойных перегибов целлюлозы зависит только от удельной массы отливки, а изменение начальной температуры двухфазного потока (от 423 до 513 К) и продолжительности единичного контакта с греющей поверхностью (в интервале 1,8—5,5 с) значимо не влияло на сопротивление излому. Согласно уравнению (1), повышение удельной массы образцов увеличивает число двойных перегибов. Этот вывод согласуется с результатами других исследований [4, 5].

Зависимость сопротивления продавливанию от режимных факторов представлена уравнением

$$\hat{Y}_2 = 1,85 + 0,38 X_2 + 0,16 X_3. \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что сопротивление продавливанию также не зависит от начальной температуры двухфазного потока и возрастает с увеличением удельной массы образцов и продолжительности их единичного контакта с греющей поверхностью.

Статистическая обработка результатов эксперимента показала, что при выбранных условиях сушки разрывная длина целлюлозы вообще не зависит от переменных факторов и описывается уравнением:

$$\hat{Y}_3 = 2033. \quad (3)$$

Наконец, удлинение образца при разрыве зависит лишь от удельной массы отливок

$$\hat{Y}_4 = 5,1 + 1,4 X_2 \quad (4)$$

и, так же как сопротивление излому, возрастает с увеличением X<sub>2</sub>.

Измерения показали, что при указанном выше интервале изменения начальной температуры двухфазного теплоносителя средняя температура греющей поверхности не превышала 418 К.

Интересно выяснить, возможно ли сохранить значения показателей прочности целлюлозы на высоком уровне при дальнейшем увеличении температуры гетерогенного потока (а следовательно, и температуры греющей поверхности) и параллельном сокращении продолжительности

единичного контакта. Эксперимент проводили по методу наискорейшего спуска с шагом движения 30 К по градиенту первого базового фактора  $X_1$ . Вторым фактором  $X_2$  стабилизирован на основном уровне ( $X_2 = 7,5 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>2</sup>), так как не мог быть сведен к минимуму. Шаг движения третьего фактора  $X_3$  определяли расчетом [2]; он оказался равным  $-0,95$  с.

Режимные условия проведения опытов по методу наискорейшего спуска показаны на рисунке. Прямоугольник  $ABCD$  в поле графика представляет собой область, охваченную при проведении ПФЭ 2<sup>3</sup>.

При планировании эксперимента по методу наискорейшего спуска получено шесть точек I—VI (включая центр плана ПФЭ 2<sup>3</sup>), однако опыты I и II не проводили, как лежащие внутри исследованной области. Продолжительность единичного контакта в III опыте уменьшилась до 1,75 с, в IV — до 0,8 с, в последующих опытах она стабилизирована, так как по абсолютной величине оказалась меньше шага движения третьего фактора. Начальная температура возросла от 468 К в I опыте до 618 К в VI опыте. При этих условиях средняя температура греющей поверхности изменялась в пределах от 423 до 493 К.

Показатели механических свойств целлюлозы, полученные в опытах наискорейшего спуска, приведены в табл. 3.

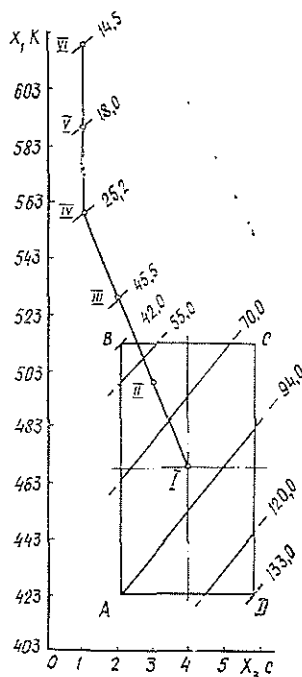


Таблица 3

Но- мер опы- та	Сопро- тив- ление изло- му $Y_1$ , число двойных перегибов	Сопро- тив- ление про- давлению $Y_2$ , Па · 10 <sup>-5</sup>	Разрывная длина $Y_3$ , м <sup>3</sup>	Удлинение при разры- ве $Y_4$ , %
I	—	—	—	—
II	—	—	—	—
III	214	2,28	2374	3,0
IV	427	1,88	2339	3,5
V	399	2,00	2364	3,4
VI	357	2,40	2343	2,6

Анализ результатов показывает, что число двойных перегибов и сопротивление продавлению в жестких условиях высокотемпературной сушки практически остаются на прежнем уровне. Некоторое увеличение разрывной длины можно объяснить снижением усадки и соответственно массы полоски целлюлозы, используемой для определения  $Y_3$  по формуле Гартига [3].

В то же время независимость разрывной длины от режимных параметров сушки свидетельствует об относительности оценки данным показателем механических свойств листа.

Уменьшение удлинения при разрыве, имевшее место в опытах III—VI при высокой скорости удаления влаги, также можно объяснить снижением усадки и увеличением рыхлости структуры образцов.

С целью определения воздействия условий сушки на структуру волокон, определяющую прочностные свойства листа, сравнивали способность к набуханию образцов целлюлозы воздушной сушки (при комнатной температуре) и высокотемпературной (опыты III—VI). Опыты проводили с использованием 17,5 %-ного водного раствора NaOH.

Приводим данные о массовом набухании целлюлозы в щелочи, определенные по ГОСТу 7516—55: 622,2 %; 628,6; 630,3 и 641,4 % соответственно для опытов III, IV, V и VI; для воздушной сушки — 609,3 %. При повышении температуры греющей поверхности от 423 до 493 К массовое набухание целлюлозы несколько возрастало (приблизительно на 3 %). Набухание образцов, высушенных на металлической ленте, имеющей температуру 493 К (опыт VI), на 5,3 % выше, чем у образцов воздушной сушки, что лежит в пределах допустимого отклонения для данного анализа. Монотонное возрастание набухания в щелочи при росте температуры греющей поверхности свидетельствует об увеличении пористости структуры листа. Параллельно проводили и прямое определение структуры образцов высушенной целлюлозы. Получены следующие данные о содержании целлюлозы: для опыта III — 86,4 %; IV — 86,5; V — 84,2; VI — 90,1 %.

Результаты эксперимента подтвердили предположение, что сушка в описанных выше условиях не сопровождалась термической деструкцией целлюлозных волокон, несмотря на высокую температуру греющей поверхности.

Изложенный материал подтверждает перспективность использования многоленточных сушилок с двухфазным теплоносителем для сушки листовых волокнистых материалов. Применение таких сушилок позволит повысить производительность аппаратуры с сохранением качества готового продукта, улучшить массовые и габаритные характеристики оборудования, снизить энергетические затраты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 881487 (СССР) / Б. Д. Левин, А. Г. Аверкин, Э. Д. Левин. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 42. [2]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1973, с. 120. [3]. Сергеева А. С. Технологический контроль целлюлозно-бумажного производства. — М.: Лесн. пром-сть, 1969, с. 216. [4]. Brandon C. E. Effect of Basis Weight on folding endurance. — Tappi, 1966, v. 49, N 6, p. 233—235. [5]. Korn R., Burgstaller F. Handbuch der Werstoffprüfung. — Berlin, 1953, S. 248.

Поступила 3 марта 1983 г.

УДК 630\*86 : 636.085/087

### ПРОИЗВОДСТВО КОРМОВОЙ ОСАХАРЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ — РЕЗЕРВ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

*В. В. КОРОТКОВ, Е. Д. ГЕЛЬФАНД, Н. А. ЖУКОВ, Г. К. УТКИН*

Архангельский лесотехнический институт, Севгипробиосинтез,  
Кировский политехнический институт, Уральский лесотехнический институт

Принятая в 1982 г. Продовольственная программа СССР нацеливает специалистов всех отраслей народного хозяйства на поиск новых, эффективных решений по улучшению кормовой базы животноводства на основе ее индустриализации.

Архангельский и Уральский лесотехнические институты, Севгипробиосинтез (г. Киров) и Кировский политехнический институт заклю-

чили договор о творческом содружестве для выполнения ряда работ, касающихся реализации Продовольственной программы. Одна из них — непрерывная технология производства кормовой осахаренной древесины (КОДР).

Возможность использования продуктов из древесины для кормления животных известна достаточно давно, но применяют их ограниченно из-за низкой кормовой ценности. Вместе с тем существует ряд приемов, позволяющих воздействовать на структуру древесины, довольно устойчивую к ферментативной деструкции, повышая ее перевариваемость и кормовую ценность.

Один из способов подобного воздействия на древесину — кислотно-гидролитическая деструкция, которую авторы решили положить в основу технологии получения КОДР.

В настоящее время известно большое число патентованных способов гидролиза растительных материалов, но нам не удалось найти такого, который бы удовлетворял одновременно следующим условиям:

а) ничтожно малая дозировка кислого катализатора, позволяющая или вообще не производить нейтрализацию продукта или нейтрализовать его без вывода образующихся солей из продукта;

б) сравнительно мягкий температурный режим в течение подавляющего периода времени реакции;

в) достаточно высокая степень осахаривания;

г) высокая производительность процесса и его быстротечность, позволяющая завершить его в небольших реакционных объемах в течение нескольких минут с моментальным выводом продукта из реакционной зоны;

д) непрерывность процесса;

е) возможность использования готового, серийно выпускаемого, высокопроизводительного аппарата.

Начали с поиска аппарата, в качестве которого выбрали установку для горячего размола древесины (дефибратор). Этот аппарат повсеместно используют на заводах древесноволокнистых плит для получения древесного волокна. Достоинства такого аппарата: кислотоупорное исполнение; непрерывность работы; высокая единичная мощность (в настоящее время отечественная промышленность готовит к выпуску аппарат производительностью до 200 т/сут по сухому веществу сырья); предназначенность для переработки именно древесного сырья; наличие, наряду с размольной камерой, камеры для предварительного прогрева сырья; возможность совмещения процессов гидролитической и механической деструкции и, за счет этого, интенсификация процесса.

Самое же важное в том, что температурно-временной режим переработки сырья в дефибраторах (180—190 °С, время пропарки 1—4 мин, время размола до 15 с) вполне подходит для осуществления частичной кислотно-катализируемой гидролитической деструкции полисахаридов.

Разработанная нами технологическая схема получения КОДР включала пропитку сырья раствором катализатора и обработку его на установке горячего размола. В качестве катализатора для производственных испытаний была выбрана серная кислота, ввиду ее доступности, дешевизны и нелетучести.

Первые производственные испытания\*, проведенные в цехе древесноволокнистых плит Вятского производственного деревообрабатывающего объединения (ВПДО) «Вятские Поляны», а также на Нововятском комбинате древесных плит (КДП), показали, что введение серной кислоты в щелу (50%-ной влажности) всего лишь в количестве 0,15 % резко улучшает размол сырья. Энергозатраты снижаются в 2—3 раза

\* Испытания, а затем и выпуск продукции проводили на дефибраторах RT-50.

при одновременном увеличении степени помола в несколько раз. В размолотой массе одновременно накапливаются моносахариды (в дальнейшем — редуцирующие вещества, РВ) в количестве до 25 % к сухому веществу.

В течение зимовки 1981—1982 гг. кормовую осахаренную древесину вырабатывали на трех предприятиях Кировской области. Новоятский КДП за этот период выпустил 835,8 т натурального продукта, который был реализован в 48 животноводческих хозяйствах. Основные потребители: совхоз Киселевский (184 т), Кировская опытная станция (65 т), Пригородное ОПХ (115 т), совхоз Посеговский (56 т). В ВПДО «Вятские Поляны» было получено 217 т кормовой осахаренной древесины, которую использовали в 10 хозяйствах. Основной потребитель — колхоз «Победа» (76 т). Подосиновский лесоперевалочный комбинат (ЛПК) выработал 229 т продукта, который использовали в 9 хозяйствах: колхозы им. Конева, «Буденовец», им. Ленина и др. Судя по оценке животноводов, выпуск кормовой осахаренной древесины сыграл значительную роль в сохранении стада в Кировской области в тяжелых условиях зимы 1981—1982 гг. При этом не было отмечено ни одного случая отрицательного влияния КОДР на состояние организма животных. С 1982 г. производство КОДР осуществляется на Архангельском и Котласском ЦБК.

В течение 1981—1982 гг. произведены научно-хозяйственные опыты по кормлению животных осахаренной древесиной в опытных хозяйствах «Просница» (НИИСХ Северо-Востока НЧЗ РСФСР) и «Немчиновка» (НИИСХ Центральных районов НЧЗ РСФСР).

В результате установлено, что кормовая осахаренная древесина — высокоэффективный нетоксичный кормовой продукт. Это рыхлое, коротковолокнистое, рассыпающееся вещество коричневого оттенка; запах специфический, приятный; вкус кисловато-сладкий. Помимо легкоусвояемых моносахаридов (до 25 %) и низкомолекулярных углеводных полимеров, полученный продукт содержит лигноцеллюлозный комплекс с нарушенной структурой и повышенной ферментативной атакуемостью. В этом продукте содержится до 1 % уксусной кислоты, 0,4—0,6 % кальция, 0,05—0,15 % фосфора, незначительное количество калия, натрия, железа.

По данным В. М. Мухамедянова\*, введение в хозяйственный рацион бычков на откорме осахаренной древесины в количестве 3 кг в сутки обеспечивает ежедневные привесы живой массы свыше 1 кг. На Архангельской областной опытной станции луговодства и животноводства среднесуточный привес подопытных телят составил 1020 г при введении в их рацион КОДР, в то время как контрольных — 852 г; у телят отмечалось хорошее состояние и повышенный аппетит к другим кормам.

Особое значение имеет добавка КОДР к кормам, бедным легкоусвояемыми углеводами, что при сложившемся типе питания стало явлением почти повсеместным. Даже при достаточном запасе кормов, исчисляемом в кормовых единицах, потребность в КОДР как углеводной добавке не уменьшается. Наоборот, это позволяет более эффективно и экономно использовать имеющиеся кормовые ресурсы.

Опыт использования КОДР дает основание полагать, что в условиях содержания животных при ограниченных или скудных рационах осахаренная древесина может оказаться особенно важным продуктом при соответствующей корректировке ее качественных показателей, в частности, при снижении активной кислотности.

Авторами статьи предложено простое решение нейтрализации КОДР непосредственно в технологическом потоке, не предусматривающее создание какого-либо дополнительного узла и позволяющее одновременно обогащать КОДР другими ценными добавками: кормовыми дрожжами, фосфатом, мочевиной и проч.

Накопленный опыт производства КОДР позволяет сделать некоторые выводы.

1. Производство КОДР характеризуется простотой технологической схемы и мобильностью и может осуществляться мелкими партиями.

\* Мухамедянов В. М. Осахаренная древесина в рационах откормочных бычков. — Мясное и молочное скотоводство, 1982, № 2.

2. Условия пропитки сырья кислотой оказывают значительное влияние на эффективность осахаривания. Пропитку можно проводить непосредственно в режиме промывки в моечной машине (являющейся частью технологической линии ДВП) при концентрации кислоты около 1—1,2 % или в шнековом смесителе длиной 2—3 м при концентрации кислоты около 4 %; выдерживание сырья, смоченного кислотой, в течение нескольких часов (например в бункере) увеличивает степень осахаривания.

3. В зимнее время качество КОДР нестабильно (содержание РВ в отдельных партиях может колебаться от 9 до 25 %), что, в основном, связано с различиями в степени промерзания сырья и влажности. Пропитку глубокопромерзшего сырья желательно проводить в подогретом растворе кислоты при 35—40 °С.

4. Хотя выработка КОДР в виде отдельных мелких (иногда до 1,5 т абс. сухого вещества) партий удобна как заводу-изготовителю, так и потребителю, она не позволяет добиться стабильных показателей по содержанию сахаров в продукте. Для предприятий, работающих в периодическом, нестабильном режиме, нами разработаны и предложены дополнения к временным техническим условиям, которые предусматривают выработку трех сортов КОДР (см. таблицу).

Показатель	Минимальная норма показателя для сорта КОДР		
	Высший	1	2
Массовая доля РВ, % к абс. сухим веществам	22	16	9
Степень помола, дефибратор-с	80	80	45
Массовая доля сухих веществ, %	45	40	40

Перспективы производства КОДР представляются в следующем виде. С точки зрения качества КОДР, желательно вырабатывать ее непрерывно в течение шести суток, между еженедельными планово-предупредительными ремонтами установки. Для этого на предприятиях необходимо создать технологическую линию со складским хозяйством.

Нами разработана технология по подсушке и брикетированию КОДР непосредственно в производственном цикле. В настоящее время Архангельский ЦБК, например, использует мощность дефибратора RT-50 всего на 7—12 %. После внедрения технологии брикетирования появится возможность круглосуточного производства КОДР со складированием продукта. Производство КОДР окажется вне зависимости от транспорта потребителя. Наибольшего эффекта от использования КОДР в животноводстве можно было бы ожидать при организованном и строго регламентированном введении ее в комбикорма.

Лучший вариант организации производства КОДР — создание специализированных цехов на межхозяйственной основе. Цех, располагающий лишь одним современным дефибратором (RT-50 или УГР-02), может выработать за 280 рабочих дней до 10 тыс. т КОДР (в пересчете на сухое вещество). Такой цех мог бы ежедневно обеспечивать эффективной кормовой добавкой стадо численностью около 20 тыс. голов крупного рогатого скота. Создание сети зональных производств КОДР может дать животноводству Севера, богатого лесными ресурсами, устойчивые перспективы.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630\*652.4

## К ОЦЕНКЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ\*

*И. В. ВОРОНИН, Ю. И. ТРЕЩЕВСКИЙ*

Воронежский лесотехнический институт

Для рационального использования лесных ресурсов, повышения эффективности лесного хозяйства, определения его места в системе народного хозяйства, направлений повышения продуктивности лесов, источников и размеров финансирования первостепенное значение имеет экономическая оценка лесных ресурсов. В связи с высокой актуальностью темы в последнее время предприняты многочисленные попытки оценить как весь комплекс полезностей леса, так и его функции.

Эти оценки производят на различных теоретических и методических базах. На наш взгляд, оценка должна опираться на теоретический фундамент, вписываться в более общую экономическую концепцию; учитывать особенности отрасли; быть сопоставимой с оценкой других отраслей: по способу оценки различных видов продукции и полезностей леса, по уровню цен на различные виды пользования, по положению объектов оценки.

В качестве распространенных примеров нарушения данных положений можно привести: оценку древесины по величине ренты, а санитарно-гигиенической функции — по величине «замещающих затрат»; оценку древесины по таксовым ценам, а продукции побочного пользования — по оптовым; оценку древесины в условиях леса, а рекреационной функции — в условиях лесопарка. В результате оценки по различным видам пользования получают несопоставимыми, структура комплексной продуктивности искажается, затрудняется практическое использование данных. Избежать этих видов несопоставимости несложно. Однако их наличие свидетельствует об отсутствии теоретической базы и показывает, что поиски решения проблемы носят зачастую интуитивный характер. В первую очередь это относится к балльной оценке. Она дает возможность только сравнить каждое имеющееся насаждение с эталоном, но не позволяет выяснить главного — соотношения затрат и полученных результатов, места лесного хозяйства в народно-хозяйственном балансе. Фактически не учтенной остается общественная потребность в оцениваемых лесных продуктах и функциях и степень ее удовлетворения.

Существует мнение, что некоторые функции леса в принципе не могут быть оценены в денежной форме [5]. Конечно, влияние леса на здоровье человека оценить в денежной форме нельзя, но потери рабочего времени в связи с загазованностью воздуха и санитарно-гигиеническую роль леса в предотвращении этих потерь — можно и нужно. «Чистый воздух обладает огромной общественной полезностью и поэтому в социалистическом обществе изначально должен рассматриваться как национальное достояние», — отмечает Н. П. Федоренко [7, с. 71]. Это достояние, как и любое другое, должно оцениваться именно в де-

\* Печатается в порядке дискуссии.

нежной форме. Причиняемый ущерб может иметь и моральный аспект, но он не отменяет экономического. М. Миронов описывает вполне справедливое взыскание 57 750 р. с Черноземельной оросительно-обводнительной системы Минводхоза Калмыцкой АССР за гибель животных [4]. Экономический ущерб учтен вполне точно, моральный же, конечно, не компенсирован. Необходимость денежной оценки вытекает из необходимости соизмерения затрат и результатов. В социалистическом обществе, как писал Ф. Энгельс, распределение всех ресурсов «...будет определяться в конечном счете взвешиванием и сопоставлением полезных эффектов различных предметов потребления друг с другом и с необходимыми для их производства количествами труда» [2, с. 321]. Затраты общественно необходимого труда измеряются при социализме в денежной форме, следовательно, в такой же форме должны оцениваться и результаты труда. При отсутствии одного измерителя затраты и результаты становятся несопоставимыми.

Достаточно широкое распространение получила рентная оценка лесных ресурсов. Однако она не позволяет оценить лесные ресурсы с точки зрения их комплексного использования. Ее применение представляет собой попытку перенести способ оценки невоспроизводимых ресурсов на воспроизводимые. По величине ренты можно оценить месторождения полезных ископаемых, землю, на которой выращивается лес, но не лес, выращенный на земле. Это все равно, что оценить по величине ренты выращиваемую пшеницу. Наоборот, цена пшеницы, определяемая общественной потребностью в ней и затратами труда на ее производство в худших условиях определяет величину ренты. Кстати, она же определяет и величину ренты с земель, используемых для лесного хозяйства. Это известно со времен А. Смита. К. Маркс писал: «Одна из больших заслуг А. Смита заключается в том, что он показал, каким образом земельная рента с капитала, вложенного в производство других сельскохозяйственных продуктов, например льна, красильных трав, в самостоятельное животноводство и т. д., определяется той земельной рентой, которую приносит капитал, вложенный в производство основного продукта питания» [1, с. 670].

Возможность дать интегральную оценку лесных ресурсов по величине ренты отрицает И. В. Туркевич в книге «Кадастровая оценка лесов» [6]. Автор не смог оценить все виды пользования лесом по величине ренты и применил самые разнообразные методы оценки, отойдя от собственной теоретической базы. В связи с этим им был сделан вывод о невозможности оценить весь комплекс полезностей одним показателем: «Разнообразие получаемых эффектов при комплексном использовании лесов и неодинаковый характер их поступления во времени не позволяет выразить суммарный народнохозяйственный эффект, приносимый лесами, одним показателем» [6, с. 19]. Но разнообразие полезных эффектов не является принципиально непреодолимым препятствием для нахождения общего измерителя. Множество видов продукции всех отраслей народного хозяйства удовлетворяет самые разнообразные потребности общества. Базой для оценки являются общественно необходимые затраты труда (ОНЗТ) на их производство.

Иногда ОНЗТ трактуются в экономической литературе (и не только лесохозяйственной) как средние отраслевые, или нормативные. Такой подход игнорирует количественную определенность не только отраслевых затрат, но и в целом в общественном производстве. ОНЗТ являются показателем, непременно учитывающим общественную потребность в продукции и услугах. К. Маркс писал: «...если потребительная стоимость отдельного товара зависит от того, удовлетворяет ли он



сам по себе какую-либо потребность, то потребительная стоимость известной массы общественных продуктов зависит от того, адекватна ли она количественно определенной потребности в продукте каждого особого рода... Общественная потребность... — вот что определяет здесь долю всего общественного рабочего времени, которая приходится на различные особые сферы производства» [1, с. 691—692]. Распределение труда по отраслям в соответствии с общественной потребностью не является требованием только плановой экономики. В равной степени это — требование рыночного хозяйства. Однако в социалистическом обществе, в силу действия основного экономического закона и закона планомерного развития, создается возможность и необходимость учета общественной потребности при определении уровня ОНЗТ. «Соответствие продукции общественной потребности в качественном и количественном отношении — непереносимое условие признания затрат на ее производство в качестве ОНЗТ», — пишет Н. П. Федоренко [7, с. 105]. Таким образом, в качестве важнейшего фактора, определяющего ОНЗТ, выступает общественная полезность продукции и услуг отрасли. Данная общественная полезность — историческая категория: на разных этапах развития общества важнейшее значение для удовлетворения потребностей имели побочные пользования, охота, бортничество, получение древесины. Эти виды лесной продукции и в настоящее время играют важную роль, но к ним добавились средозащитные функции.

Совокупность продукции и полезностей леса, получаемых или возможных к получению в данном типе леса и при данных экономических условиях, мы называем комплексной продуктивностью лесного хозяйства (КПЛХ). Величина КПЛХ отражает возможность удовлетворения потребности в продукции и услугах леса и показывает верхнюю границу ОНЗТ. При расчете КПЛХ технически сложно установить систему цен на различную продукцию и услуги лесного хозяйства. На уровне лесовыращивания такая система цен отсутствует. Однако можно оценить весь комплекс полезностей леса в ценах реализации отдельных полезностей.

Эффект от использования лесных ресурсов овеществляется в производственной и непроизводственной сферах. Его величина определяется следующим образом. Пусть  $P_1$  — количество продукции, возможной к получению в отраслях, недостаточно использующих продукцию и полезности леса;  $P_2$  — дополнительное количество продукции, возможное к получению при полном использовании КПЛХ;  $Z_1$  — дополнительные затраты, которые необходимо осуществить в непроизводственной сфере при неполном использовании КПЛХ;  $Z_2$  — затраты, осуществляемые в непроизводственной сфере независимо от использования КПЛХ. Тогда подсистема народного хозяйства, полностью использующая КПЛХ, получит на выходе  $P_1 + P_2 - Z_2$ , при неполном использовании —  $P_1 - Z_2 - Z_1$ . Вычитая из первого выражения второе, получим эффект от использования КПЛХ в народном хозяйстве в ценах реализации. К этому виду цен относят: оптовые цены на лесоматериалы, семена, живицу, продукцию побочного пользования; прирост продукции или предотвращение ее потерь в отраслях, использующих защитные функции леса.

Для того чтобы перейти к оценке КПЛХ в ценах лесовыращивания, необходимо отделить долю стоимости, созданной работниками лесного хозяйства, от ее последующего приращения в лесопромышленных отраслях. В общем виде это можно сделать по межотраслевому балансу для любых взаимосвязанных отраслей. Если  $P_{ij}$  — стоимость продукции одной из  $n$  отраслей, поставляющих продукцию в  $m$  отраслей,

а  $\Delta P_{ij}$  — прирост стоимости продукции в  $j$ -той отрасли,  $K$  — доля  $i$ -той отрасли, то

$$K = \frac{\Sigma P_{ij}}{\Sigma P_{ij} + \Delta P_{ij}}, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m.$$

Для случая взаимодействия лесного хозяйства и лесной промышленности это — соотношение между стоимостью древесины на корню и готовой продукцией лесозаготовительной промышленности, т. е. соотношение по преysкурантам 07—01 и 07—03. Значение  $K$  для всех лесопромышленных отраслей можно рассчитать следующим образом: выделить ведущую отрасль в использовании продукции и услуг лесного хозяйства, распространить значение  $K$  на остальные отрасли, включить стоимость полученной продукции в межотраслевой баланс, по методике расчета цен оптимального плана получить уточненные исходные данные  $(P_{ij}, \Delta P_{ij})$  и  $K$  по видам пользования. Это чисто техническая, хотя и трудоемкая операция. На первом этапе можно воспользоваться общим коэффициентом, рассчитанным по продукции лесного хозяйства и лесной промышленности.

При оценке отдельных функций леса возникают свои теоретические и методические проблемы: какова точность определения натуральных показателей, используемых для экономической оценки, как учитываются географические и экономические факторы. Данные вопросы разрешимы, необходима только тщательность в изучении отдельных функций леса, детальный анализ и основательная статистическая обработка материала.

С учетом изложенного нами рассчитаны показатели фактической и потенциальной продуктивности комплексного лесного хозяйства в двух типах еловых лесов Горьковской области для случая бесконфликтного использования леса, т. е. одновременного получения всех видов продукции и полезностей леса без ущерба для каждой функции леса [3].

Большой интерес представляет изучение расширения использования отдельных функций за счет других. Теоретические и методические основы оценки при этом остаются теми же. Но этот случай требует широких исследований для получения надежных данных о влиянии использования различных функций на проявление остальных и большей детализации оценок тех функций, для которых получены усредненные данные. Использование расчетов КПЛХ в сочетании с расчетом затрат в различных вариантах в этом случае позволит подойти к оптимизации лесохозяйственного производства с учетом многообразных полезностей леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Маркс К. Капитал. Т. 3, ч. 2. — М.: Политиздат, 1975, с. 509—1084. [2]. Энгельс Ф. Анти-Дюринг. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 321. [3]. Воронин И. В., Трещевский Ю. И. Комплексная продуктивность хозяйства в некоторых типах ельников. — В кн.: Многоцелевое лесопользование. Каунас, 1982, с. 36—41. [4]. Миронов М. Спасти сайгаков. — Лесн. пром-сть, 1983, 8 янв., с. 4. [5]. Письменный Н. Р. Пропорциональность и эффективность лесохозяйственного производства. — Лесн. хоз-во, 1982, № 2, с. 8. [6]. Туркевич И. В. Кадастровая оценка лесов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 168 с. [7]. Федоренко Н. П. Вопросы оптимального функционирования экономики. — М.: Наука, 1980. — 200 с.

Поступила 20 января 1983 г.

УДК 630\*792 : 65.012.2 : 330.115

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЛПХ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

*П. Н. КОРОБОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Оптимальное планирование производственной программы на любом уровне (предприятие, объединение, отрасль) заключается в установлении объемов и ассортимента выпуска продукции, обеспечивающих максимальный экономический эффект производственной деятельности на данном уровне.

Результат решения этой задачи зависит, прежде всего, от того, какие факторы и условия, как и в какой мере учтены при ее решении. Естественно, что определяющими факторами следует считать: во-первых, потребности народного хозяйства в отдельных видах сырья, материалов и готовой продукции; во-вторых, производственные возможности предприятий (объединений, отрасли) с точки зрения обеспеченности их сырьевыми, материальными и трудовыми ресурсами, наличие производственных мощностей и возможности их дальнейшего развития.

Схематически результат производственной деятельности (по объему производства) можно представить как функцию от использования предмета труда ( $Q$ ), средств труда ( $M$ ) и самого труда ( $R$  — рабочая сила):

$$Z = F(Q, M, R).$$

Обилие сочетаний количественных значений этих факторов делает проблему определения объемов производства многовариантной.

Специфика лесной промышленности заключается в том, что каждое предприятие (а равно объединение или куст) располагает разнообразными лесосырьевыми ресурсами, которые неоднородны по сырьевым базам, а также внутри одной базы по выделам, кварталам и годам отвода в рубку. Как известно, эксплуатационный запас лесосечного фонда, отводимого в рубку, классифицируется по породно-размерно-качественным (ПРК) группам. По существующим ГОСТам из древесины той или иной ПРК-группы можно вырабатывать различные сортаменты круглых лесоматериалов, которые поставляются народному хозяйству в необработанном виде, а также могут перерабатываться на продукцию (шпалы, пиломатериалы, тару, ДСП, щепу) непосредственно на нижних складах лесопромышленных предприятий (ЛПХ), значительная часть используется в ЛПХ на капитальный ремонт и строительство. Поэтому для целей оптимального планирования производства, в дополнение к общим необходимо учитывать следующие отраслевые факторы:

специфику запасов древесины по лесосырьевым базам и годам их эксплуатации;

возможные направления дальнейшего использования сырья и готовой продукции из древесины (с учетом потребностей народного хозяйства);

сложившийся состав и мощности лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств на том или ином уровне планирования; возможности расширения (развития) производств;

необходимость комплексного полного использования лесосырьевых ресурсов как первичных, так и отходов в качестве вторичного сырья.

Ряд ученых (П. И. Горышин, П. С. Гейзлер, А. П. Петров, Р. В. Кардакова, М. Д. Каргополов, Г. А. Степаков и др.), а также сам автор в своих исследованиях ранее рассматривали отдельные вопросы оптимизации сортиментного плана, состава и размеров деревообрабатывающих производств. В этой работе излагается методика и результаты производственного эксперимента комплексной постановки и решения данной проблемы.

Проблема оптимизации планирования производственных программ посредством автоматизированных систем в лесной промышленности включает в себя отыскание ответов на следующие взаимосвязанные вопросы:

1) установление сортиментных планов лесозаготовок по сырьевым базам и пунктам примакивания. Объемы заготовки сортиментов соответствующих ПРК-групп выявляются здесь в зависимости от примакивания сырьевых баз и по назначению: для выполнения государственного плана поставок круглых лесоматериалов, обеспечения сырьем деревообрабатывающих производств на нижних складах, лимитного обеспечения собственных нужд ЛПХ на капитальный ремонт и строительство;

2) выявление возможностей, целесообразности и размеров расширения действующих и строительства новых деревообрабатывающих производств на нижних складах в целях получения готовой продукции для народного хозяйства при условии полного эффективного использования как первичных лесосырьевых ресурсов, так и отходов;

3) планирование выхода готовой продукции по ассортименту в деревообрабатывающих производствах ЛПХ, исходя из плановых заданий, количества и качества перерабатываемого сырья и существующих норм выхода продукции.

Методика решения этой проблемы в такой комплексной постановке (на примере отдельного ЛПХ и объединения) была впервые нами разработана и апробирована на производственных объектах в сотрудничестве с работниками ГСПИ.

В оптимизационных задачах большое значение имеет выбор критерия оптимальности, в качестве которого при решении разных проблем могут использоваться различные экономические показатели: прибыль, приведенные затраты, нормативная чистая продукция и др. [1]. В решении данных задач нами использован показатель расчетной прибыли ( $s$ ), как наиболее обобщающий результат производственной деятельности. Задачи решались на максимум суммарной расчетной прибыли от производственной деятельности всех лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств в целом по объединению ЛПХ.

$$\begin{aligned}
 F(x) = & \sum_{j, k, i, p}^{n, \xi, m, p} S_{j, k i p} x_{j, k i p} + \sum_{j, k, i, p}^{n, \xi, m, p} S_{j_2 k i p} x_{j_2 k i p} + \\
 & + \sum_{r, k, i, p}^{\epsilon, \xi, m, p} S_{r, k i p} x_{r, k i p} + \sum_{l, r, k, i, p}^{g, \epsilon, \xi, m, p} S_{l r_2 k i p} x_{l r_2 k i p} + \\
 & + \sum_{l, r, k', i, p}^{g, \epsilon, \xi', m, p} S_{l r_2 k' i p} x_{l r_2 k' i p} \rightarrow \max,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $j$  — индекс сортимента, реализуемого в круглом виде (на сторону —  $j_1$ , на собственные нужды —  $j_2$ ),  $j = \overline{1, n}$ ;  
 $k$  — индекс ПРК-группы древесины (деловой и дровяной),  $k = \overline{1, \xi}$ ;  
 $i$  — индекс сырьевой базы,  $i = \overline{1, m}$ ;  
 $p$  — индекс пункта примыкания,  $p = \overline{1, \rho}$ ;  
 $r$  — индекс сырьевого сортимента, реализуемого на сторону —  $r_1$ , или вид деревообрабатывающего производства в ЛПХ —  $r_2$ ;  $r = \overline{1, \varepsilon}$ ;  
 $l$  — индекс готовой продукции (по типоразмерам) деревообрабатывающих цехов ЛПХ,  $l = \overline{1, g}$ ;  
 $k'$  — индекс вторичного сырья из используемой части отходов,  $k' = \overline{1, \xi'}$ ;  
 $x$  — искомые переменные, характеризующие объем заготовки соответствующих сортиментов из различной древесины по ПРК-группам для реализации в круглом виде и переработки в деревообрабатывающих цехах ЛПХ на соответствующую продукцию ( $l$ ).

На искомые переменные налагаются условие неотрицательности и ограничения, отражающие основные условия, от которых зависит результат решения задачи.

Условие выполнения (в ряде случаев и перевыполнения) плановых заданий ( $P_{j_i}$ ) по поставкам круглых лесоматериалов за пределы объединения ЛПХ:

$$\sum_{k, i, p}^{\xi, m, \rho} x_{j, kip} \{ =, \geq \} P_{j_i}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Условие лимитного обеспечения круглыми лесоматериалами капитального строительства и ремонта в ЛПХ объединения ( $P_{j_2 ip}$ ):

$$\sum_{k=1}^{\xi} x_{j_2 kip} = P_{j_2 ip}, \quad \begin{cases} j = \overline{1, n}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}. \end{cases} \quad (3)$$

Условие выполнения плановых поставок сырьевых сортиментов ( $P_{r_1}$ ) за пределы объединения ЛПХ:

$$\sum_{k, i, p}^{\xi, m, \rho} x_{r, kip} = P_{r_1}, \quad r = \overline{1, \varepsilon}. \quad (4)$$

Условие обеспечения сырьем действующих, не предназначенных к расширению мощностей ( $M_{r_2 ip}$ ) деревообрабатывающих (лесопильных, шпалорезных) цехов:

$$\sum_{l, k}^{g, \xi} x_{lr_2 kip} = M_{r_2 ip}, \quad \begin{cases} r = \overline{1, \varepsilon}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}. \end{cases} \quad (5)$$

Условие обеспечения первичным сырьем деревообрабатывающих цехов, с установлением возможностей их расширения или нового строительства:

$$\sum_{l, k}^{g, \xi} x_{lr_2 klp} - M_{rt} y_{rip} = 0, \quad \begin{cases} r = \overline{1, \xi}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (6)$$

где  $M_{rt}$  — минимальная типовая мощность цеха по переработке сырья;  
 $y_{rip}$  — искомая переменная, характеризующая коэффициент кратности; для новых цехов  $y = 0, 1, 2, 3 \dots$ , для действующих  $y = 1(2), 3 \dots$

Условие образования (при раскряжке, в лесопилении, шпалопилении и др.) отходов ( $k'$ ), которые могут использоваться в других деревообрабатывающих производствах (тары, щепы и др.) в качестве вторичного сырья:

$$\sum_{j, k}^{n, \xi} \gamma_{k' j_1 klp} x_{j_1 klp} + \sum_{j, k}^{n, \xi} \gamma_{k' j_2 klp} x_{j_2 klp} + \sum_{r, k}^{\varepsilon, \xi} \gamma_{k' r_1 klp} x_{r_1 klp} + \sum_{r, k, l}^{\varepsilon, \xi, g} \gamma_{k' r_2 klp} x_{lr_2 klp} - X_{k' ip} = 0, \quad \begin{cases} k' = \overline{1, \xi'}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (7)$$

где  $\gamma$  — норма образования используемых отходов ( $k'$ ) при раскряжке или переработке древесины);

$X$  — искомая переменная, характеризующая объем отходов по видам.

Условие обеспечения сырьем деревообрабатывающих цехов, перерабатывающих как первичное сырье, так и отходы:

$$\sum_{k, l}^{\xi, g} x_{lr_2 klp} + \sum_{k', l}^{\xi', g} \varphi_{k' kl} x_{lk' r_2 pi} = M_{r_2 ip}, \quad \begin{cases} r' = \overline{1, \xi'}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (8)$$

где  $\varphi$  — коэффициент, учитывающий взаимозаменяемость первичного сырья вторичным (отходами), если в производстве  $l$ -й продукции они не равнозначны,  $\varphi \geq 1$ .

Условие (8) для случаев с учетом выявления возможностей развития или нового строительства деревообрабатывающих производств:

$$\sum_{k, l}^{\xi, g} x_{lr_2 klp} + \sum_{k', l}^{\xi', g} \varphi_{k' kl} x_{lk' r_2 pi} - M_{rt} y_{r' ip} = 0, \quad \begin{cases} r' = \overline{1, \xi'}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}. \end{cases} \quad (8')$$

Условие выполнения (возможно и перевыполнения) плановых заданий ( $P_l$ ) по поставкам готовой продукции деревообрабатывающих цехов за пределы объединения ЛПХ:

$$\sum_{k, i, p}^{\xi, m, \rho} \eta_{lr_2 klp} x_{lr_2 klp} + \sum_{k', i, p}^{\xi', m, \rho} \eta_{lr_2 k' ip} x_{lr_2 k' ip} \{=, \geq\} P_l, l = \overline{1, g}, \quad (9)$$

где  $\eta$  — нормы выхода готовой продукции из 1 м<sup>3</sup> сырья.

Условие выхода продукции ( $l'$ ), по которой не установлено плановое задание:

$$\sum_{k, l, p}^{\xi, m, \rho} \eta_{l' r_2 klp} x_{l' r_2 klp} + \sum_{k', i, p}^{\xi', m, \rho} \eta_{l' r_2 k' ip} x_{l' r_2 k' ip} \geq 0, \quad l' = \overline{1, g'}. \quad (9')$$

Условие по использованию сырьевых ресурсов в строгом соответствии с годовым отпуском леса в рубку:

$$\sum_{j=1}^n x_{j_1 k i p} + \sum_{j=1}^n x_{j_2 k i p} + \sum_{r=1}^{\varepsilon} x_{r_1 k i p} + \sum_{l, r_2}^{g, \varepsilon} x_{l r_2 k i p} = q_{k i p}, \begin{cases} k = \overline{1, \varepsilon}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (10)$$

где  $q$  — запасы древесины по соответствующим ПРК-группам, сырьевым базам и пунктам примыкания, отведенные в рубку на планируемый год.

В практике планирования общий объем отпуска леса в рубку по годам не всегда стабилен. Имеет место планирование наращивания объемов заготовки древесины по сырьевым базам и пунктам примыкания ( $\Delta Q_{ip}$ ). Для этих условий ограничение (10) примет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^n x_{j_1 k i p} + \sum_{j=1}^n x_{j_2 k i p} + \sum_{r=1}^{\varepsilon} x_{r_1 k i p} + \sum_{l, r}^{g, \varepsilon} x_{l r_2 k i p} - \omega_{k i p} = q_{k i p}, \begin{cases} k = \overline{1, \varepsilon}; \\ i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (11)$$

где  $\omega$  — искомая переменная, характеризующая дополнительный отвод леса в рубку по ПРК-группам, сырьевым базам и пунктам примыкания.

В этом случае в систему вводится дополнительное ограничение:

$$\sum_{k=1}^{\varepsilon} \gamma_{k i p} \omega_{k i p} \leq \Delta Q_{i p}, \begin{cases} i = \overline{1, m}; \\ p = \overline{1, \rho}, \end{cases} \quad (12)$$

где  $\gamma$  — коэффициент, учитывающий долю соответствующей ПРК-группы в общем запасе древесины, отведенной в рубку на планируемый год в сырьевой базе с учетом пункта примыкания.

Здесь рассмотрены ограничительные условия по использованию сырьевых ресурсов, выполнению и перевыполнению плановых заданий по поставкам круглых лесоматериалов и готовой продукции, которые являются определяющими при планировании производственной программы. Естественно, что в эту систему могут быть дополнительно введены ограничительные условия по использованию других производственных ресурсов, например фонда рабочего времени оборудования, фонда заработной платы и др. [1]. Однако не следует чрезмерно расширять систему ограничений за счет включения второстепенных условий. Следует учитывать основные — определяющие условия.

По этой модели нами были выполнены расчеты оптимальных производственных программ по ряду объединений Архангельской области на ЭВМ ЕС-1022 с использованием типовой программы для симплексного метода из пакета прикладных программ линейного программирования автоматизированной системы управления (ППП ЛП АСУ). Исходную информацию обрабатывали и записывали в матрицу размером  $300 \times 1500$  по трем ЛПХ, форма которой нами опубликована ранее [2]. Затем по блокам информацию переносили на перфокарты (массив по трем ЛПХ) — 6000 шт. На однократное решение задачи расходовалось примерно 20—30 с чистого машинного времени. Обычно задачи приходилось пропускать на ЭВМ дважды, что связано с необходимостью исправлений допущенных ошибок.

Эффект от оптимизации производственных программ — увеличение расчетной прибыли — в задачах по разным объединениям соста-

вил: от оптимизации сортиментных планов лесозаготовительных производств 0,21—0,26 р. на 1 м<sup>3</sup>; от оптимизации состава, размера деревообрабатывающих производств и программы выпуска готовой продукции 0,33—0,43 р. на 1 м<sup>3</sup> переработанного сырья (с учетом использования отходов).

Сравнительно небольшой период времени использования экономико-математических методов и ЭВМ в народном хозяйстве, в том числе и в отраслях лесной и лесоперерабатывающей промышленности, показал большую экономическую эффективность. Однако преимущества оптимизации решений следует рассматривать значительно шире, чем увеличение прибыли или, скажем, снижение затрат на производство. Внедрение экономико-математических методов и ЭВМ — основы автоматизированных систем управления — позволяет упорядочить систему планирования и управления производством, повысить обоснованность и оперативность при определении плановых заданий, а также корректировки их, при этом максимально исключить субъективные факторы.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Коробов П. Н. Математические методы планирования и управления в лесной и лесоперерабатывающей промышленности. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. [2]. Коробов П. Н. Оптимизация состава и размера производств комплексного лесозаготовительного предприятия (лесопромышленного комплекса). — В кн.: Экономические проблемы лесоперерабатывающей промышленности. Л., 1981. (Межвуз. сб. науч. тр.).

Поступила 23 февраля 1983 г.

УДК 630\*61

### О РАЗМЕРАХ ОБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ С НЕПРЕРЫВНЫМ НЕИСТОЩИТЕЛЬНЫМ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕМ\*

С. Х. ЛЯМЕБОРШАИ  
ВНИИЛМ

В настоящее время исследования по проблеме установления площади лесосырьевой базы, на которой возможно осуществление принципа непрерывности и неистощительности пользования лесом (ННПЛ), немногочисленны [1—3], и единого или даже близкого мнения по их результатам нет. Одни полагают, что объектом рассмотрения должно быть предприятие, другие — область или экономический район, третьи считают, что лесосырьевой базой с ННПЛ должна стать территория всей страны. Таким образом, вопрос о площади лесосырьевой базы с ННПЛ остается открытым. По нашему мнению, лесосырьевой базой с ННПЛ должна быть территория, на которой в плановом порядке формируется и пропорционально развивается комплекс взаимосвязанных отраслей лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности, создаваемый в целях решения конкретных народнохозяйственных задач. Территория лесосырьевых баз с ННПЛ должна иметь состав и соотношение ресурсов, которые были бы достаточны для решения поставленных задач и обеспечения полного, рационального и эффективного их использования.

С такой точки зрения площадь лесосырьевой базы с ННПЛ должна определяться в несколько этапов в соответствии с заранее разработан-

\* Печатается в порядке постановки вопроса.



ной методикой, исходя из общезкономических, лесоводственных, а также лесозаготовительных и других технических требований.

Основными элементами объекта хозяйствования с ННПЛ являются: лесосырьевые ресурсы, отрасли специализации, трудовые ресурсы, комплексирующие производства и инфраструктура, тесно связанные между собой. Под комплексирующими производствами здесь понимается совокупность вспомогательных производств и служб, оказывающих непосредственное влияние на основное производство. Взаимосвязь всех элементов, по нашему мнению, должна быть учтена на этапе оптимизации производственной структуры промышленного производства.

Кроме приведенных выше факторов, на определение площади лесосырьевой базы с ННПЛ влияет распределение площадей каждой хозяйственной секции по группам возраста.

Математически установлено, что равномерное пользование лесом в хозяйстве зависит от уровня распределения насаждений по классам возраста и от среднего накопления запаса: чем больше этот уровень приближается к единице, тем ближе к максимуму ежегодное накопление прироста. Численным выражением этого показателя может служить отношение запаса спелых насаждений к ежегодному накоплению прироста. Из сказанного следует, что средний запас спелого леса и среднее накопление запаса на 1 га являются также необходимыми элементами для определения площади лесосырьевой базы с ННПЛ.

Определение величины объекта с ННПЛ с учетом приведенных факторов возможно на основе систем математических моделей, учитывающих как частные, так и общие случаи эффективного использования лесных, материальных, финансовых и трудовых ресурсов, а также вопросы охраны лесов.

В данной работе на основе математического моделирования принята попытка установить площадь лесосырьевой базы с ННПЛ. Данная модель может быть полезна при определении отраслей специализации и комплексирующих производств, связанных с лесным хозяйством, лесозаготовительным и лесоперерабатывающим производством.

С экономической точки зрения, оптимальной следует считать ту площадь, где минимальны затраты на воспроизводство леса, заготовку и транспортировку древесины до нижнего склада и ее переработку.

Исследования хозяйственной деятельности предприятий малолесных районов показали, что затраты на лесохозяйственное и лесопромышленное производство по мере роста концентрации производства уменьшаются по закону гиперболы:

$$Z_n = \frac{A}{S:P} + b = \frac{AP}{S} + b, \quad (1)$$

где  $Z_n$  — затраты на лесохозяйственное и лесозаготовительное производство на 1 га лесной площади, р.;

$S$  — размер объекта непрерывного и неистощительного лесопользования, тыс. га;

$P$  — отношение лесопокрытой площади к общей, доли единицы;

$A$  — степень снижения затрат;

$b$  — предел снижения затрат.

Транспортные затраты предприятия по мере увеличения концентрации возрастают по закону параболы:

$$Z_t = C\sqrt{S:P}, \quad (2)$$

где  $C$  — степень возрастания затрат.

Сумма затрат на производство и транспортировку

$$Z = Z_n + Z_r = \frac{AP}{S} + b + C \sqrt{\frac{S}{P}}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим производную от  $Z$  по  $S$ , откуда формула для определения оптимальной площади лесосырьевой базы с ННПЛ примет следующий вид:

$$S = P \sqrt[3]{\left(\frac{2A}{C}\right)^2}. \quad (4)$$

Чтобы конкретизировать расчеты оптимального размера площади объекта с ННПЛ в зависимости от природных и экономических условий, необходимо определить в формуле (4) величины  $A$  и  $C$ .

В условиях постоянного и непрерывного пользования затраты будут изменяться в зависимости от мощности предприятия. Затраты на транспорт увеличиваются по мере приближения фактического пользования к потенциальному, а также по мере уменьшения лесистости и открытой лесом площади.

На основе данных 1360 предприятий в рамках темы «Разработка рекомендаций по совершенствованию системы управления лесным хозяйством», выполненной нами во ВНИИЛМе в 1976—1980 гг., выявлена четкая связь интенсификации лесного хозяйства, лесообеспеченности и рельефа местности. В результате выведен коэффициент  $K$ , отражающий природно-экономические и социальные факторы, которые прямо влияют на размер объекта ННПЛ. После определения коэффициента  $K$  были конкретизированы величины  $A$  и  $C$ . Они оказались производными от потенциальной лесосеки, компактности территории, лесистости и запаса спелых насаждений на 1 га.

В окончательном виде формула для определения размера объекта хозяйствования с непрерывным неистощительным лесопользованием имеет вид

$$S = KP \sqrt[3]{(1 + 0,555R)^2 L^2 m}, \quad (5)$$

где  $K$  — коэффициент, отражающий природно-экономические и социальные факторы;

$$K = \frac{NL_p}{1,4G};$$

$N$  — лесообеспеченность, га/чел.;

$L_p$  — среднее накопление прироста, м<sup>3</sup>/га;

$R$  — потенциальная расчетная лесосека, в первом приближении принимается равной  $L_p$ ;

$L$  — лесистость, %;

$G$  — коэффициент, учитывающий рельеф местности;

$$G = 1 + 0,006x;$$

$x$  — доля участия гор в ландшафте объекта, %.

С учетом приведенных в формуле (5) факторов и их конкретных величин рассчитан размер объекта по некоторым областям. Данные приведены в таблице.

По формуле (5) можно определить площадь сырьевой базы с ННПЛ, которая явится исходным пунктом для оптимизации производственной программы в объекте хозяйствования.

Размер объекта непрерывного и неистощительного пользования по областям и показателям

Область	$L_p$ м <sup>3</sup> /га	$P$ доли единиц	$N$ га/чел.	$L$ %	$m$ м <sup>3</sup> /га	$S$ тыс. га
Архангельская	1,08	0,73	40,00	36,9	116	1779
Новгородская	2,71	0,71	7,40	56,8	91	1353
Владимирская	4,12	0,86	1,86	46,4	138	694
Московская	3,74	0,88	0,76	40,2	130	225
Кировская	3,35	0,92	7,24	57,7	128	2416
Воронежская	3,25	0,82	2,12	9,5	94	163

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин Н. П. Определение площади лесных предприятий с непрерывным лесопользованием. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 40 с. [2]. Анучин Н. П. Теория и практика организации лесного хозяйства. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 175 с. [3]. Моисеев Н. А., Синицын С. Г. Непрерывное и неистощительное пользование лесом — основополагающий принцип организации лесозаготовки и лесного хозяйства. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 5—12.

Поступила 11 марта 1983 г.

УДК 630\*792

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМОВ И СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕХАХ ДЕРЕВООБРАБОТКИ КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕСХОЗОВ

В. И. ГНУЧАЯ

УкрНИИЛХА

Комплексные лесохозяйственные предприятия осуществляют лесное хозяйство, лесозаготовки, деревообработку, заготовку и переработку продуктов побочного пользования. На них возложены и задачи наиболее полного, эффективного использования древесины от рубок ухода за лесом, отходов всех видов производств.

Ассортимент и объемы продукции, выпускаемой цехами деревообработки лесхоззагов, зависят от качественного состава, размеров лесосырьевой базы и структуры промышленного производства. Нередко в лесхозагах имеется несколько небольших цехов по переработке древесного сырья, расположенных в разных лесничествах. Основной продукцией, вырабатываемой из древесины, являются: пиломатериалы, тара ящичная, клепка винная и заливная, паркет, древесная стружка, щепа технологическая и товары народного потребления.

Оптимизация производственной программы играет важную роль в повышении эффективности не только для предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности, но и для лесохозяйственных с ограниченными сырьевыми базами. Именно дефицитность лесосырьевых ресурсов является важнейшим фактором при выборе критерия для оптимизации производственной программы в комплексных предприятиях. Доказано [1], что такие традиционные показатели, как приведенные затраты, рентабельность, применяемые в качестве критерия оптимальности для специализированных предприятий, непригодны для комплексных хозяйств, которые комбинируют различные производства. Для этой цели рекомендуются показатели, отражающие эффективность использования древесного сырья, а именно — расчетная прибыль с единицы стоимости потребленного древесного сырья [2].

Комплексные лесохозяйственные предприятия должны обеспечивать полное использование оставшейся после реализации древесины и ее отходов. В связи с этим показатели оптимальности устанавливаются исходя из более полного и эффективного использования всех древесных ресурсов, направляемых в переработку. Поэтому критерий оптимальности должен обеспечивать условие не только эффективного использования древесного сырья, но и полного его потребления.

Для оптимизации применялся видоизмененный симплексный метод с двумя целевыми функциями. Введение второй дополнительной функции дает возможность полного использования древесного сырья с наибольшим экономическим эффектом.

Экономико-математическая модель имеет следующий вид:

$$\sum_{ij} P_{ij} x_{ij} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{ij} C_i x'_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\sum_j x_{ij} \leq A_i,$$

т. е. объем использованного сырья не должен превышать ресурсы его на предприятии:

$$\sum_j x_{ij} b_{ij} \geq B_j,$$

следовательно, объем производства продукта не должен быть меньше заданной мощности:

$$x_{ij} \geq 0.$$

- Здесь  $i$  — номер вида сырья;  
 $j$  — номер вида продукции;  
 $A_i$  — объем  $i$ -того вида сырья;  
 $B_j$  — объем производства  $j$ -той продукции;  
 $b_{ij}$  — выход  $j$ -той продукции с единицы  $i$ -того вида сырья (величина обратная норме расхода сырья);  
 $x_{ij}$  — искомый объем  $i$ -того вида сырья, потребляемого  $j$ -тым производством;  
 $x'_{ij}$  — искомый объем  $i$ -того вида сырья, недоиспользованного в  $j$ -том производстве;  
 $P_{ij}$  — расчетная прибыль на единицу  $i$ -того вида сырья, используемого в  $j$ -том производстве;  
 $C_i$  — стоимость  $i$ -того вида сырья.

Исходные данные, использованные при решении задачи, представлены в табл. 1. Виды древесного сырья указаны согласно классификации, принятой в лесхозагах лесной зоны УССР. Значения объемов каждого вида рассчитаны для среднего предприятия зоны с покрытой лесом площадью 30 тыс. га. Стоимость сырья принята по Прейскуранту № 07—03 «Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова)», 1980 при условии, что 65 % сырья в предприятии составляют хвойные породы.

Модель отвечает условиям комплексных лесохозяйственных предприятий, так как отражает зависимость между качественными характеристиками сырья и выходом конечной продукции, между результатами производства и условием наиболее полного вовлечения сырья в пе-

Таблица 1

Сырье, поступающее в переработку ( $x_{ij}$ ), и его объемы ( $A_i$ ), м <sup>3</sup>	Стоимость единицы сырья ( $C_i$ ), р.	Нормы расхода сырья, м <sup>3</sup> (числитель) и расчетная прибыль, р. (знаменатель) по видам и объемам выпускаемой продукции ( $B_j$ )									
		Пиломатериалы ( $B_1$ ), 2500 м <sup>3</sup>	Тара ящичная ( $B_2$ ), 4000 м <sup>3</sup>	Шела технологическая ( $B_3$ ), 5000 м <sup>3</sup>	Паркет шпиготовый ( $B_4$ ), 50 тыс. м <sup>2</sup>	Клепка залитая ( $B_5$ ), 200 м <sup>3</sup>	Клепка вишневая ( $B_6$ ), 80 м <sup>2</sup>	Древесная стружка ( $B_7$ ), 400 т	Шпакетник ( $B_8$ ), 1500 м <sup>3</sup>	Дрань шпугатурная ( $B_9$ ), 5000 тыс. шт.	Заготовки для паркета ( $B_{10}$ ), 500 м <sup>3</sup>
Пилоочник: 2850	28,39	$\frac{1,56}{1,67}$	×	×	$\frac{2,28}{2,70}$	×	×	×	×	$\frac{2,47}{1,5}$	$\frac{5,2}{2,08}$
Тарно-клепочный край: 2590	23,42	$\frac{2,02}{1,38}$	×	×	×	$\frac{2,4}{1,31}$	$\frac{3,6}{1,96}$	×	×	×	×
Стройлес: 2198	25,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	$\frac{5,5}{2,22}$
Технологические дрова: 5780	20,04	$\frac{2,40}{1,37}$	×	×	×	×	×	$\frac{3,0}{0,51}$	×	×	×
Древесина от рубок ухода: 16730	17,00	$\frac{1,6}{2,73}$	2,40 1,44	1,20 1,38	$\frac{2,47}{4,16}$	×	×	×	1,94 1,37	$\frac{3,0}{2,09}$	$\frac{6,0}{3,02}$
Отходы лесообработки: 2042	4,05	×	×	1,25 3,58	$\frac{2,8}{15,4}$	×	×	3,00 2,53	×	$\frac{3,5}{7,50}$	×
Отходы лесозаготовок: 2430	3,25	×	×	$\frac{1,3}{4,30}$	×	×	×	×	2,00 7,09	$\frac{0,43}{5,54}$	$\frac{6,5}{15,6}$

Примечание. × — сырье нецелесообразно использовать при производстве данного вида продукции.

Таблица 2

Сырье	Объем выпускаемой продукции по видам и расчетная прибыль										
	Пиломатериалы, м <sup>3</sup>	Тара вышечная, м <sup>3</sup>	Щепы технологические, м <sup>3</sup>	Паркет штучный, тыс. м <sup>2</sup>	Клейка заливная, м <sup>2</sup>	Клейка винная, м <sup>2</sup>	Древесная стружка, т	Штакетник, м <sup>3</sup>	Дрань штукатурная, тыс. шт.	Заготовки для паркета, м <sup>2</sup>	Черенки для лопат, тыс. шт.
Пиловоочник	1000 76,6	×	×	×	×	×	×	×	×	500 52,6	×
Тарно-клепочный кряж	×	900 58,9	×	×	200 14,7	80 13,2	×	×	×	×	×
Стройлес	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	400 123,0
Технологические дрова	×	1900 125,7	×	×	×	×	400 12,3	×	×	×	×
Древесина от рубок ухода	1500 108,7	1200 69,8	3100 88,2	36,6 223,8	×	×	×	1500 67,8	5000 38,7	×	×
Отходы деревообработки	×	×	×	13,4 127,3	×	×	×	×	×	×	×
Отходы лесозаготовок	×	×	1900 33,9	×	×	×	×	×	×	×	×

Примечание. В числителе — объем продукции в натуральном выражении; в знаменателе — расчетная прибыль с переработанного древесного сырья, тыс. р.

переработку. Введение второй дополнительной функции определенным образом меняет и порядок расчета при симплексном методе. Во-первых, в обычной симплексной таблице вверху добавляется строка коэффициентов второй линейной функции, слева — графа коэффициентов этой функции при базисных неизвестных, снизу — строка со значениями второй функции и оценками и последняя строка, состоящая из отношений оценок первой и второй функций. При переходе от одной итерации к другой ключевой считают графу, имеющую максимальное отношение оценок первой и второй функций.

Задача решалась на ЭВМ ЕС-1033. Окончательное решение получено за 39 итераций; при этом достигли оптимума обе функции (табл. 2). Графическим отображением решения является целевой многоугольник, вершинами которого служат значения целевых функций.

Общий объем расчетной прибыли со всего переработанного сырья составил 1235,2 тыс. р., при этом сырье будет использоваться полностью.

Видоизмененный симплексный метод с двумя целевыми функциями, применяемый для оптимизации производственной программы, позволит выбрать направления наиболее эффективного потребления древесного сырья в цехах лесхоззагов и его полного, комплексного использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Петров А. П. О критерии и показателях экономической эффективности организации лесопромышленных комплексов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 6, с. 127—128. [2]. Петров А. П. Организация комплексного использования лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1978, с. 33—34.

Поступила 17 февраля 1983 г.

УДК 674.003.12

### О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДИКИ ОТНЕСЕНИЯ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ РАСХОДОВ НА СОДЕРЖАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

В. Л. БЕРЕСТОВ

Брянский технологический институт

Один из важных вопросов совершенствования методов планирования и учета себестоимости продукции — научно обоснованное распределение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) между отдельными видами продукции.

На практике эти расходы чаще всего распределяются пропорционально основной заработной плате производственных рабочих. Этот способ был приемлем в период становления социалистической экономики, когда техническая оснащенность производства находилась на сравнительно низком уровне. Неуклонный рост механизации и автоматизации производственных процессов привел к резкому возрастанию доли РСЭО в себестоимости продукции при уменьшении доли заработной платы. В этой связи распределение их пропорционально основной заработной плате производственных рабочих перестало отражать действительные затраты на производство отдельных видов продукции. В этих условиях значительная часть расходов высокомеханизированных произ-

водств необоснованно включалась в себестоимость продукции, изготовляемой в производствах, менее оснащенных техникой.

Такое положение подрывает основы хозяйственного расчета и отрицательно сказывается на нормативной базе ценообразования, а также на нормативах чистой продукции.

РСЭО необходимо относить на себестоимость продукции в зависимости от условий ее изготовления, сложности используемого оборудования, эксплуатационных затрат на 1 ч работы оборудования.

Этим требованиям отвечает метод распределения РСЭО по нормативным сметным ставкам. Впервые он был рекомендован в Инструкции по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции в машиностроении и металлообработке, утвержденной в 1964 г. [1]. Этот метод приемлем также и для деревообрабатывающих, в частности мебельных предприятий, однако не нашел там применения. Одной из причин явилось отсутствие простой и удобной методики расчета сметных ставок для конкретных условий каждого предприятия. В 1977 г. такая методика была разработана кафедрой экономики и организации производства Пермского политехнического института [2]. Суть этой методики заключается в следующем.

Основным нормативом РСЭО, приходящихся на изделие (узел или комплект деталей), является сметная ставка распределения этих расходов, которую рассчитывают в зависимости от времени и сложности их изготовления на применяемом технологическом оборудовании.

Базой для расчета ставок РСЭО служит плановая смета расходов, составленная по цехам и предприятию в целом. Ставки РСЭО, рассчитанные на изделия (узлы или комплекты деталей) цехам — участникам их изготовления, являются составной частью калькуляционной статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования». Сумма ставок РСЭО по всем цехам должна давать сметную ставку РСЭО на изделие по предприятию в целом.

Плановые ставки РСЭО являются основой распределения фактической суммы РСЭО по изделиям (узлам или комплектам деталей).

Рассмотрим последовательность расчета сметных ставок РСЭО.

Основное технологическое оборудование цеха объединяют в однородные группы. В каждой группе выбирают модель-представитель, у которой балансовая стоимость, ремонтная сложность и установленная мощность двигателей близки к средним показателям по группе в целом.

В дальнейшем в целях упрощения все расчеты ведут только по отношению к моделям-представителям.

Затем рассчитывают нормы затрат по элементам РСЭО на 1 ч работы моделей-представителей по трем элементам (в целях упрощения): на амортизацию, на электроэнергию, на текущий ремонт и прочие расходы.

Затраты на амортизацию на 1 маш.-ч работы оборудования определяют по формуле

$$A = \frac{C_b H_a}{100 \Phi_0}, \quad (1)$$

где  $C_b$  — балансовая стоимость единицы оборудования;

$H_a$  — годовая норма амортизации;

$\Phi_0$  — годовой плановый фонд времени работы оборудования.

Затраты на электроэнергию на 1 ч работы оборудования

$$\mathcal{E} = H_y K_c C_э, \quad (2)$$

где  $H_y$  — установленная мощность электродвигателей на модели-представителе;

$K_c$  — коэффициент спроса (отношение потребляемой мощности к установленной по цеху или группе оборудования);

$C_э$  — стоимость 1 кВт-ч электроэнергии.



Затраты на текущий ремонт и прочие расходы на 1 ч работы оборудования определяют следующим образом. Вначале из годовой плановой сметы РСЭО вычитают суммы амортизационных отчислений и расходов на электроэнергию. Полученный остаток сметы РСЭО делят на суммарное количество единиц ремонтной сложности установленного парка оборудования и определяют средние расходы, приходящиеся на одну ремонтную единицу в год. Умножив эту величину на ремонтную сложность модели-представителя и разделив на годовой плановый фонд времени, получают часовые затраты на текущий ремонт и прочие РСЭО по каждой модели-представителю.

Следующий этап — определение коэффициентов приведения РСЭО по однородным группам оборудования.

По каждой модели-представителю однородной группы подсчитывают себестоимость 1 маш.-ч работы, суммируя нормативные затраты по элементам РСЭО (амортизация, электроэнергия, текущий ремонт и прочие расходы); затем одну из моделей-представителей условно принимают за базовую, коэффициент приведения которой равен единице.

Чаще всего это наиболее распространенный вид оборудования (характерный для данного цеха). Коэффициент приведения по основным моделям-представителям определяют как отношение их нормативной величины РСЭО на 1 ч работы к нормативной величине РСЭО базовой модели.

Далее определяют машиноемкость (в машинно-часах) каждого изделия (узла или комплекта деталей) по однородным группам оборудования (моделей-представителей), исходя из нормированной трудоемкости. Для этого нормо-часы (нормируемое время, в течение которого занято технологическое оборудование) делят на коэффициент выполнения норм по каждой группе оборудования.

Затем определяют количество коэффициентно-машинно-часов на единицу каждого изделия и на годовую программу их выпуска. Вначале машиноемкость каждого изделия по однородным группам оборудования умножают на соответствующие коэффициенты приведения. Полученные коэффициентно-машинно-часы суммируют и определяют общее количество коэффициентно-машинно-часов на изделие. Затем это количество умножают на годовую программу выпуска с учетом изменения незавершенного производства и суммируют по всей номенклатуре производственной программы цеха. В результате получается количество коэффициентно-машинно-часов на годовой объем выпуска продукции цехом по плану.

Среднюю себестоимость одного коэффициентно-машинно-часа определяют путем деления итога сметы РСЭО на количество коэффициентно-машинно-часов объема выпуска продукции за тот же период (год):

$$C_{\text{кмч}} = \frac{PCЭО}{KMЧ}, \quad (3)$$

где  $PCЭО$  — годовая сумма РСЭО;

$KMЧ$  — общее количество коэффициентно-машинно-часов на объем производства цеха за год.

И, наконец, находят сметную ставку РСЭО по изделиям как произведение средней себестоимости коэффициентно-машинно-часа на их количество, приходящееся на данное изделие:

$$C_{\text{рзсэо}} = C_{\text{кмч}} KMЧ_{\text{изд}}, \quad (4)$$

где  $KMЧ_{\text{изд}}$  — количество коэффициентно-машинно-часов на изделие (узел, комплект деталей).

Ежемесячно исчисляют сумму РСЭО по сметным ставкам на фактически выпущенную продукцию и на остаток незавершенного производства, пропорционально которой распределяют фактические расходы.

Выполненные по данной методике расчеты для ряда предприятий п/о Брянскмебель, в частности для Брянской мебельной фабрики (см. табл.), показали значительные расхождения результатов распределения РСЭО на себестоимость изделий по сметным ставкам (принятых за 100 %) от результатов распределения пропорционально основной заработной плате производственных рабочих.

Сами по себе данные таблицы не говорят о преимуществах описанного метода. Но ввиду очевидных слабостей метода распределения пропорционально зарплате, отмеченных в начале статьи, предпочтение следует отдать новому методу; он может быть рекомендован для деревообрабатывающей промышленности.

Изделие	Величина РСЭО по изделиям при распределении		Отклонение, %
	пропорционально заработной плате производственных рабочих	по методу сметных ставок	
Антресоль большая	7,91	8,71	90,8
» малая	5,39	5,84	92,3
Шкаф для посуды	23,53	24,92	94,4
Шкаф для книг	19,72	18,74	105,2
Секретер	21,74	20,08	108,3

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции в машиностроении и металлообработке. Утв. Госпланом СССР, 1964 г. — М., 1964. — 26 с. [2]. Разработка методики распределения расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и отнесения их на себестоимость продукции: Отчет/ Перм. политехнич. ин-т. — Пермь, 1977. — 17 с.

Поступила 18 ноября 1982 г.

УДК 658.155 : 684.5

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ НА МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Т. И. КОЖЕВНИКОВА

Московский лесотехнический институт

Одно из направлений дальнейшего развития и укрепления хозяйственного расчета на современном этапе развития экономики — совершенствование действующей системы распределения прибыли, в частности, переход к распределению ее на основе долговременных экономических нормативов. При этом важно определить возможные размеры балансовой прибыли с учетом влияющих на нее факторов. Нами исследовано влияние ряда факторов на балансовую прибыль производственных объединений и предприятий ВПО Югмебель и получена экономико-математическая модель формирования балансовой прибыли.

Модель строили по данным 21 предприятия ВПО Югмебель за 1975—1981 гг. В качестве анализируемого показателя взята балансовая прибыль, приходящаяся на 1 р. товарной продукции.

На первом этапе исследования в модель были включены следующие факторы: материальные затраты на 1 р. товарной продукции, р./р.; заработная плата на 1 р. товарной продукции, р./р.; фондовооруженность труда, рассчитанная по активной части основных производственных фондов, тыс. р./чел.; продолжительность оборота оборотных средств, дн.; производительность труда, рассчитанная по чистой продукции, тыс. р.; доля активной части в общей стоимости производственных основных фондов, %; размер нормируемых оборотных средств на 1 р. товарной продукции, р./р.; электровооруженность труда, тыс. кВт·ч/чел.; доля рабочих в общей численности промышленно-производственного персонала, %.

Расчет проводили по стандартной программе «RECOR». Факторы отбирали по коэффициенту множественной корреляции, значению *t*-критерия Стьюдента, значению  $\beta$ -коэффициентов, стандартной ошибке коэффициента регрессии.

В результате проведенного отбора факторов получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 0,2921 - 0,40454 X_1 - 0,0277 X_2 + 0,00863 X_3 - 0,00114 X_4 + 0,02569 X_5, \quad (1)$$

где  $Y$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  — соответственно балансовая прибыль, материальные затраты и заработная плата на 1 р. товарной продукции, р./р.;

$X_3$  — фондовооруженность труда, тыс. р./чел.;

$X_4$  — продолжительность оборота оборотных средств, дн.;

$X_5$  — производительность труда, тыс. р.

Основные характеристики модели: коэффициент множественной корреляции — 0,84; критерий Фишера — 34,82; стандартная оценка ошибки — 0,056. Полученные характеристики говорят о значимости и достоверности модели. Модель (1) может быть использована для расчета сумм прибыли на перспективный период.

На основе полученных моделей образования балансовой прибыли предлагается методика расчета нормативов распределения прибыли. Модели распределения балансовой прибыли строятся для определения отчислений от прибыли в бюджет и суммы прибыли, оставляемой на собственные нужды предприятий и производственных объединений.

Производственные объединения и предприятия ВПО Югмбель различаются размерами получаемой прибыли и структурой ее распределения. Поэтому для получения экономико-математических моделей распределения прибыли производственные объединения и предприятия были сгруппированы по показателю общей рентабельности. Последний рассчитан исходя из сумм балансовой прибыли, полученных по экономико-математической модели (1). Балансовая прибыль, рассчитанная по модели, является, на наш взгляд, достаточно объективным показателем, характеризующим условия производства, так как определяется с учетом ряда экономических факторов. Поэтому и показатель общей рентабельности может быть использован в качестве группировочного признака.

Группировку проводили по среднему уровню общей рентабельности за 1975—1981 гг. Все производственные объединения и предприятия были разделены на три группы: с низкой (4—25 %), средней (25,1—46 %), высокой (46,1—67 %) рентабельностью. Модели распределения прибыли строили по этим группам предприятий.

В общей системе распределения прибыль разделена на три основных элемента: отчисляемая в бюджет, оставляемая на собственные нужды производственных объединений и предприятий и направляемая в промышленное объединение. Экономико-математические модели строили для определения абсолютной суммы отчислений от прибыли в бюджет и суммы прибыли, оставляемой на собственные нужды предприятий и объединений.

Согласно «Положению о порядке распределения прибыли министерств, всесоюзных (республиканских) промышленных объединений и предприятий, переведенных на нормативный метод распределения прибыли»\*, абсолютная сумма платежей в бюджет состоит из платы за основные производственные фонды и нормируемые оборотные средства, фиксированных (рентных) платежей и отчислений от прибыли.

Мебельные предприятия не вносят фиксированных платежей. Плата за фонды можно легко определить по нормативной ставке (6 %). Поэтому уравнения регрессии строили для определения отчислений от прибыли в бюджет ( $Y$ ) в зависимости от суммы балансовой прибыли

\* Эконом. газ. 1979, № 47.

(X). Из балансовой прибыли исключали прибыль, имеющую целевое назначение.

Общий вид зависимости выбирали по коэффициенту парной корреляции; значению t-критерия Стьюдента; значению критерия Фишера. В результате анализа статистических критериев для каждой группы производственных объединений и предприятий были отобраны уравнения регрессии для групп предприятий по уровню рентабельности:

первой

$$Y = 12,0455 + 0,00461 X,$$

второй

$$Y = 18,698 + 0,00769 X;$$

третьей

$$Y = -5,0216 + 0,0147 X.$$

Здесь  $Y$  — прибыль, отчисляемая в бюджет, тыс. р.;

$X$  — балансовая прибыль (за минусом прибыли, имеющей целевое назначение), тыс. р.

После взносов платежей в бюджет оставшуюся прибыль направляют на покрытие собственных расходов производственных объединений и предприятий. Для определения суммы прибыли, необходимой на собственные нужды предприятий, нами была получена экономико-математическая модель, выражающая зависимость прибыли, оставляемой на собственные нужды, от расчетной прибыли. Проведенные исследования показали, что зависимость между названными показателями выражается степенной функцией вида:  $Y = \sqrt{X}$ .

Для первой группы производственных объединений и предприятий было получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = -106,429 + 26,088 \sqrt{X};$$

для второй

$$Y = -141,583 + 28,196 \sqrt{X};$$

для третьей

$$Y = -87,438 + 14,431 \sqrt{X}.$$

Здесь  $Y$  — прибыль, оставляемая на собственные нужды, тыс. р.;

$X$  — расчетная прибыль, тыс. р.

На основе полученных экономико-математических моделей рассчитывают балансовую прибыль на плановый период по каждому производственному объединению и предприятию ВПО Югмбель, а также нормативы ее распределения. Норматив отчислений от прибыли в бюджет устанавливают в процентах к балансовой прибыли (за вычетом прибыли целевого назначения). Норматив прибыли, оставляемой на собственные нужды производственных объединений и предприятий, предлагается рассчитывать в процентах к расчетной прибыли. Размер прибыли, подлежащей отчислению в промышленное объединение, будет определяться как разница между расчетной прибылью и оставляемой на собственные нужды производственных объединений и предприятий.

Таким образом, промышленное объединение может заранее устанавливать производственным объединениям и предприятиям норматив (и абсолютную сумму) платежей в бюджет и норматив прибыли на покрытие собственных расходов.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630\*232.31.001.2

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБИЛИЯ ПЛОДОНОШЕНИЯ  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Б. К. ТЕРМЕНА, Л. Г. СТАНКЕВИЧ

Черновицкий государственный университет

Одни и те же маточники идентичных видов древесных растений в разные годы различаются обилием плодоношения ([6] и др.). Для установления причин этого явления и факторов, его определяющих, мы сравнивали обилие плодоношения и метеорологические условия в процессе формирования урожая [3].

Корреляционным анализом установлено, что наиболее существенное влияние на плодоношение древесных растений оказывают среднесуточная температура ( $r = 0,81 \pm 0,049$ ), средний дефицит влажности воздуха ( $r = 0,83 \pm 0,022$ ) в период заложения генеративных почек, условия перезимовки ( $r = 0,70 \pm 0,061$ ) и нагрузка маточника урожаем предшествующего года ( $r = 0,64 \pm 0,065$ ).

В качестве модельных отобраны древесные растения различного географического происхождения, отличающиеся сроками заложения генеративных почек, характером органообразовательных процессов и ритмом развития, а также обилием плодоношения.

Обилие плодоношения определяли в баллах по шкале А. А. Корчагина [2]. Для получения объективных показателей у деревьев с помощью зрительной трубы ЗРТ-460 подсчитывали число плодов в 12 полях зренья. Зрительную трубу устанавливали на штативе последовательно с восточной, северной, западной и южной стороны маточника, переводили в верхнюю, нижнюю и среднюю треть кроны и в каждом из этих положений подсчитывали число плодов в одном поле зренья. Затем число плодов пересчитывали на единицу площади, эту цифру и принимали за показатель обилия плодоношения. На кустарниках срезали по 4 ветки с верхней и нижней части куста различных экспозиций. Подсчитывали плоды и определяли их число на 1 м ветки.

На основании многолетних данных динамики плодоношения модельных маточников древесных растений в связи с метеорологическими условиями высчитаны уравнения множественной линейной регрессии. В связи с тесной корреляцией ( $r = 0,75-0,95$ ) многих метеорологических показателей представлялось возможным построить малопараметрические математические модели, достаточно адекватно отражающие зависимость обилия семенной продуктивности от комплекса существенно влияющих факторов:

*Aesculus parviflora* Walt.

$$y = -12,0177 + 0,1672x_1 + 0,5870x_2 + 2,5279x_3 + 0,5424x_4;$$

*Amelanchier spicata* C. Koch

$$y = -7,6680 + 0,1379x_1 + 0,1228x_2 + 0,3049x_3 - 0,2919x_4;$$

*Amorpha fruticosa* L.

$$y = -7,1759 + 0,5009x_1 - 0,3096x_2 - 6,1005x_3 - 0,6929x_4;$$

*Castanea sativa* Mill.

$$y = -4,8055 + 0,5332x_1 - 0,1174x_2 - 0,3237x_3 - 0,4415x_4;$$

*Catalpa bignonioides* Walt.

$$y = -0,6826 + 0,4498x_1 - 0,1119x_2 + 0,3267x_3 - 0,1595x_4;$$

*Koelreuteria paniculata* Laxm.

$$y = 3,8677 + 0,3545x_1 - 0,4296x_2 - 1,5025x_3 - 0,5271x_4;$$

*Liriodendron tulipifera* L.

$$y = 2,1118 + 0,1203x_1 - 0,0084x_2 + 0,4490x_3 - 0,5557x_4;$$

*Padus grayana* Schneid.

$$y = -7,0272 + 0,2473x_1 - 0,0146x_2 + 4,2285x_3 + 0,3352x_4;$$

*Pterostyrax hispida* Sieb. et. Zucc.

$$y = -4,5536 + 0,1841x_1 + 0,2056x_2 + 2,3347x_3 - 0,0819x_4;$$

*Sorbus aria* Crantz.

$$y = -9,9404 + 0,7492x_1 - 0,1336x_2 + 1,3666x_3 - 0,3403x_4,$$

где  $y$  — семенная продуктивность, баллы;

$x_1$  — среднесуточная температура воздуха в период заложения генеративных почек;

$x_2$  — средний дефицит влажности воздуха за этот период;

$x_3$  — показатель относительных температур воздуха за вторую половину зимы;

$x_4$  — нагрузка маточника урожаем предшествующего года, баллы.

Вид	Обилие плодоношения, баллы (0—5)					
	1980 г.		1981 г.		1982 г.	
	1	2	1	2	1	2
<i>Aesculus parviflora</i>	0,4	0,5	0,8	0,5	1,4	1,0
<i>Amelanchier spicata</i>	2,5	3,0	3,3	3,0	2,0	2,5
<i>Amorpha fruticosa</i>	2,5	3,0	2,5	3,0	3,3	3,5
<i>Castanea sativa</i>	2,4	2,5	2,4	3,0	2,0	2,0
<i>Catalpa bignonioides</i>	2,8	2,5	2,8	2,5	2,0	2,5
<i>Koelreuteria paniculata</i>	1,9	2,0	3,5	3,0	2,7	2,5
<i>Liriodendron tulipifera</i>	3,0	3,0	3,3	3,5	3,5	4,0
<i>Padus grayana</i>	3,6	3,5	3,2	3,0	2,5	2,0
<i>Pterostyrax hispida</i>	3,8	4,0	3,5	4,0	2,2	2,6
<i>Sorbus aria</i>	2,9	3,0	2,4	2,0	1,6	2,0

Примечание. 1 — по уравнению; 2 — эмпирически.

Практическая верификация (см. табл.) показала, что отклонения фактически наблюдаемого урожая от расчетного не превышают 0,6 балла и в среднем за три года составляют  $0,35 \pm 0,065$ , что вполне приемлемо для прогнозирования. Следовательно, нет необходимости усложнять вычисления путем построения нелинейных динамических моделей [5] или применения методов оптимизации [4].

Таким образом, малопараметрические математические модели, построенные на основании анализа динамики плодоношения в связи с метеорологическими факторами, могут служить для прогноза обилия плодоношения, что имеет немаловажное теоретическое и практическое значение для планирования лесокультурных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вилли К. Биология. — М.: Мир, 1964. — 678 с. [2]. Корчагин А. А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ. — В кн.: Полевая геоботаника. Т. 2. М.—Л., 1960, с. 41—133. [3]. Мауринь А. М., Лнепа И. Я., Дрике А. Я. Математическое моделирование в прогнозировании семенной продуктивности хвойных растений. — В кн.: Полевая репродукция хвойных. Т. 2. Новосибирск, 1973, с. 175—182. [4]. Сиротенко О. Д. Применение методов оптимизации к построению математических моделей в агрометеорологии. — Метеорология и гидрология, 1971, № 6, с. 102—110. [5]. Сиротенко О. Д., Просвиркина А. Г. Динамические модели в агрометеорологии: Вопросы разработки и перспективы применения. — Тр. Ин-т экспериментальной метеорологии, 1977, вып. 8(67), с. 3—11. [6]. Термена Б. К. Семеношение некоторых интродуцированных деревьев и кустарников на Буковине. — Бюл. Гл. бот. сада АН СССР, 1970, вып. 77, с. 13—16.

УДК 630\*453.78

## О ВЛИЯНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА НЕКОТОРЫХ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ

Г. И. ГОЛУТВИН

Ленинградская лесотехническая академия

Источниками наиболее глубокого всестороннего воздействия на все компоненты экологических систем являются промышленные производства, связанные с внесением в природную среду массы чуждых ей ингредиентов: оксидов, металлов и др., большинство которых обладает высокой химической активностью и изменяет процессы метаболизма клеток.

Исследования этих воздействий методически затруднены и связаны со сложными и трудоемкими измерениями. Именно поэтому до настоящего времени, несмотря на массу собранного материала, трудно прослеживаются процессы прямого и косвенного воздействия загрязняющих веществ на те или иные звенья пищевых цепей. Вместе с тем, выявление таких воздействий на примере дендрофильных насекомых позволяет прогнозировать динамику численности последних и угрозу жизнеспособности насаждений.

Факт относительно слабого развития насекомых в зонах, подвергающихся воздействию газо-пылевых выбросов в атмосферу, к настоящему времени можно считать доказанным многими, в том числе и нашими исследованиями, хотя еще сравнительно недавно ожидалось, что ослабление древостоев промышленными выбросами должно привести к активизации насекомых, в первую очередь, стволовых.

Наблюдения в природе и лабораторные эксперименты показывают, что промышленные выбросы отрицательно сказываются не только на растительности, но и на насекомых-фитофагах. Очевидное подавление их развития вызывается прямым воздействием вредных веществ, попадающих в организм вместе с пищей.

Нами исследовано влияние корма, взятого из зон загазованности выбросами различных предприятий, на выживаемость и плодовитость непарного шелкопряда (на листовнице) и ржаво-бурой кисточки (на осине). Опыты заключались в выкармливании гусениц, начиная с первого возраста, до выхода бабочек на корме, взятом из зон с повышенным содержанием соединений фтора (преимущественно фтористого водорода), а также соединений, содержащих хлор и серу. В контроле гусениц выкармливали на субстрате, взятом в 30 км от источников выбросов.

Результаты эксперимента представлены в табл. 1. Как видим, гусеницы, питавшиеся кормом из зон сильного загрязнения воздуха, как правило, развивались гораздо хуже и дольше, чем в контроле, масса куколок была меньше, а плодовитость бабочек оказывалась в 2—3 раза ниже, чем в контроле. Гусеницы непарного шелкопряда были более чувствительны к загрязнению корма, чем гусеницы кисточки; кратность

Таблица 1

Загрязняющие вещества	Срок развития, сут	Масса куколок самок, мг	Плодовитость самок, шт.	Общий отпад за период выкармливания, %	Жировое тело, % абс. сухого вещества
Фтористый водород	72	810	43,3	53,6	—
	67	430	53,0	100,0	14,5
Соединения серы и хлора	66	820	47,4	49,8	—
	64	300	70,0	73,1	17,2
Контроль	65	840	141,0	32,5	—
	62	320	148,0	46,2	27,9

Примечание. В числителе — данные для непарного шелкопряда; в знаменателе — для ржаво-бурой кисточки.

увеличения массы последних за период питания в опыте и контроле различалась мало, а масса куколок в контроле оказалась даже ниже, чем в опыте. Физиологические исследования показали также, что масса жирового тела в процентах от абс. сухого вещества у кисточки при питании кормом из зоны влияния фтористых соединений оказалась вдвое ниже, чем в контроле, а в варианте с соединениями серы и хлора — на 60 % ниже.

Таким образом, влияние промышленных выбросов на насекомых через пищевой субстрат в рассмотренном случае можно считать установленным. Полученные данные показывают, что в зонах ослабления насаждений промышленными выбросами маловероятны вспышки массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых, поскольку количественные и качественные характеристики гусениц, куколок и имаго отклоняются от контроля в сторону, противоположную той, при которой возникает вспышка. Это положение подтверждается нашими прямыми наблюдениями в природе. В течение последних 4—5 лет в районе исследований наблюдалось значительное увеличение численности кисточки, ивовой волнянки, финской совки (на травянистых растениях). Однако, несмотря на общее сходство метеорологических условий и таксационных особенностей лесных насаждений, это нарастание отмечалось только за пределами зоны влияния промышленных выбросов.

Следовательно, можно полагать, что до начала глубокого воздействия промышленных выбросов на экосистемы вспышки массовых размножений насекомых идут в соответствии с типичными для них закономерностями; после достижения критической величины пресса вредных веществ вспышки не возникают.

Это обстоятельство можно связать с первоочередным влиянием выбросов на сами кормовые растения, в результате которого содержание ряда веществ в тканях деревьев заметно изменяется (табл. 2).

Таблица 2

Зона	Жи- ры и смо- лы	Водо- эк- страк- тив- ные веще- ства	Лиг- нин	Свинец	Цинк
Загазованности:					
в настоящее время	4,2	4,5	27,5	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$
15 лет назад	3,1	2,5	28,5	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Контроль	4,4	4,2	25,7	$0,1 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$

Изложенное позволяет сделать вывод, что естественно складывающиеся взаимоотношения насекомое — фитофаг — кормовое растение существенно изменяются под воздействием антропогенного фактора. Конечный же результат таких изменений должен зависеть от естественно-исторических особенностей региона, состава и количества выбросов, состава фитоценоза и биологических особенностей насекомых.

УДК 630\*88

## ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕСТНЫХ РЕСУРСОВ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Т. Э. КАНДЕЛАКИ

Грузинский сельскохозяйственный институт

Под заменителями древесного сырья в данной статье понимается сообщество или отдельные части растений, которые в конкретных условиях могут быть успешно использованы как технологическое сырье для производства продукции химической и химико-механической переработки древесины.

Заменители древесного сырья можно объединить в группы по происхождению: естественные заросли; искусственные целевые посадки; обрезки плодовых культур; отходы или остатки сельскохозяйственных культур после уборки урожая; отходы переработки сельскохозяйственных культур на промышленных предприятиях.



По времени получения сырья, в зависимости от биологических и технических свойств растений, а также интенсивности проводимых мероприятий, заменители древесного сырья могут быть однолетними и многолетними; в зависимости от уровня использования в химической и химико-механической переработке древесины или в других отраслях народного хозяйства — неиспользуемыми, частично используемыми и используемыми.

По образованию ресурсов можно выделить: остатки производства и отходы при производстве главного продукта.

Ежегодные потенциальные мировые ресурсы [1] заменителей древесного сырья при существующих методах их сбора превышают 1 млрд. т, в том числе пшеничная солома свыше 550 млн. т, тростниковое и бамбуковое сырье 60 млн. т, обрезки плодовых культур около 35 млн. т и т. д.

Наша страна располагает большими запасами различных видов заменителей древесного сырья, потенциальные ресурсы которых оцениваются свыше 240 млн. т, из них пшеничной соломы — 180 млн. т, ржаной соломы — 20 млн. т, тростника обыкновенного — 24 млн. т, стеблей хлопчатника и хлопкового линта — около 7 млн. т, обрезков плодовых культур — свыше 10 млн. т. и т. д.

Формирование программ использования местных ресурсов заменителей древесного сырья требует целевого подхода, сочетающего оптимальное региональное и отраслевое планирование.

Примером является формирование целевой программы использования обрезков плодовых культур (виноградной лозы) как заменителя древесного сырья в производстве картона, волокнистых, стружечных и лигноуглеводных плит, в виноградарских республиках, экономических районах и т. д.

Так, в условиях Грузинской ССР данная программа представлена всеми этапами.

1. Основные вопросы проблемы научно разработаны с участием ученых и специалистов из разных областей науки и техники.

2. Результаты апробированы как в лабораторных, так и в полупроизводственных и производственных условиях. Тем самым выявлена наиболее эффективная сфера их использования.

3. Разработаны теоретические основы и практические приемы, а также технологические схемы заготовки, транспортировки и длительного открытого, кучевого хранения сырья.

4. Полностью завершена увязка целей программы с ресурсным обеспечением, т. е. достигнута заготовка и переработка сырья, без значительного вовлечения дополнительных трудовых ресурсов.

5. Разработана и утверждена цена на новый вид сырья — обрезки виноградной лозы, предназначенные для выработки стружечных плит (в Самтредском ДОКе).

6. Установлены оптимальные формы взаимоотношений между двумя отраслями народного хозяйства — сельским хозяйством (производитель сырья) и лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленностью (потребитель сырья), т. е. между исполнителями программы.

7. Разработаны методические указания по определению производственной, отраслевой и общей народнохозяйственной эффективности использования местных ресурсов заменителей древесного сырья.

8. Составлен план поэтапного освоения обрезков виноградной лозы и определены оптимальные мощности их переработки.

Расчетами, традиционными в планировании отрасли, а также оригинальными методиками [2—4] установлено, что 1,35 млн. т обрезков виноградной лозы, или около 35 % ежегодных ресурсов лозы, занятых в производстве плиточных материалов, заменит в народном хозяйстве около 4 млн. м<sup>3</sup> высококачественных пиломатериалов и даст общий экономический эффект 350 млн. р. При этом капитальные вложения на производство плиточных материалов из лозы окупаются в течение 2 лет.

В случае продажи обрезков виноградной лозы виноградарские хозяйства получают чистый доход ежегодно около 4 млн. р., что частично возмещает стоимость ухода за виноградниками и поднимает рентабельность хозяйства.

Как видно, использование местных ресурсов заменителей древесного сырья и создание с этой целью региональных программ весьма эффективно и является одним из важных направлений в ликвидации нехватки сырья в малолесных и лесodefицитных регионах страны. Следовательно, формирование конкретных программ с целевым использованием заменителей древесного сырья во многом определит дальнейшее развитие лесопромышленного комплекса равномерно по всей территории страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон/ Под ред. В. Е. Москалева.—М.: Лесн. пром-сть, 1981. [2]. Канделакн Т. Э. К вопросу сближения деревообрабатывающих предприятий с сырьевой базой и центрами потребления. — РЖ. Сер. Экономика и управление/ ВНИПИЭИлеспром. М., 1977, № 2.

<sup>1</sup> «Лесной журнал» № 4

[3]. Канделаки Т. Э. Техничко-экономические показатели расширения сырьевой базы производства древесностружечных плит. — Науч. тр./ Грузинск. сельскохоз. ин-т, 1978, т. 104. [4]. Канделаки Т. Э., Таргамадзе К. М. Отходы в производстве. — Мецнереба да техника, 1981, № 5.

УДК 674.815

## РАСЧЕТ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ВИБРИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ ОРИЕНТАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

А. Г. ЕРМОЛОВИЧ

Сибирский технологический институт

Ориентация древесных частиц в производстве древесностружечных плит позволяет значительно повысить их прочность [2]. Один из простых способов ориентации — применение вибрирующей решетки, установленной между формирующей машинной и поддоном, на котором осуществляется прессование плиты (см. рис.).

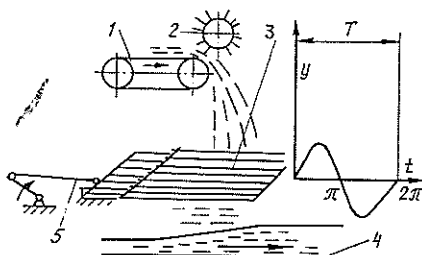


Схема ориентации древесных частиц.

1 — транспортер питателя; 2 — сбрасывающий валец; 3 — вибрирующая решетка; 4 — поддон; 5 — гребенка для механической прочистки решетки от крупных частиц.

Ввиду того, что в литературе мы не обнаружили оптимальных вибрационных характеристик по ориентации частиц через вибрирующую решетку, в настоящей статье дан расчет параметров амплитуды при заданной частоте, обеспечивающей «просеивание» осмоленной стружки через решетку направленным образом с использованием вибровозбудителей [1]. Падающие осмоленные частицы из транспортера питателя не все проходят через прорези ориентирующей решетки. Часть из них падает на решетку под определенным углом и застревает на ней. Для просеивания этих частиц их необходимо привести во взвешенное состояние и повторно направить в прорези решетки.

Определим характер движения решетки со стружкой, совершающей вертикальные гармонические колебания от вибровозбудителя.

Уравнение движения решетки имеет вид

$$y = A \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $A$  — амплитуда колебаний, мм;  
 $\omega$  — круговая частота, рад/с;  
 $t$  — время, с.

Скорость движения решетки описывается уравнением

$$y' = A \omega \cos \omega t. \quad (2)$$

В момент времени, соответствующий  $\omega t$ , равному  $0, 2\pi, 4\pi$  и так далее, когда  $\cos \omega t = 1$  (см. рис.), решетка обладает максимальной скоростью, направленной вверх. При дальнейшем движении решетки вверх скорость ее уменьшается до нуля в высшей точке синусоиды. Осмоленная стружка, свободно лежащая на решетке, получает максимальную скорость

$$v_0 = y'_{max} = A \omega = A \frac{\pi n}{30} \approx 0,1 A n \quad (3)$$

и совершает движение как тело, свободно брошенное вверх.

Анализ плотности падения стружки на поддон в формирующих машинах реального производства показал, что высоту подъема щепы, брошенной решеткой вверх, приближенно можно определить по известной формуле:

$$h = \frac{v_0^2}{2g}, \quad (4)$$

где  $g$  — ускорение свободного падения, равное  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Принимая во внимание уравнение (3), получим высоту подъема осмоленной стружки

$$h = \frac{A^2 \omega^2}{2g}. \quad (5)$$

Ускорение движения решетки можно определить как вторую производную перемещения по скорости

$$y'' = -A \omega^2 \sin \omega t$$

с максимальным значением в требуемом направлении

$$y''_{max} = A \omega^2. \quad (6)$$

Из уравнений (5) и (6) можно заключить, что  $\frac{h}{A} = \frac{A \omega^2}{2g}$ , т. е. высота подбрасывания стружек во столько раз превышает амплитуду колебаний решетки, во сколько раз максимальное ускорение движения решетки превышает двойное ускорение свободного падения.

Определим предельное условие, при котором происходит отрыв стружки от решетки, т. е. когда  $h \geq A$  и  $A \omega^2 = 2g$ .

Приняв приближенно  $2g = 20 \text{ м/с}^2 = 20\,000 \text{ мм/с}^2$ , частота колебаний датчика  $n = 1500 \text{ об/мин}$ , получим

$$0,01 n^2 A = 2g,$$

отсюда амплитуда колебаний решетки  $A$ , достаточная для приведения щепы во взвешенное состояние, составит  $0,8 \text{ мм}$ .

При производстве плит возможно попадание крупных частиц на решетку, поэтому во избежание ее забивания необходима установка для механической прочистки.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 725880 (СССР). Виброплощадка/ А. Г. Ермолович. — Оpubл. в Б. И., 1980, № 13. [2]. Сосини М. И., Климова М. И. Физические основы прессования древесностружечных плит. — Новосибирск: Наука, Сибир. отд-ние, 1981. — 190 с.

УДК 621.313.13/17 : 519.21

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СТЕНДА

Г. Д. БОГОМАС, Ю. А. СЕДОВ

Ленинградская лесотехническая академия

При проведении стендовых испытаний дизельных двигателей фиксировали время безотказной работы электромеханических узлов стенда (реле, магнитных пускателей, щеток и т. д.) и электродвигателей, работающих в тяжелом тепловом режиме (повышенная по сравнению с номинальной температура изоляции), а также температуру изоляции.

В статье рассматриваются две задачи: возможность прогнозирования времени работы асинхронного двигателя серии АҚБ в любом режиме;

определение потока восстановления для электромеханических узлов стенда.

Рассмотрим методику решения этих задач.

Первая задача.

а) По экспериментальным данным:

$$(t_k)_{\tau_k}, \quad k \in [1, n], \quad \tau_k > \tau_n,$$

где  $t_k$  — наработка  $k$ -того электродвигателя при температуре изоляции  $\tau_k$  °C (для каждого данного электродвигателя  $\tau_k \approx \text{const}$ ), ч;  
 $\tau_n$  — номинальная температура изоляции, °C,  
 строили дифференциальную функцию распределения значений  $\{t_k\}$ , которая явно отличалась от нормальной [2].

б) Подбирали функцию  $\varphi = \varphi(t, \tau)$ , переводящую экспериментально полученное распределение в нормальное:

$$\varphi(t, \tau) = \varphi[b + t \xi(\tau)], \quad b = \text{const}. \quad (1)$$

Обозначим математическое ожидание  $\varphi(t, \tau)$

$$M \varphi(t, \tau) = \varphi(T, \tau) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varphi(t_k) = \varphi_0, \quad (2)$$

где  $T$  — средняя наработка, ч.

Из выражения (1) с учетом (2) находим

$$T = \frac{(M\varphi)^{-1} - b}{\xi(\tau)}. \quad *$$

в) По выбранной (или заданной) доверительной вероятности  $P$  определяем

$$\varphi_{min} = \varphi_0 - \alpha(P, n) \sigma; \quad (4)$$

$$\varphi_{max} = \varphi_0 + \alpha(P, n) \sigma; \quad (5)$$

$$\varphi_{imin} = \varphi_0 - \beta(P, n) \sigma, \quad (6)$$

где

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_k [\varphi(t_k) - M\varphi(t_k)]^2};$$

$\alpha(P, n)$  и  $\beta(P, n)$  — коэффициенты, табулированные с учетом экспериментальных данных и зависящие от объема выборки  $n$  и доверительной вероятности  $P$ .

г) Выражение (3) с учетом (4) и (5) определяет границы доверительного интервала прогнозируемой наработки электродвигателя  $T_{min}$  и  $T_{max}$ , а с учетом (6) — гарантийный срок службы  $T_\Gamma$ :

$$T_{min} = \frac{(M\varphi_{min})^{-1} - b}{\xi(\tau)}; \quad (7)$$

$$T_{max} = \frac{(M\varphi_{max})^{-1} - b}{\xi(\tau)}; \quad (8)$$

$$T_\Gamma = \frac{(M\varphi_{imin})^{-1} - b}{\xi(\tau)}. \quad (9)$$

Пример. По данным наработки шести электродвигателей серии АКБ мощностью 6 кВт и  $n = 1600$  об/мин при  $\tau = 160$  °C ( $\tau_n = 120$  °C) были получены следующие результаты:  $\xi(\tau) = e^{-\lambda \Delta \tau}$ ,  $\lambda = 0,0693$ ,  $\Delta \tau = \tau - \tau_n = 40$  °C,  $b = 4960$ ,  $\sigma = 0,04$ .

По принятой доверительной вероятности  $P = 0,9$  с учетом  $\alpha(P, n) = 0,9$ ,  $\beta(P, n) = 1,4$  для номинального режима было получено  $T_{min} = 12\,880$  ч;  $T_{max} = 20\,040$  ч;  $T_\Gamma = 10\,015$  ч. Седьмой электродвигатель в номинальном режиме отработал 15 900 ч.

Вторая задача.

а) Экспериментальные данные показали, что выход из строя электромеханических узлов стенда можно считать распределенным по закону Вейбулла

$$G(t) = 1 - e^{-\lambda t^\beta} \quad (\lambda > 0, \beta > 0).$$

\* Под  $(M\varphi)^{-1}$  подразумевается функция, обратная данной.

б) Зная параметры распределения, можно вычислить характеристики надежности устройств, работающих до отказа [1].

в) Практически вышедший из строя узел или устройство сразу же заменяли новым или регулировали. Пренебрегая временем замены или регулировки, можно рассматривать моменты отказов  $t_k$  как случайный поток (процесс восстановления).

г) Применяя подстановку  $\ln \Theta = \beta \ln t$ , можно свести рассматриваемый поток отказов к пуассоновскому:

$$F(\Theta) = G\left(\Theta^{\frac{1}{\beta}}\right) = 1 - e^{-\lambda \Theta}.$$

Пример. По статистическим данным, где  $t$  в тысячах часов, а  $G' = \frac{dG}{dt}$ ,

$t$	0,440	0,625	1,070	1,315	1,500	2,000
$G'$	0,50	1,00	1,10	0,52	0,22	0,04

были вычислены параметры распределения  $\beta = 2,85$ ;  $\lambda = 1,05$ .

Изменением масштаба времени  $\ln \Theta = 2,85 \ln t$  полученное распределение сводится к пуассоновскому

$$F(\Theta) = 1 - e^{-1,05 \Theta}.$$

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Антипин В. П., Седов Ю. А., Прахт В. К. Аппроксимация некоторых выходных параметров дизельного двигателя. — В кн.: Машины и орудия механизации лесозаготовок и лесного хозяйства. Л.: ЛТА, 1980, с. 110—113. (Межвуз. сб. науч. тр.; Вып. 9). [2]. Исследование влияния разряжения во впускном трубопроводе на технико-экономические показатели двигателей ЯМЗ-240Б/ В. П. Антипин, В. С. Байделюк, Г. Д. Богомас и др. — Л.: ЛТА, 1974, с. 104—105. (Реф. информ. о законченных науч.-иссл. работах в вузах лесотехнического профиля РСФСР; Вып. 2).

## ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

## ПЕРВЫЕ СУКАЧЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

В 1980 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося ученого-биолога, основоположника научных школ в области биогеоценологии, геоботаники, лесоведения и палеоботаники академика Владимира Николаевича Сукачева. 17 ноября 1982 г. в Москве состоялись Первые чтения, посвященные памяти В. Н. Сукачева. Открывая чтения, проф. Н. В. Дылис отметил, что с именем этого замечательного натуралиста связаны исследования в систематике, генетике и селекции растений, в общей и экспериментальной фитоценологии, в географии и экологии растений, в четвертичной геологии. Он сказал, что с 1982 г. Научный совет АН СССР по проблемам биогеоценологии и охраны природы, первым председателем которого был акад. В. Н. Сукачев, приступает к ежегодному проведению чтений памяти этого замечательного ученого, оставившего глубокий след в развитии многих областей естествознания.

Первый доклад — проф. Л. Ф. Правдина, старейшего сподвижника В. Н. Сукачева, был посвящен состоянию и задачам работ по генетике и селекции лесных пород. С первых лет организации научно-исследовательских работ по лесной селекции В. Н. Сукачев отмечал особую необходимость изучения существующего в природе формового разнообразия в целях отбора форм, ценных для использования в лесном хозяйстве. Он считал, что изучение формового разнообразия многолетних древесных пород не может ограничиваться выделением многообразных форм только по морфологическим, анатомическим и физиологическим признакам, а должно сопровождаться установлением их генетических особенностей и филогенетических соотношений, познанием генетической структуры природных популяций. Изучение естественных, природных популяций древесных пород имеет огромное практическое значение, оно должно проводиться в широком масштабе и вести к новым теоретическим положениям.

Изучение изменчивости внутри вида, или внутривидовой дифференциации на уровне популяции — перспективное направление исследований, подготовленное предшествующим изучением формового разнообразия древесных пород. Оно приводит к познанию закономерностей процесса эволюции вида и вскрывает его потенциальные возможности для селекционных работ. Поскольку на территории СССР многие виды древесных растений произрастают на больших площадях, в разнообразных почвенно-климатических условиях, работы по внутривидовой изменчивости, или внутривидовой дифференциации особенно перспективны.

Лесные культуры необходимо создавать на генетической основе с использованием уже известных и оцененных практикой методов селекции древесных пород. Одна из важных сторон лесной селекции — «конструирование» культур с высокой степенью устойчивости, которая гарантировала бы сохранность селекционных преимуществ создаваемых культур при действии на них естественного отбора. Необходимо широко развить дальнейшие работы по изучению популяционной структуры лесных древесных пород. Направления этих исследований должны быть очень разнообразными: начиная с фенотипической структуры популяций в широком смысле этого понятия и кончая изучением всех тонкостей генеративных процессов.

Особое внимание В. Н. Сукачев уделял внутри- и межвидовой борьбе за существование у растений. Он разработал большую программу экспериментальных исследований. Проблемам борьбы за существование среди растений в еловых лесах был посвящен доклад проф. В. Г. Карпова.

В современной фитоценологии и лесной биогеоценологии центральным остается вопрос о причинах развития синэкологических таксонов и о факторах, стабилизирующих видовой состав, численность и структурную организацию популяций растений в этих системах.

Формирование биогеоценозов с устойчивыми характеристиками видового состава, строения и биохимической активности организмов определяется факторами физико-географической среды и составляющих ее природных ландшафтов, а в пределах их — режимами конкретного экотопа. Эти природные факторы, однако, регулируют структуру и функциональные свойства биогеоценозов опосредованно, в основном, через изменение конкурентной способности и отношений между эдифицирующими и доминирующими жизненными формами и видами растений. Согласно взглядам В. Н. Сукачева, сложные и многообразные отношения между растениями составляют самую важную часть общего механизма регуляции, стабилизации и смен биогеоценозов, так как именно они определяют состав, структуру и динамику основного его компонента —

фитоценоза. Причинный анализ явлений конкуренции в сообществах предусматривает оценку влияния эдифицирующих жизненных форм на условия снабжения лучистой энергией, влагой и питательными веществами соревнующихся с ними видов и изучение ответных структурных, физиологических реакций растений на высокую плотность популяций в экосистеме.

Еловые леса имеют критические характеристики светового режима и, как следствие, являются ареной ожесточенного соревнования между растениями из-за лучистой энергии. В докладе был изложен экспериментальный материал на примере многодоминантных субклимаксовых еловых лесов таежной зоны с жесткими механизмами биотической регуляции видового состава, численности и структурной организации популяций во всех ярусах и внутриценозных микрогруппировках. В таких системах эдифицирующие и стабилизирующие функции ели как главного организатора и продуцента этой системы реализуются и в подземной части, включают внутривидовую и межвидовую конкуренцию между деревьями, кустарничками, травами и мхами за ограниченные ресурсы доступных форм азота в почве. Как мощный ценозообразователь ель европейская оказывает существенное селективное влияние на подбор флористического состава, структурную организацию и воспроизводство кустарничков, трав и мхов. Во всех типах таежных лесов можно столкнуться с эффектами световых ограничений и конкуренции между растениями нижних ярусов из-за лучистой энергии, которые, однако, являются вторичными механизмами вытеснения всходов ели, одних видов кустарничков, трав и мхов другими, когда эти процессы рассматриваются в рамках всей системы взаимодействующих ярусов и популяций в экосистеме.

В. Н. Сукачев придавал важное значение разработке вопросов культурбιοгеоценологии, в частности лесной. Смены лесных фитоценозов, в том числе лесовосстановительные, писал В. Н. Сукачев (1972), должны решаться на биогеоценологической основе, необходимо учитывать биогеоценологическую среду и быть привязанными к определенным типам лесных биогеоценозов. Восстановительным процессам в сосновых культурах на дерново-подзолистых почвах было посвящено выступление Л. М. Носовой.

На больших площадях естественные леса заменяются искусственными. Смены, происходящие в лесных насаждениях, подчинены иным закономерностям, чем в естественных лесах. В искусственных насаждениях сосны, созданных в условиях, где на дерново-подзолистых почвах естественно произрастают сложные еловые леса, происходит коренное изменение структурно-функциональной организации биогеоценоза по сравнению с коренными ельниками. Высокая проницаемость полога сосны для света, осадков и интенсивно протекающие процессы деструкции органических веществ в почве создают благоприятные условия для быстрого восстановления исходного состава компонентов биогеоценоза. Ход демулационного развития контролируется также фитоценогическими факторами и конкурентными взаимоотношениями с растениями травяного покрова. В результате в каждом типе сосновых культур в травянистом ярусе и в контролируемом им верхнем горизонте почв формируются специфические условия, благоприятствующие или, наоборот, препятствующие возобновлению ели.

В докладе были представлены три формы демулационных изменений сосняков, связанных с естественным возобновлением древостоя: непрерывная, прерывистая и промежуточная. В сосняках первой категории (сосняки кисличный, лютиковый, хвощовый) под пологом сосны формируется разновозрастный еловый подрост благодаря непрерывно протекающему процессу самовозобновления ели. После отпада сосны образуются сложные ельники — близкие аналоги коренных типов леса. Прерывистая форма восстановительного процесса характерна для тех культур сосны (сосняки пролесниковый и волосистоосоковый), где влияние травянистых растений резко ограничивает восстановление елового древостоя, практически останавливая его на период соснового древостоя, а часто и на более длительное время. Последняя форма смены наблюдается в том случае (сосняк крупнопоротниковый), когда период активного естественного возобновления ели под сомкнутым пологом сосны прерывается, а затем при изменении отношения между разными группами древесных и травянистых растений вновь восстанавливается. Для восстановления коренных лесов наиболее перспективны формы демулационного развития искусственных насаждений первой и третьей категории. Выявление их важно для практики народного хозяйства страны.

Своими воспоминаниями о жизни и деятельности Владимира Николаевича Сукачева поделились с собравшимися его соратники и ученики: акад. АН СССР Е. М. Лавренко, чл.-кор. АН СССР Н. И. Пьявченко, проф. Т. А. Работнов, акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов, проф. С. В. Зонн.

Н. К. Остроумова

Институт биологии развития АН СССР

## ЮБИЛЕИ

АКАДЕМИК  
НИКОЛАЙ ДМИТРИЕВИЧ НЕСТЕРОВИЧ

(к 80-летию со дня рождения)

25 июня 1983 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 55 лет научной, педагогической и общественной деятельности крупного советского ботаника-дендролога, заслуженного деятеля науки БССР, лауреата Государственной премии БССР, академика АН БССР, доктора биологических наук, профессора Николая Дмитриевича Нестеревича.

Н. Д. Нестерович родился в 1903 г. в дер. Енцы Кормянского района Гомельской области в бедной крестьянской семье.

В 1923 г. он поступает в Гомельский лесной техникум, а после его успешного окончания в 1927 г. — на лесной факультет Белорусской сельскохозяйственной академии.

После окончания института Н. Д. Нестерович был рекомендован на научную работу ассистентом кафедры лесоводства и лесных культур.

С 1936 г. Николай Дмитриевич после успешной защиты кандидатской диссертации («Гибридизация тополей») работает в Центральном Ботаническом саду АН БССР вначале ученым секстарем, а с 1940 г. и до начала Великой Отечественной войны — заведующим отделом дендрологии, где начинает работы, принесшие ему впоследствии широкую известность и признание.

Н. Д. Нестерович прошел дорогами войны от Курска до Берлина — политбойцом коммунистического батальона, старшим инструктором политотдела дивизии, майором.

В 1946 г. после демобилизации Н. Д. Нестерович продолжает научные работы в Центральном Ботаническом саду АН БССР, а затем в Институте биологии (ныне Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича АН БССР), где занимает должность заведующего отделом древесных растений. Он проводит крупные исследования по интродукции, зимостойкости, плодоношению и росту древесных экзотов, результаты которых были внедрены в практику лесного хозяйства и зеленого строительства.

В 1954 г. Н. Д. Нестерович успешно защищает докторскую диссертацию «Плодоношение интродуцированных древесных растений и перспективы их разведения в БССР», по материалам которой была опубликована монография.

Продолжая исследования в этом направлении, Н. Д. Нестерович в дальнейшем концентрирует внимание на разработке ряда вопросов интродукции с целью внедрения в народное хозяйство республики новых технически ценных, быстрорастущих и декоративных видов растений. Результаты этих исследований опубликованы в трехтомной работе «Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР» (1959—1961), которую по праву можно отнести к фундаментальным трудам в области систематики, интродукции и акклиматизации древесных и кустарниковых растений.

Дальнейшие усилия Н. Д. Нестерович концентрирует на изучении отношения древесных растений к факторам внешней среды: свету, температуре, влажности и кислотности почвы, минеральному питанию. По этим и другим вопросам Николаем Дмитриевичем непосредственно и в соавторстве с учениками был опубликован ряд монографий: «Отношение древесных растений к влажности и кислотности почв» (1966), «Плоды и семена лиственных древесных растений» (1967), «Древесные растения и влажность почвы» (1972), «Биология древесных растений» (1975), «Рост и развитие почек некоторых древесных пород» (1976).



Перу Николая Дмитриевича Нестеровича принадлежит более 200 опубликованных научных работ, в том числе 16 монографий. Под его руководством защищено 12 кандидатских и 1 докторская диссертация.

Большое внимание Н. Д. Нестерович уделяет внедрению научных результатов в производство. При его непосредственном руководстве разработано и внедрено около 20 рекомендаций и предложений.

За большой вклад в развитие биологической науки и подготовку кадров Н. Д. Нестерович в 1956 г. избирается академиком АН БССР, а в 1967 г. ему присваивается почетное звание заслуженного деятеля науки БССР.

В 1976 г. Н. Д. Нестерович с группой сотрудников был удостоен почетного звания лауреата Государственной премии БССР за цикл работ по изучению морфологических, биологических и физиологических особенностей древесных растений.

Научная деятельность Н. Д. Нестеровича неразрывно связана с организаторской, партийной и общественной деятельностью. На протяжении 13 лет (1956—1969 гг.) он бессменный академик-секретарь Отделения биологических наук АН БССР. В 1969—1973 гг. ученый успешно работает на ответственном посту вице-президента АН БССР. Кроме того, Н. Д. Нестерович неоднократно избирался секретарем парткома АН БССР, дважды — членом Минского горкома партии и трижды — депутатом Исполкома депутатов трудящихся Советского района г. Минска. Он был ответственным редактором, заместителем редактора и членом редколлегии ряда научных журналов и изданий.

Боевые заслуги Н. Д. Нестеровича в период Великой Отечественной войны, его большая научно-организаторская и общественная деятельность высоко оценены партией и правительством. Он награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Красной Звезды, Отечественной войны I и II степени, «Знак Почета», многими медалями, а также тремя почетными грамотами Президиума Верховного Совета БССР и многочисленными почетными грамотами Президиума АН БССР.

В настоящее время Николай Дмитриевич Нестерович по-прежнему возглавляет лабораторию древесных растений Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича АН БССР и продолжает плодотворно трудиться на благо Отечества.

Сердечно поздравляя академика Н. Д. Нестеровича с юбилеем, мы желаем ему крепкого здоровья, новых творческих успехов и счастья на многие годы.

**В. И. Парфенов, А. А. Новикова, Л. В. Кравченко**

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича АН БССР

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Д. П. Столяров, Е. В. Полянский. Лесосырьевая проблема Европейско-Уральской зоны (ЕУЗ) . . . . .	3
П. В. Воробанов. К определению числа деревьев в древостоях . . . . .	13
Е. В. Автухович. Способы определения текущего прироста запаса древостоев . . . . .	20
Н. П. Шелкопляс. О применении полного минерального удобрения и стимуляторов роста при выращивании саженцев ели в питомнике . . . . .	23
А. П. Смирнов. О влиянии густоты древостоев и почвенно-гидрологических условий на эффективность осушения . . . . .	26
Ю. Н. Азиев, И. Э. Рихтер, В. В. Сарнацкий. О биологическом круговороте веществ в культурах ели . . . . .	30
Г. С. Тугыгин. О способах и сроках борьбы с сорняками в культурах сосны на Севере . . . . .	34

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Ю. А. Ширнин, А. Н. Чемоданов. Анализ работы систем машин для заготовки леса с подсортировкой . . . . .	37
Б. В. Уваров. Влияние подстилающего слоя на прочность основания колеиных лесовозных дорог . . . . .	41
А. В. Жуков, В. А. Симанович. Оценка влияния конструкции трелевочного оборудования трактора ЛТ-157 на нагруженность его трансмиссии при неустановившихся режимах движения . . . . .	45
В. В. Крылов. Определение угла поворота грейфера неполноповоротным ротатором на погрузочно-разгрузочных работах с круглыми лесоматериалами . . . . .	50
В. Б. Прохоров, А. В. Трофимов. Пути роста производительности труда на погрузке леса . . . . .	53
Н. П. Коваленко. Распределение потенциалов влаги в плоскости осушаемого пласта . . . . .	58

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

А. Г. Лахтанов. Влияние точности ориентации бревен по поставу на размеры и объемный выход четырехкантных брусьев . . . . .	62
М. Ю. Варакин, В. И. Санев, В. В. Соловьев. Термоустойчивость ленточных пил в зависимости от различных факторов . . . . .	66
В. С. Шалаев. Оценка эффективности распиловки еловых пиловочных бревен, ориентированных по сучкам . . . . .	70
С. Н. Рыкунин. Математическая модель оптимизации раскроя пиловочного сырья на заготовки . . . . .	73
В. Н. Волынский. Плотность и модуль упругости как критерий прочности чистой древесины . . . . .	76
В. Г. Бирюков. Теоретическое исследование процесса проницаемости шпона смолой при склеивании фанеры . . . . .	80

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. К. Макаренко, Е. Е. Седова, В. А. Оленин. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на смачивающую способность пропиточных аминосмол . . . . .	85
Ю. Б. Грунин. Исследование надмолекулярной структуры и сорбционной способности гемицеллюлоз методом ЯМР . . . . .	88
В. М. Хрулев, Н. А. Машкин. Оценка старения модифицированной древесины измерением давления набухания . . . . .	91
А. Г. Аверкин, Л. Ф. Левина, Б. Д. Левин. О влиянии высокотемпературных режимов кондуктивной сушки на свойства целлюлозы . . . . .	96

- В. В. Коротков, Е. Д. Гельфанд, Н. А. Жуков, Г. К. Уткин. Производство кормовой осажаренной древесины — резерв кормов для животноводства . . . . . 99

#### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- И. В. Воронин, Ю. И. Трещевский. К оценке лесных ресурсов . . . . . 103  
 П. Н. Коробов. Оптимизация комплексной производственной программы ЛПХ промышленного объединения . . . . . 107  
 С. Х. Лямеборшай. О размерах объекта хозяйствования с непрерывным неистощительным лесопользованием . . . . . 112  
 В. И. Гнучая. Оптимизация объемов и структуры производства в цехах деревообработки комплексных лесхозов . . . . . 115  
 В. Л. Берестов. О совершенствовании методики отнесения на себестоимость расходов на содержание и эксплуатацию оборудования . . . . . 119  
 Т. И. Кожневникова. Совершенствование планирования и распределения прибыли на мебельных предприятиях . . . . . 122

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Б. К. Термена, Л. Г. Станкевич. Прогнозирование обилия плодоношения древесных растений . . . . . 125  
 Г. И. Голутвин. О влиянии промышленных выбросов на некоторых дендрофильных насекомых . . . . . 127  
 Т. Э. Канделаки. Целевой подход к использованию местных ресурсов заменителей древесного сырья . . . . . 128  
 А. Г. Ермолович. Расчет амплитуды колебаний вибрирующей решетки для ориентации древесных частиц . . . . . 130  
 Г. Д. Богомас, Ю. А. Седов. Определение времени безотказной работы стенда . . . . . 131

#### ИСТОРИЯ НАУКИ

- Н. К. Остроумова. Первые Сукачевские чтения . . . . . 134

#### ЮБИЛЕИ

- В. И. Парфенов, А. А. Новикова, Л. В. Кравченко. Академик Николай Дмитриевич Нестерович (к 80-летию со дня рождения) . . . . . 136

- Рефераты . . . . . 142

---

## CONTENTS

### FORESTRY

<i>D. P. Stolyarov, E. V. Polyansky.</i> Forest and raw material problem of the European-Ural Zone (Euz) . . . . .	3
<i>P. V. Voropanov.</i> Quantity definition of trees in stands . . . . .	13
<i>E. V. Avtukhovich.</i> Methods of determination of current increment of stand's growing stock . . . . .	20
<i>N. P. Shelkopyas.</i> On the problem of using complete mineral fertilizer and growth stimulators when growing spruce seedlings in the nursery . . . . .	23
<i>A. P. Smirnov.</i> The influence of stands density and soil-geographical conditions on the effectiveness of drainage . . . . .	26
<i>Yu. N. Azniev, I. E. Rikhter, V. V. Sarnatsky.</i> On biological rotation of substances in spruce cultures . . . . .	30
<i>G. S. Tutygin.</i> On ways and time of weeds' control in pine cultures in the North . . . . .	34

### FOREST EXPLOITATION

<i>Yu. A. Shirnin, A. N. Chemodanov.</i> Analysing the work of machines systems for presorting logging . . . . .	37
<i>B. V. Uvarov.</i> Influence of underlaying subgrade soil on the stability of track logging roads' foundation . . . . .	41
<i>A. V. Zhukov, V. A. Simanovich.</i> Valuation of the influence of LT-157 tractor logging equipment designe on the loaded state of its transmission at unsettled regims of movement . . . . .	45
<i>V. V. Krylov.</i> The definition of the angle of turning grapple by a semiturntable rotator when loading and unloading round timber . . . . .	50
<i>V. B. Prokhorov, A. V. Trofimov.</i> The ways of increasing labour productivity in timber loading . . . . .	53
<i>N. P. Kovalenko.</i> The distribution of moisture potentials in the plane of drained layer . . . . .	58

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>A. G. Lakhtanov.</i> Log centering accuracy influence on dimensions and volumetric yield of squared logs . . . . .	62
<i>M. Yu. Varakin, V. I. Sanev, V. V. Soloviev.</i> Thermal stability of band saws due to various factors . . . . .	66
<i>V. S. Shalaev.</i> Evaluating the effectiveness of sawing spruce saw logs oriented by knots . . . . .	70
<i>S. N. Rykuntin.</i> Mathematical model of the optimization of cutting out saw logs . . . . .	73
<i>V. N. Volynsky.</i> Density and modulus elastisity as a criterion of clear wood strength . . . . .	76
<i>V. G. Biryukov.</i> Theoretical research of the process of penetrability of veneer with resin when glueing plywood . . . . .	80

### CHEMICAL WOODWORKING

<i>V. K. Makarenko, E. E. Sedova, V. A. Olenin.</i> The investigation of the effect of surfactants on impregnation aminoresin wetting power . . . . .	85
<i>Yu. B. Grunin.</i> Studying supermolecular structure and sorbtional ability of gemicellulose by YaMR method . . . . .	88
<i>V. M. Khrulev, N. A. Mashkin.</i> Modified wood aging valuation by swelling pressure measurement . . . . .	91
<i>A. G. Averkina, L. F. Levina, B. D. Levin.</i> On the influence of high temperature regimes of conductive drying on cellulose properties . . . . .	96

- V. V. Korotkov, E. D. Gelfand, N. A. Zhukov, G. K. Utkin.* The production of fodder saccharified wood reserv of livestock forage . . . . . 99

#### *ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION*

- I. V. Voronin, Yu. I. Treshevsky.* On valuation of forest resorrces . . . . . 103
- P. N. Korobov.* Optimization of complex production program of the forest enterprises association . . . . . 107
- S. H. Lyameborshay.* On sizes of managing object with continuous inexhausting forest use . . . . . 112
- V. I. Gnuchaya.* Getting optimum scale and structure of work in woodworking shops of complex forest enterprises . . . . . 115
- V. L. Berestov.* On improving the method of attributing equipment maintenance and operation . . . . . 119
- T. I. Kozhevnikova.* Planning improvement and profit distribution at furniture enterprises . . . . . 122

#### *SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE*

- B. K. Termena, L. G. Stankevich.* Prognosticating the abundance of woody plants seed-bearing . . . . . 125
- G. I. Golutvin.* On industrial pollutants' influence on some dendrophilous insects . . . . . 127
- T. E. Kandelaki.* On purpose approach to using local resources substituting wood raw materials . . . . . 128
- A. G. Ermolovich.* Calculation of fluctuation amplitude of vibrating sieve for wood particles' orientation . . . . . 130
- G. D. Bogomas, Yu. A. Sedov.* Prognosticating the time of faultless work of some electromechanical units . . . . . 131

#### *HISTORY OF SCIENCE*

- N. K. Ostroumova.* The first Sukachevs' readings . . . . . 134

#### *GUBILEE*

- V. I. Parfenov, A. A. Novikova, L. V. Kravchenko, Acad N. D. Nesterovich* (to the 80<sup>th</sup> birthday) . . . . . 136
- Referates . . . . . 142

## РЕФЕРАТЫ

УДК 630\*905.2

**Лесосырьевая проблема Европейско-Уральской зоны (ЕУЗ).** СТОЛЯРОВ Д. П., ПОЛЯНСКИЙ Е. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 3—13.

Рассмотрены причины, которые привели к возникновению сырьевой проблемы ЕУЗ, т. е. к диспропорции между сырьевыми возможностями региона и размерами производственных мощностей расположенных здесь производств по обработке и переработке древесины, а также основные меры, проведение которых позволит ослабить, а затем и снять названную проблему. Табл. 1. Библиогр. список: 18 назв.

УДК 630\*56

**К определению числа деревьев в древостое.** ВОРОПАНОВ П. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 13—19.

Приводится таблица, в которой показаны соразмерности средних деревьев древостоя со средними деревьями отпада. Дается формула для определения бывшего в древостое ( $n$  лет назад) числа деревьев по наличию их в момент наблюдения. Сделан расчет надежности использования формулы. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630\*562.2

**Способы определения текущего прироста запаса древостоев.** АВТУХОВИЧ Е. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 20—23.

Сообщается о двух упрощенных способах определения текущего прироста запаса древостоев, базирующихся на уравнениях регрессии, выведенных по материалам пробных площадей и модельных деревьев Московской области. Оба предлагаемых способа могут быть использованы в лесном хозяйстве и лесоустройстве для более быстрого и точного расчета текущего прироста запаса сосновых и еловых насаждений I класса бонитета, без рубки модельных деревьев. Технически они доступны и не требуют дополнительных исследований. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 631.893 : 630\*232.32

**О применении полного минерального удобрения и стимуляторов роста при выращивании саженцев ели в питомнике.** ШЕЛКОПЛИС Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 23—25.

Исследовано совместное влияние доз полного минерального удобрения и стимуляторов роста: 0,01 %-ного гетероауксина и 0,005 %-ного гиббереллина на рост и развитие однолетних саженцев ели в уплотненной школе Загорского базисного питомника. Отмечается эффективность совместного применения стимуляторов и удобрений. Высказывается предположение о возможности увеличения густоты посадки до 600 тыс. саженцев на 1 га в школьном отделении питомника. Табл. 3.

УДК 630\*181.65

**О влиянии густоты древостоев и почвенно-гидрологических условий на эф-**

**фektivность осушения.** СМИРНОВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 26—30.

Установлено, что исходная густота осушаемых древостоев оказывает определенное влияние на эффективность гидромелиорации. Чрезмерная загущенность деревьев (12—15 тыс. стволов на 1 га) на интенсивно осушенном верхом болоте сильно снижает прирост по высоте и диаметру, увеличивает число ослабленных деревьев с неразвитым ассимиляционным аппаратом, приводит к плохому использованию возрастных запасов элементов питания в условиях резко улучшенного водно-воздушного режима. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*181.65.

**О биологическом круговороте веществ в культурах ели.** АЗНИЕВ Ю. Н., РИХТЕР И. Э., САРНАЦКИЙ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 30—33.

Приводятся результаты экспериментальных исследований по выявлению влияния многолетнего люпина на биологический круговорот в культурах ели на различных этапах их формирования. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*232.325

**О способах и сроках борьбы с сорняками в культурах сосны на Севере.** ТУТЫГИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., № 4, 1983, с. 34—36.

Проанализирована эффективность прополок и химической борьбы с сорняками в культурах сосны. Установлено, что при давности обработки 3 и 4 года наблюдается значительное изреживание сорняков в течение двух лет, после опрыскивания гербицидом, проведенного ранней весной. Прополки и опрыскивание в июле менее эффективны. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*375.001

**Анализ работы систем машин для заготовки леса с подсортировкой.** ШИРНИН Ю. А., ЧЕМОДАНОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 37—41.

Отражены преимущества заготовки и переработки древесины по породам для предприятий с ограниченным лесопользованием. Дан анализ технологии лесосечных работ с подсортировкой леса. Рекомендуются технологические схемы и методика расчета производительности трактора ТДТ-55 при его работе на заготовке леса с подсортировкой. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 625.731.001.24

**Влияние подстилающего слоя на прочность основания колеиных лесовозных дорог.** УВАРОВ Б. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 41—45.

Излагаются результаты расчетов напряженного состояния основания и сравнение их с экспериментами. Приводятся некоторые практические рекомендации по проектированию основания. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*377

**Оценка влияния конструкции трелевочного оборудования трактора ЛТ-157 на нагруженность его трансмиссии при неустановившихся режимах движения.** ЖУКОВ А. В., СИМАНОВИЧ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 45—50.

Приведены результаты экспериментальных исследований динамической нагруженности трансмиссии колесного трелевочного трактора ЛТ-157 на трелевочном волоке и лесной дороге при трогании с места. Дана оценка влияния конструкции подвеса и шита на общий уровень нагруженности трансмиссии колесного тягача. Ил. 4. Табл. 1.

УДК 630\*377 : 621.86.063.2

**Определение угла поворота грейфера неполноповоротным ротатором на погрузочно-разгрузочных работах с круглыми лесоматериалами.** КРЫЛОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 50—53.

Рассмотрены основные варианты применения механизмов поворота грейфера, определены требуемые углы ориентации грейфера с круглыми лесоматериалами. Приведены основные формулы, которые необходимо пользоваться при проектировании механизмов поворота грейфера на жестком подвесе для круглых лесоматериалов. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*31

**Пути роста производительности труда на погрузке леса.** ПРОХОРОВ В. Б., ТРОФИМОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 53—57.

Приведена рациональная формула производительности труда, описывающая процесс преобразования управляемой человеком энергии в продукцию. Даны аналитические выражения удельной энергоемкости и энергонасыщенности труда процесса погрузки леса на верхнем складе. Намечены пути роста производительности труда, реализация которых позволит увеличить ее значение на 30—40 %. Ил. 2.

УДК 631.62

**Распределение потенциалов влаги в плоскости осушаемого пласта.** КОВАЛЕНКО Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 58—61.

Рассматривается неустановившийся процесс потенциалопроводности в плоскости осушаемого слоя водонасыщенного грунта с учетом энергетического состояния влаги. Потенциал влаги рассмотрен как сумма двух потенциалов: гравитационного и определяемого силами взаимодействия твердых частиц грунта и влаги. Показано, что решение  $P(x, y, t)$  может служить основой для прогноза изменения влажности в плоскости осушаемого слоя. Ил. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 674.023

**Влияние точности ориентации бревен по поставу на размеры и объемный выход четырехкантных брусьев.** ЛАХТАНОВ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 62—66.

На основе проведенных теоретических исследований установлено влияние величины смещения оси бревна относительно оси поставы на размеры и объемный выход четырехкантных брусьев. Получена формула, определяющая оптимальную толщину бруса в зависимости от величины смещения оси бревна относительно оси поставы. Приведена но-

мограмма для расчета наиболее выгодной толщины бруса в зависимости от величины смещения оси бревна относительно оси поставы и диаметра перерабатываемых бревен с учетом спецификационных требований. Ил. 5. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.053 : 621.935

**Термоустойчивость ленточных пил в зависимости от различных факторов.** БАРАКИН М. Ю., САНЕВ В. И., СОЛОВЬЕВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 66—70.

Рассматриваются теоретические вопросы термоустойчивости ленточных пил на станках с односторонними выдвинутыми направляющими в зависимости от основных технологических и инструментальных факторов. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.093.003.13

**Оценка эффективности распиловки еловых пиловочных бревен, ориентированных по сучкам.** ШАЛАЕВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 70—73.

Изложена методика оценки эффективности распиловки еловых пиловочных бревен, ориентированных по сучкам. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.093.001.572

**Математическая модель оптимизации раскроя пиловочного сырья на заготовке.** РЫКУНИН С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 73—76.

В математическую модель введены ограничения по объемам пиловочного сырья, вырабатываемых заготовок, дробности и сортировки пиловочного сырья и пиломатериалов, объемам клееных заготовок, затратам рабочего времени на переработку 1 м<sup>3</sup> пиловочного сырья. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*812

**Плотность и модуль упругости как критерии прочности чистой древесины.** БОЛЫНСКИЙ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 76—80.

По данным РТМ «Древесина. Показатели физико-механических свойств» с помощью ЭВМ рассчитаны коэффициенты корреляции и коэффициенты линейных уравнений связи между плотностью и модулем упругости, с одной стороны, и пределами прочности малых чистых образцов при растяжении, изгибе, сжатии и скалывании вдоль волокон, с другой. Установлена тесная взаимосвязь показателей. Результаты расчетов отражены в таблицах и на графиках. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.419.3

**Теоретическое исследование процесса проницаемости шпона смолой при склеивании фанеры.** БИРЮКОВ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 80—84.

Проведен теоретический анализ проницаемости шпона смолой. Найдены аналитические зависимости по определению глубины проникновения смолы в шпон при склеивании фанеры с подпрессовкой пакета и с подсушкой шпона с нанесенным клеевым слоем. Полученные уравнения позволяют рассчитывать значения коэффициента проницаемости. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.815 : 678.026.3

Исследование влияния поверхностно-активных веществ на смачивающую способность пропиточных аминосмол. МАКАРЕНКО В. К., СЕДОВА Е. Е., ОЛЕНИН В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 85—88.

Проведена оценка влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) различных классов на смачивающую способность пропиточной аминосмолы СПМФ-4. На основании экспериментальных данных по изменению поверхностного натяжения, краевого угла смачивания и расчетной величины работы растекания показано, что наилучшие смачиватели для пропиточной аминосмолы: ПАВ неионогенного типа — алкилфениловые эфиры полиэтиленгликоля; при содержании их в смоле 0,1—0,5 мас. % поверхностное натяжение снижается на 25—30 %, смачивание увеличивается в 1,8—2,0 раза, а работа растекания уменьшается в 4—6 раз. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*813.14

Исследование надмолекулярной структуры и сорбционной способности гемицеллюлоз методом ЯМР. ГРУНИН Ю. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 88—91.

Импульсным методом ЯМР и на основе теории ядерной магнитной релаксации в адсорбционных системах изучен процесс взаимодействия гемицеллюлоз с водой. Обнаружено изменение надмолекулярной структуры гемицеллюлоз в ходе их увлажнения, а также при различных видах химической обработки. Определены значения полных удельных поверхностей гемицеллюлоз и их развитие при различных внешних воздействиях. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.048.5 : 539.213.28

Оценка старения модифицированной древесины измерением давления набухания. ХРУЛЕВ В. М., МАШКИН Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 91—96.

Установлено, что при циклическом увлажнении-высушивании давление набухания натуральной и модифицированной стиролом древесины снижается, а модифицированной фенолоспиртами — увеличивается. Одновременно уменьшаются поперечные размеры испытываемых образцов. Предполагается, что изменение давления набухания связано с деструкцией адгезионных связей полимера с древесиной в процессе старения. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 661.728.36 : 676.017

О влиянии высокотемпературных режимов кондуктивной сушки на свойства целлюлозы. АБЕРКИН А. Г., ЛЕВИНА Л. Ф., ЛЕВИН Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 96—99.

В статье изложены результаты исследования зависимости механических и физико-химических свойств целлюлозы от режимных условий высокотемпературной сушки с использованием двухфазного теплоносителя. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*86 : 636.085/087

Производство нормовой осажаренной древесины — резерв нормов для животноводства. КОРОТКОВ В. В., ГЕЛЬФАНД Е. Д., ЖУКОВ Н. А., УТКИН Г. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 99—102.

Освещен опыт производства кормовой древесины на промышленных дефибраторах и ее использования в рационах жвачных животных. Табл. 1.

УДК 630\*652.4

К оценке лесных ресурсов. ВОРОНИН И. В., ТРЕЩЕВСКИЙ Ю. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 103—106.

Рассмотрены теоретические вопросы оценки лесных ресурсов. Обосновано применение с этой целью показателя комплексной продуктивности лесного хозяйства. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*792 : 65.012.2 : 330.115

Оптимизация комплексной производственной программы ЛПХ промышленного объединения. КОРОБОВ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 107—112.

Рассматривается постановка, математическая модель, результаты эксперимента оптимального планирования на уровне промышленного объединения комплексной производственной программы по лесозаготовительным и деревообрабатывающим производствам ЛПХ с учетом их развития, рационального использования первичных и вторичных лесосырьевых ресурсов. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*61

О размерах объема хозяйствования с непрерывным и неистощительным лесопользованием. ЛЯМБОРШАЙ С. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 112—115.

Излагается аналитический метод определения оптимального размера объекта с непрерывным и неистощительным лесопользованием. В качестве критериев оптимальности приняты минимальные затраты на лесохозяйственное и лесопромышленное производство и транспортировку заготавливаемой древесины. Установлено, что оптимальный размер объекта расчета по предлагаемой методике производится дифференцировано по экономическим и природным условиям. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*792

Оптимизация объемов и структуры производства в цехах деревообработки комплексных лесхозов. ГНУЧАЯ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 115—119.

Рассмотрены вопросы оптимизации объема и структуры переработанного древесного сырья в цехах деревообработки лесхоззагов Полесья УССР. Использован видоизмененный симплексный метод, который позволяет вызвать наиболее эффективные направления использования древесного сырья при условии его полного потребления на предприятии. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.003.12

О совершенствовании методики отнесения на себестоимость расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. БЕРЕСТОВ В. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 119—122.

Приведена методика расчета сметных ставок расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Она позволяет более точно, с учетом уровня механизации и автоматизации производства, распределять эти расходы на себестоимость отдельных изделий. Рекомендует



## Рефераты

ся для использования на деревообрабатывающих предприятиях. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 658.155 : 684.5

**Совершенствование планирования и распределения прибыли на мебельных предприятиях.** КОЖЕВНИКОВА Т. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 122—124.

Рассматриваются вопросы совершенствования планирования и распределения прибыли мебельных предприятий на основе экономико-математических моделей формирования и распределения балансовой прибыли.

УДК 630\*232.31.001.2

**Прогнозирование обилия плодоношения древесных растений.** ТЕРМЕЦА Б. К., СТАНКЕВИЧ Л. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 125—126.

Приведены математические модели соотношения 10 видов древесных растений. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*453.78

**О влиянии промышленных выбросов на некоторых дендрофильных насекомых.** ГОЛУТВИН Г. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 127—128.

Излагается материал, касающийся прямого и косвенного влияния газообразных промышленных выбросов на лесную растительность и некоторых хвое-листогрызущих насекомых. Табл. 2.

УДК 630\*88

**Целевой подход к использованию местных ресурсов заменителей древесного сырья.** БАНДЕЛАКИ Т. Э. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 128—130.

Дана классификация заменителей древесного сырья и рассмотрены основные

концепции программно-целевого планирования их использования. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.815

**Расчет амплитуды колебаний вибрирующей решетки для ориентации древесных частиц.** ЕРМОЛОВИЧ А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 130—131.

Статья посвящена вопросу определения оптимальной величины амплитуды и частоты колебаний решетки для просеивания древесных частиц с целью ориентации их в производстве древесностружечных плит. Упорядоченная укладка стружки в ковре древесностружечных плит придает им новые свойства. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 621.313.13/17 : 519.21

**Определение времени безотказной работы стенда.** БОГОМАС Г. Д., СЕДОВ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 131—133.

Рассмотрены вопросы прогнозирования параболы асинхронных электродвигателей на основе «побочных» для проводимого исследования замеров. На базе статистических данных определен поток восстановления для электромеханических узлов стенда (реле, магнитные пускатели, тепловая защита и т. д.). Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 061.75

**Первые Суначевские чтения.** ОСТРОУМОВА Н. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 134—135.

Академик Николай Дмитриевич Нестерович (к 80-летию со дня рождения). ПАРФЕНОВ В. И., НОВИКОВА, А. А., КРАВЧЕНКО Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 4, с. 136.

