

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

2

1979

Библиотека
Архангельского
Лесотехнического
института
им. В. В. Куйбышева

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, проф. **Ю. Г. Бутко**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **В. Г. Кочегаров**, проф. **Н. В. Маковский**, акад. **ВАСХНИЛ**, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, доц. **А. Р. Родин**, проф. **Ю. Д. Силуков**, проф. **Н. И. Федоров**, проф. **В. В. Фефилов**, проф. **В. Н. Худоногов**, проф. **В. В. Щелкунов**.

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1979.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

Сдан в набор 13/II-1979 г. Подписан к печати 4/V 1979 г.
Форм. бум. 70x108¹/₁₆. Печ. л. 12,6. Физ. л. 9. Уч.-изд. л. 12,446.
Сл. 00014. Тираж 2120 экз. Заказ 899. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.2.001.57

ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛЕСА *

В. П. РАЗУМОВ

Брянский технологический институт

Предложено рассматривать лес не только как природный фактор, но также как предмет, средство и продукт труда. Дана природно-хозяйственная модель леса, представленная двумя комплексами, в каждом из которых выделено по три компонента. Намечены пути укрепления в лесоводстве будущего связей между общественными, естественными и техническими началами.

При разработке лесоводства будущего следует исходить из указаний Г. Ф. Морозова [2], который в статье о лесоводственных условиях писал, что лесоводство не есть только лесоведение или только техника. Хозяйственные задачи, покоясь на природе леса, должны быть освещены в систематическом учении о лесоводственных принципах, чего «жаждет» современное лесоводство. Прошло более полувека с тех пор, как были высказаны эти мысли, но они не осуществлены.

Если Г. Ф. Морозов считал, что в лесоводстве должны быть органически слиты научность с хозяйственностью, то до настоящего времени все еще остается нерешенным вопрос о том, является ли лес одновременно фактором природы и хозяйства, хотя современные леса все больше превращаются в хозяйственные и культурные [1].

В этой связи следует сказать о разногласиях даже в вопросе о том, является ли лесоведение частью лесоводства или оно имеет самостоятельное значение, тем более в вопросе, является ли вообще лесоводство наукой, имеющей самостоятельные теоретические основы.

По первому вопросу останется только одно мнение, если утвердить хозяйственный подход к рассматриваемым в нем вопросам жизни и развития леса.

Разрабатывая ныне вопросы лесоводства, необходимо глубже объединять общественные, естественные и технические науки. Этим утверждается понимание леса как природно-хозяйственной системы — природного фактора, предмета, средства и продукта труда, развивающегося единства лесной среды, растений и лесной растительности, всесторонне используемых, подлежащих охране и расширенному воспроизводству. В соответствии с этим определением может быть представлена модель леса (рис. 1).

Названные в этом определении и показанные на модели компоненты леса всесторонне и неразрывно связаны друг с другом, представляя единую систему. Выделенные в учении о лесе Г. Ф. Морозова [2] основные лесообразователи — лесная среда, растения леса и лесная растительность — отражают природу системы. При этом, конечно, не забыты животные и микроорганизмы как биотические факторы, включенные в лесную среду. Вторую сторону системы — ее хозяйство —

* Печатается в порядке постановки вопроса.

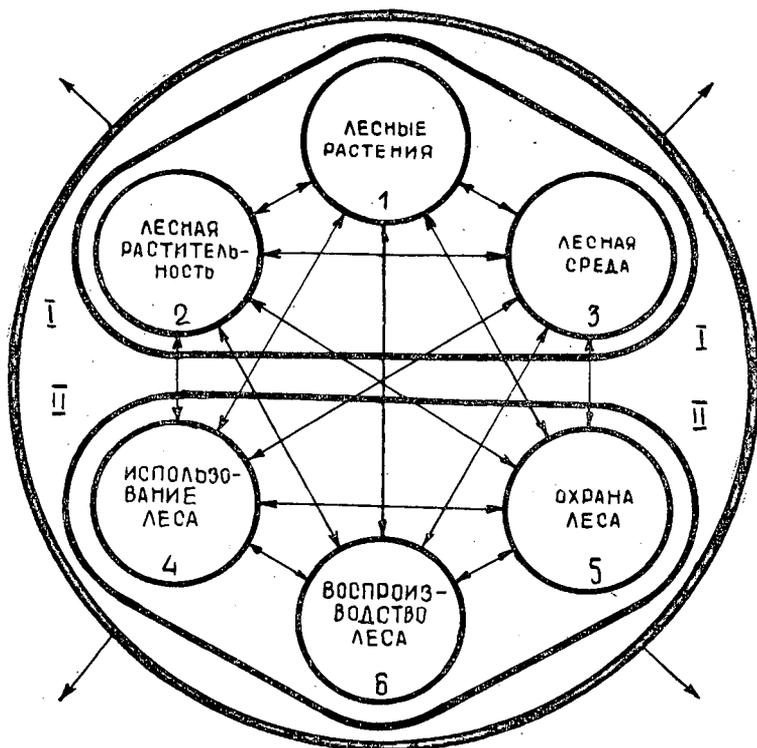


Рис. 1. Природно-хозяйственная модель леса.

I — природа леса; II — хозяйство в лесу;
 1—2—3 — природно-хозяйственный комплекс;
 4—5—6 — хозяйственно-природный комплекс.

отражают тесно связанные друг с другом мероприятия по использованию, охране и расширенному воспроизводству леса. Такое содержание хозяйственных мероприятий отражено в Основах лесного законодательства и во всех директивных указаниях по вопросам природопользования. Компоненты обеих сторон системы также тесно и неразрывно связаны друг с другом. Легко показать и наличие обратных связей между компонентами этих обеих сторон системы. Совершенно очевидно, что нельзя раскрыть все свойства рассматриваемого системного объекта, если пройти мимо тех или иных связей между его компонентами.

Современное изучение вопросов лесоводства идет двумя последовательно сменяющимися друг друга ступенями.

Сначала изучается природа системы, чему отвечает содержание первой части сложившихся руководств по лесоводству, которую Г. Ф. Морозов [2] называл учением о лесу, а теперь обычно именуют лесоведением. Однако рассмотрение природы леса в отрыве от хозяйства, выхолащивание лесоведения в отношении производственного подхода к рассмотрению входящих в него вопросов, по существу, означает утверждение разрыва между теорией и практикой, между познанием и преобразованием, между сущим и должным, по выражению Г. Ф. Морозова. В лесоводстве будущего первой его частью должно стать учение о природно-хозяйственных факторах производства отрасли, составляющих в системе леса соответствующий комплекс. Это придаст учению предметность, производственную направленность, жизненность,

столь характерные для учения Г. Ф. Морозова о лесе, в частности о типах насаждений.

Затем изучаются лесоводственные мероприятия, составляющие содержание второй части сложившихся руководств по лесоводству, именуемых по-разному: то лесоводством — учением о методах выращивания леса [3], то естественным возобновлением и воспитанием леса [4], то вообще не именуемых [5]. Во всех случаях рассматривается только одно звено производственного комплекса — производство леса, тогда как два других — использование и охрана леса — остаются без должного рассмотрения. В трех разделах хозяйства отрасли в лесоводстве будущего будут раскрыты всесторонние связи между названными звеньями хозяйственно-природного комплекса, что обеспечит комплексность выполнения лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающую высокую культуру производства отрасли и выполнения задач повышения эффективности и качества работы в лесном хозяйстве.

В лесоводстве будущего должно быть достигнуто соответствие между природой леса и хозяйством в нем, что следует считать основным принципом науки лесоводства; нарушение этого соответствия (адекватности) может вызывать ухудшение состояния леса и его разрушение, с одной стороны, снижение эффективности хозяйства в нем, с другой.

Наличие связей между показанными на модели шестью компонентами леса наглядно, так как любое положение лесоводства в отдельности и вместе взятые служат тому доказательством. Такие примеры можно найти в исторических актах, в фольклоре и художественной литературе, которые неизменно отражали и отражают связи между природой системы и хозяйственным ее освоением, — познание леса на основе его вовлечения в хозяйственный оборот.

Основанием соответствия между природой системы и хозяйством в ней являются еще недостаточно раскрытые и не взятые на вооружение хозяйством связи между тремя сторонами хозяйственной деятельности, составляющими производственный (хозяйственно-природный) комплекс, и соответственно отвечающие им свойства природы леса и названных трех ее компонентов.

К числу таких свойств относится, прежде всего, используемость леса, отражающая заложенные в нем возможности его использования в том или ином направлении: в качестве защитного или мелиоративного фактора в отношении ряда неблагоприятных влияний природных стихий; как источника различных продуктов прижизненного использования, называемых побочными продуктами, а также как источника древесины — главного продукта леса. Используемость, как и всякое свойство леса, развивается, а в производстве может быть направленно развито, чем собственно и достигается адекватность между природой системы и хозяйством в ней.

Свойством природы леса, отражающим соответствие хозяйству, является также охраняемость (защищаемость) ее компонентов, их способность противостоять различными вредоносным влияниям абиотических и биотических экзогенных факторов, в том числе бесхозяйственности людей, способность сохранять и повышать устойчивость. Это свойство также развивается, а в хозяйстве может быть развито в нужном направлении, что повысит степень соответствия между природно-хозяйственным и хозяйственно-природным комплексами системы. Выполняя те или иные мероприятия, можно повысить устойчивость системы против огня, ветра, засухи, вредных насекомых и грибных болезней и пр.

Комплексным свойством леса (основанием для утверждения соответствия между природой и хозяйством) является также воспроизводимость леса — его способность не только восстанавливаться (что под названием возобновляемости было введено в лесную науку Г. Ф. Морозовым), но также реагировать на меры выращивания — рубки и другие мероприятия по уходу. Использование этой способности позволяет повышать эффективность мер по воспроизводству леса.

Касааясь же рассмотренных трех свойств системы в их единстве, следует признать, что они будут развиваться только в связи с выполняемыми в хозяйстве мероприятиями, изменяющими эти свойства целенаправленно.

Предложенная модель леса потеряет свою необычность, если признать, что тенденцией научного творчества является не разъединение наук, а их объединение. В настоящее время возникли и успешно развиваются такие науки, как биофизика, биохимия, биогеография, биоэкономика и др. Назрела необходимость углубить работу над экономикой лесоводства, которая возникла и развивается параллельно с техникой этой отрасли.

Очередными задачами экономики лесоводства, в свете развитых положений, является углубление связей между компонентами системы и их комплексами, а также дифференциация — интеграция лесохозяйственных мероприятий, соответствующая природе системы. С другой стороны в качестве также основной задачи выдвигается перестройка всей системы связей между лесообразователями природы системы — растениями леса, образуемыми ими насаждениями и местообитаниями. В результате должны найти рациональное решение такие вопросы, как повышение продуктивности лесов и лесного хозяйства, его эффективности и качества работы в нем.

Г. Ф. Морозов считал объединение естественноисторических и экономических основ лесоводства задачей конечного высшего синтеза, что должно быть сделано по соображениям и на началах хозяйственных. Если для практической постановки этой задачи, по его мнению, не было еще достаточных оснований, то теперь пришло время и созданы благоприятные условия для ее решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Колесников Б. П. Генетический этап в лесной типологии и его задачи. «Лесоведение», 1974, вып. 2. [2]. Морозов Г. Ф. Избранные труды. Т. 1—2. М., «Лесная промышленность», 1970—1971. [3]. Нестеров В. Г. Общее лесоводство. М., Гослесбумиздат, 1954. [4]. Погребняк П. С. Общее лесоводство. М., Сельхозиздат, 1963. [5]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л., Гослесбумиздат, 1952.

Поступила 10 июля 1978 г.

630*.165.6

СЕЛЕКЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАЖДЕНИЙ ДУГЛАСИИ В ЗАКАРПАТЬЕ *

Я. М. ШЛЯХТА

Львовский лесотехнический институт

Дана краткая характеристика плодоносящих насаждений дугласии тиссолистной в Закарпатье, приведено распределение этих насаждений по селекционным категориям и показано влияние отдельных таксационных показателей насаждений на их селекционную категорию.

Интродуцированная в западные районы УССР дугласия тиссолистная (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) полностью акклиматизировалась. В оптимальных лесорастительных условиях (свежих и влажных суббучинах и бучинах) она хорошо плодоносит и естественно возобновляется, а лучшие ее древостои в возрасте 70 лет накапливают запас свыше 1100 м³/га ценной древесины [2, 5].

При изучении этой породы в Карпатах нами обследованы все насаждения с ее участием на территории Закарпатской области. Исследованиями охвачено 59,1 га чистых и смешанных древостоев дугласии тиссолистной в возрасте от 24 до 72 лет, которые уже вступили в стадию плодоношения. Некоторые из них отведены под постоянные лесосеменные участки (ПЛСУ).

Исследуемые насаждения произрастают на 23 участках в четырех лесокombинатах, охватывающих две геоморфологические области: Мармарошскую и область Вулканических Карпат. Это цепи гор высотой до 1100 м над уровнем моря, сильно расчлененные долинами рек и горными потоками на хребты и горные группы [6].

Под насаждениями с участием дугласии преобладают бурые горно-лесные, в основном слабоподзоленные среднещелебистые почвы, подстилаемые андезитами, базальтами, диабазами, порфитами и пр. и их туфами. Содержание гумуса в верхних горизонтах почв исследуемых насаждений 1,9—4,7%; P₂O₅ — 0,18—8,83 мг на 100 г почвы; pH солевой вытяжки — 3,4—4,8.

Во всех этих насаждениях заложены пробные площади, на которых, кроме определения общепринятых таксационных показателей, дана селекционная оценка деревьев дугласии с разделением их на плюсовые, лучшие нормальные, нормальные и минусовые. В результате такой оценки представилось возможным распределить по селекционным категориям и сами насаждения. Оказалось, что 21,5% этих насаждений плюсовые, 56,1% — лучшие нормальные и 7,6% — нормальные. Минусовых же насаждений дугласии в Закарпатье не выявлено. При распределении деревьев и насаждений дугласии по селекционным категориям мы руководствовались «Основными положениями по лесному семеноводству в СССР» [3] и рекомендациями Д. М. Пирагса [4].

Из табл. 1 видно, что в плюсовых насаждениях дугласии плюсовые и лучшие нормальные деревья составляют 32,2% от общего количества деревьев; в лучших нормальных — 26,3%; в нормальных — 19,2%. Количество деревьев, пригодных для сбора семян, составляет соответственно 61,7; 58,3 и 57,3%.

Сравнительно большой процент минусовых деревьев в плюсовых насаждениях (38,3%) объясняется тем, что многие пробные площади были заложены непосредственно перед проведением очередных рубок ухода. Поэтому после проведения этих рубок (а также после ухода за ПЛСУ) эта цифра может снизиться до 25—15%. Необходимо тут же отметить, что деревья дугласии среднего диаметра и толще оказались в категории минусовых, как правило, в результате механических повреждений.

* Работа выполнена под руководством Т. М. Бродовича.

Таблица 1

| Селекционная категория насаждений | Количество пробных площадей | Принципализовано деревьев дугласии (шт. / %) | Выделено деревьев (шт. / %) | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | | | плюсовых | лучших нормальных | нормальных | минусовых |
| Плюсовые | 8 | 1306 / 100 | 19 / 1,5 | 401 / 30,7 | 386 / 29,5 | 500 / 38,3 |
| Лучшие нормальные | 13 | 2195 / 100 | 20 / 0,9 | 558 / 25,4 | 703 / 32,0 | 914 / 41,6 |
| Нормальные | 2 | 297 / 100 | 3 / 1,0 | 54 / 18,2 | 114 / 38,4 | 126 / 42,4 |
| Всего | 23 | 3798 / 100 | 42 / 1,1 | 1013 / 26,7 | 1203 / 31,7 | 1540 / 40,5 |

Отобранные нами кандидаты в плюсовые насаждения и плюсовые деревья (за исключением 5 деревьев, которые уже зарегистрированы раньше как плюсовые) в ближайшее время будут приняты комиссией и отнесены к государственному реестру плюсовых.

Плюсовые насаждения дугласии тиссолистной целесообразно выделять в семенные заказники и использовать исключительно в целях сбора улучшенных семян и заготовки черенков с плюсовых деревьев для лесосеменных плантаций. Лучшие нормальные и нормальные насаждения должны быть использованы под ПЛСУ.

Для более полной характеристики исследуемых объектов в табл. 2 и 3 приведены некоторые таксационные показатели дугласиевых насаждений в зависимости от их селекционных категорий.

Таблица 2

| Селекционная категория насаждений | Средние | | | Распределение насаждений, га, по классам бонитета | | | | | Средний класс бонитета |
|-----------------------------------|--------------|-----------|------------------------|---|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------------------|
| | возраст, лет | высота, м | диаметр (на 1,3 м), см | I _d | I _c | I _b | I _a | Итого | |
| Плюсовые | 63,5 | 39,3 | 45,8 | 10,9 | 7,6 | 3,0 | — | 21,5 | I _d —I _c |
| Лучшие нормальные | 65,4 | 34,3 | 43,9 | 5,0 | 1,5 | 12,9 | 13,7 | 33,1 | I _b —I _a |
| Нормальные | 70,5 | 36,7 | 54,2 | — | — | 4,5 | — | 4,5 | I _b |
| Всего | га | | | 15,9 | 9,1 | 20,4 | 13,7 | 59,1 | I _c —I _b |
| | % | | | 26,9 | 15,4 | 34,5 | 23,2 | 100,0 | |

Однако характерная особенность этого экзота, как уже отмечалось ранее, — его высокая продуктивность, и показатели высот деревьев не укладываются в общепринятую бонитировочную шкалу проф. М. М. Орлова. Поэтому мы использовали предложенную шкалу высших бонитетов, которая была разработана для дугласии тиссолистной в Львовском лесотехническом институте Т. М. Бродовичем [1].

Приведенные в табл. 2 и 3 материалы показывают, что ни один отдельно взятый таксационный показатель окончательно не определяет селекционной категории насаждения дугласии. В то же время насаждение любого отдельно взятого таксационного показателя (возра-

Таблица 3

| Селекционная категория насаждений | Распределение насаждений, га, по полнотам | | | | | | | | | | Средняя полнота | |
|-----------------------------------|---|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|-------|-----------------|------|
| | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | Итого | | |
| Плюсовые | — | — | 2,2 | 3,5 | 0,8 | 1,8 | 5,6 | — | 7,6 | 21,5 | 0,76 | |
| Лучшие нормальные | 1,1 | 6,6 | 5,3 | 14,0 | — | 2,3 | 3,8 | — | — | 33,1 | 0,48 | |
| Нормальные | — | — | — | — | 0,3 | 4,2 | — | — | — | 4,5 | 0,69 | |
| Всего | га | 1,1 | 6,6 | 7,5 | 17,5 | 1,1 | 8,3 | 9,4 | — | 7,6 | 59,1 | 0,64 |
| | % | 1,9 | 11,2 | 12,7 | 29,6 | 1,9 | 14,0 | 15,9 | — | 12,8 | 100,0 | |

ста, полноты, класса бонитета и др.) четко дифференцируется по селекционным категориям.

Таким образом, при селекционной инвентаризации и отборе плюсовых насаждений и деревьев дугласии тиссолистной нельзя ограничиваться насаждениями высших классов бонитета и полнот, так как и в более низких классах бонитета и в менее полнотных древостоях можно отобрать ценные насаждения и деревья, в том числе для семеноводства в соответствующих условиях.

К подобным выводам пришел и П. Я. Яркин при обследовании еловых насаждений в Московской области [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бродович Т. М. Культура псевдотсуги в лесных насаждениях СССР. Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. с.-х. наук. Киев, 1969. [2]. Бродович Т. М., Шляхта Я. М. Акклиматизация дугласии тиссолистной, произрастающей на западе УССР. — Тезисы докладов всесоюзной конференции «Биологические закономерности изменчивости и физиология приспособления интродуцированных растений». Черновцы, 1977. [3]. Основные положения по лесному семеноводству в СССР. М., 1976. [4]. Пирагс Д. М. Селекция дугласии. — В кн.: Лесная селекция. М., «Лесная промышленность», 1972. [5]. Смагляк К. К. Интродуковані хвойні лісоутворювачі. Ужгород, «Карпати», 1976. [6]. Цысь П. М. Геоморфология УССР. Львов, 1962. [7]. Яркин П. Я. Селекционная характеристика еловых насаждений западной части Московской области. — «Лесохозяйственная информация», 1977, № 14.

Поступила 9 октября 1978 г.

УДК 634.0.231.1 : 634.0.385.1

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ НА ОСУШЕННЫХ ПЛОЩАДЯХ В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ ТАЙГИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

П. А. ФЕКЛИСТОВ, Л. А. БАЙДИНА

Архангельский лесотехнический институт

Изучено возобновление хвойных в сфагновых типах леса через 13 лет после осушения, характер его размещения и прирост по высоте на разном расстоянии от осушителя.

До настоящего времени вопросы естественного возобновления на осушенных площадях изучены недостаточно [1, 2, 4—6]. По северной подзоне тайги такие работы нам не известны, хотя, например, в Ар-

хангельской области большая часть объектов лесосушения сосредоточена именно в северной подзоне тайги (Архангельский, Холмогорский и Северодвинский лесхозы).

В целях изучения естественного возобновления на осушенных площадях в Усть-Двинском лесничестве Архангельского лесхоза было заложено 5 таксационных пробных площадей в сфагновых типах леса (в сосняках кустарничково-сфагновом — пробные площади 1, 4, 5; в сосняке долгомошно-сфагновом — пробная площадь 2 и в сосняке пушицево-сфагновом — пробная площадь 3). Пробные площади ленточной формы закладывали параллельно осушителю. Древостой пробных площадей чистый по составу, спелый и перестойный, класс бонитета V.

На каждой пробной площади закладывали ленточные учетные площадки для учета возобновления. Площадки размером 2×50 м располагали вдоль осушителя и на разном от него расстоянии: 0—2, 5—7, 25—27 и 50—52 м. На каждой ленте учитывали подрост хвойных пород по категориям высоты и жизненного состояния (больные, здоровые, сухие). На разном расстоянии от осушителя (на учетных лентах) брали модели подраста, у которых измеряли прирост по высоте за последние 5 лет.

Всего заложено 16 ленточных учетных площадок, на которых взято 77 моделей подраста. Год осушения участков — 1963. Расстояние между осушителями — 100—120 м.

Во всех изученных типах леса возобновление представлено в основном сосной. Ее количество (здоровый подрост) в среднем по каждому типу леса колеблется от 4,7 тыс. шт./га в сосняке долгомошно-сфагновом (пробная площадь 2) до 12,4 тыс. шт./га в сосняке пуши-

Таблица 1

Количество подраста (тыс. шт./га) на осушенных площадях по категориям жизненного состояния и высоты на разном расстоянии от осушителя

| Расстояние от осушителя, м | Высота подраста, см, и категория жизненного состояния | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-------|----------|---------|-------|-----------|---------|-------|--|
| | до 50 | | | 50—100 | | | более 100 | | | |
| | Здоровый | Больной | Сухой | Здоровый | Больной | Сухой | Здоровый | Больной | Сухой | |
| Сосняк кустарничково-сфагновый, пробная площадь 1 | | | | | | | | | | |
| 0—2 | 0,1 | — | — | 0,6 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | — | — | |
| 5—7 | 2,3 | 2,0 | — | 9,1 | 2,1 | 0,5 | 5,3 | 0,4 | 0,1 | |
| 25—27 | 0,6 | 0,5 | — | 0,2 | 0,4 | — | 0,5 | 0,4 | 0,1 | |
| 50—52 | 0,2 | 0,6 | — | 0,2 | 0,4 | — | 0,1 | — | 0,1 | |
| Сосняк долгомошно-сфагновый, пробная площадь 2 | | | | | | | | | | |
| 0—2 | 2,8 | 0,2 | — | 1,4 | 0,3 | — | 0,5 | 0,2 | — | |
| 5—7 | 3,2 | — | — | 1,1 | 0,1 | — | 1,4 | — | — | |
| 25—27 | 1,0 | 0,3 | — | 0,7 | 0,1 | — | 0,1 | — | — | |
| 50—52 | 4,0 | 0,1 | — | 1,0 | — | — | 1,6 | — | — | |
| Сосняк пушицево-сфагновый, пробная площадь 3 | | | | | | | | | | |
| 0—2 | 2,2 | 0,1 | 2,1 | 3,3 | 0,2 | 3,0 | 10,0 | 0,7 | — | |
| 5—7 | 3,8 | 0,1 | 0,2 | 8,7 | 1,4 | 1,8 | 3,8 | 0,5 | 0,1 | |
| 25—27 | 2,6 | 0,8 | 0,1 | 0,8 | 2,5 | 0,6 | 3,9 | 0,2 | — | |
| 50—57 | 2,6 | 0,1 | — | 5,4 | 1,0 | 0,1 | 2,2 | 0,8 | — | |
| Сосняк кустарничково-сфагновый, пробная площадь 4 | | | | | | | | | | |
| 0—2 | 2,5 | 0,1 | 0,1 | 3,6 | 0,1 | — | 1,5 | — | — | |
| 5—7 | 1,8 | 0,2 | — | 2,3 | — | 0,1 | 1,7 | — | — | |
| 25—27 | 0,7 | — | — | 1,4 | 0,4 | — | 1,6 | 0,1 | — | |
| 50—52 | 0,9 | — | — | 0,8 | 1,0 | — | 0,2 | — | — | |
| Сосняк кустарничково-сфагновый, пробная площадь 5 | | | | | | | | | | |
| 0—2 | 5,3 | — | — | 6,3 | 0,7 | — | 4,1 | 0,2 | — | |
| 5—7 | 1,2 | — | — | 1,4 | — | — | 3,2 | — | — | |
| 25—27 | 2,4 | — | — | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | — | |
| 50—52 | 2,9 | — | — | 0,9 | 0,1 | — | 0,4 | — | — | |

цево-сфагновом (пробная площадь 3) — табл. 1. В среднем в сфагновых типах леса количество подроста около 6—7 тыс. шт./га.

Возобновление считается удовлетворительным в северной подзоне тайги, если количество подроста превышает 3 тыс. шт./га [3]. По данным В. Г. Чертовского [7], в сфагновых типах леса (в неосушенных сосняках) северной подзоны тайги количество подроста гораздо меньше (2—3 тыс. шт./га).

Таким образом, естественное возобновление на осушенных площадях протекает успешно.

На всех пробных площадях преобладает здоровый подрост высотой до 100 см (табл. 1). Очень мало сухого подроста. Его количество, как правило, не превышает 0,5 тыс. шт./га и лишь на пробной площади 3 равно 2 тыс. шт./га (общее количество подроста 16 тыс. шт./га).

Интересно размещение соснового подроста (здорового) по отношению к осушителю. Вблизи осушителя на расстоянии до 7 м сосредоточена большая часть подроста. Эта закономерность проявляется во всех типах леса за исключением сосняка долгомошно-сфагнового (пробная площадь 2), где наибольшее количество подроста высотой до 0,5 м находится на расстоянии 50—52 м и где эта зависимость не так резко выражена для подроста высотой до 100 см. Подобный же характер размещения в межканавном пространстве осушенных площадей был отмечен в средней подзоне тайги [4].

Еловый подрост встречался лишь на трех пробных площадях в сосняке кустарничково-сфагновом (пробные площади 1, 5) и в сосняке долгомошно-сфагновом (пробная площадь 2), но в очень малом количестве: от 0,1 тыс. шт./га (пробы 2, 5) до 0,7 тыс. шт./га (проба 1).

Изучение годичного прироста по высоте у подроста сосны показывает, что в каждом типе леса прирост во многом определяется степенью осушения, т. е. прирост есть функция расстояния от осушителя. С увеличением расстояния он быстро уменьшается (рис. 1). Форма связи между приростом по высоте и расстоянием от осушителя в разных типах леса очень сходна и хорошо отражается уравнением полинома второй степени:

для пробной площади 2

$$Z_H = 9,56 - 0,29L + 0,048L^2;$$

для пробной площади 3

$$Z_H = 13,27 - 0,13L + 0,0008L^2;$$

для пробной площади 4

$$Z_H = 10,05 - 0,27L + 0,0041L^2;$$

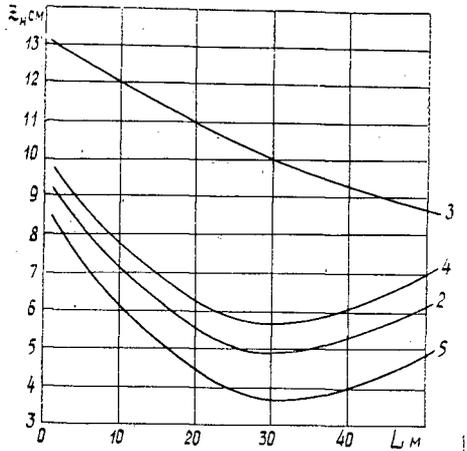


Рис. 1. Связь между приростом у подроста сосны и расстоянием его от осушителя.

2—5 — номера пробных площадей.

для пробной площади 5

$$Z_H = 8,80 - 0,32L + 0,048L^2,$$

где Z_H — прирост по высоте, см;
 L — расстояние от осушителя, м.

Наибольшим годичный прирост был в сосняке пушицево-сфагновом. Здесь связь прироста со степенью осушения (расстоянием от осушителя) очень близка к прямой. В большинстве типов леса годичный прирост был наименьшим на расстоянии 30 м, а в сосняке пушицево-сфагновом на расстоянии 50 м.

Таким образом, возобновление на осушенных площадях протекает успешно. Размещение подроста и его прирост определяются расположением осушительной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ипатьев В. А., Николаев Н. А., Блинов Н. К. Опыт лесосоушения в лесах Минской области. — «Лесное хозяйство», 1975, № 3, с. 45—52. [2]. Коллис П. И. Влияние осушения глубоких переходных болот на условия естественного возобновления. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Тарту, 1953. 27 с. [3]. Львов П. Н., Ипатов Л. Ф. Лесная типология на географической основе. Северо-Западное кн. изд-во, 1976. 135 с. [4]. Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск, 1974, с. 107—146. (АИЛиЛх). [5]. Рубцов В. Г. Возобновление ели в связи с осушением. — В кн.: Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. Вып. 7. Л., 1963, с. 122—135 (ЛенНИИЛХ). [6]. Рубцов В. Г. Кустарничково-сфагновые сосняки и особенности их возобновления в связи с осушением. — В сб.: Осушение и восстановление леса на заболоченных землях северо-запада. Л., 1973, с. 67—72 (ЛенНИИЛХ). [7]. Чертовской В. Г. О возобновлении леса в связи с рубками на Севере. — В сб.: Рубки и восстановление леса на Севере. Северо-Западное кн. изд-во, 1968, с. 10—45.

Поступила 2 июня 1978 г.

УДК 581.13

О РИТМАХ ПИТАНИЯ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ *

Е. Н. НАКВАСИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Проведено достаточно подробное изучение потребности в элементах корневого питания сеянцев первого года жизни на различных этапах их развития. Показано наличие специфической ритмичности в накоплении элементов золь и азота различными вегетативными органами и целым сеянцем ели.

За последние годы в литературе накоплено достаточно убедительных данных о том, что линейный рост и прирост органической массы сеянца в целом и отдельных его органов происходит неравномерно. Работами С. М. Зепалова [1], А. П. Щербакова и А. А. Лазаревой [3], А. П. Щербакова [4—6], А. А. Новиковой [2] показано, что в сезонном накоплении сухого вещества в листьях, стволиках и корнях растений имеется специфическая ритмичность, обусловленная биологическими особенностями породы и конкретными естественноисториче-

* Работа выполнена под руководством проф. Г. И. Редько.

скими условиями. Аналогичная периодичность, не всегда, однако, совпадающая с темпами линейного прироста и накопления органического вещества, установлена и в потреблении элементов минерального питания.

Наиболее изучены в этом отношении одно- и двухлетние сеянцы лиственных пород. Накопление сухого вещества и минеральных элементов однолетними сеянцами хвойных пород по этапам развития изучено недостаточно.

Однолетние сеянцы ели обыкновенной выращивали в питомнике Лисинского учебно-опытного лесхоза в 1977 г. Почва средне-дерновая слабоподзолистая легкосуглинистая свежая содержит в пахотном горизонте легкогидролизуемого азота 2 мг, валовых форм фосфора 3 мг и калия 3 мг на 100 г абс. сухой почвы. Весной на делянке проводили сплошную вспашку почвы на глубину 20—25 см и делали гряды высотой около 20 см. Сеянцы выращивали на фоне полного минерального удобрения: $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Посев производили 14 мая снегованными семенами. Норма высева 1,8 г семян I класса качества на 1 м посевной бороздки, глубина заделки семян в почву 1 см.

По сравнению со средними многолетними данными метеостанции ЛТА, расположенной в 2 км от опытного участка, вегетационный период года выращивания сеянцев характеризовался более низкими температурами и повышенной влажностью воздуха. Однако в отдельные дни на поверхности почвы температура достигала значительных, близких к критическим для жизни растений — 39—40°C. Влажность пахотного горизонта почвы в течение вегетационного периода была оптимальной для роста сеянцев.

Для изучения динамики накопления сухого органического вещества и содержания элементов минерального питания в тканях сеянца в целом и его отдельных органах отбирали пробы по 100 растений, начиная с 14 июня через каждые пять дней. Содержание азота определяли методом Кьельдаля, подвижного фосфора — колориметрически, калия — на пламенном фотометре. Данные являются средними из двух—трех повторностей.

Наибольший интерес для изучения ритмичности питания молодых растений представляют темпы накопления сухой массы и потребления элементов золы и азота сеянцем в целом и отдельными его органами — хвоей, стволиками, корнями — за каждую пятидневку периода наблюдений (рис. 1, 2).

Накопление сухой массы, азота, фосфора и калия однолетним сеянцем ели и его органами в течение вегетационного периода неравномерно. Усиления и спады связаны с определенными биологическими этапами органогенеза однолетних сеянцев.

После прорастания семени накопление сухого органического вещества тканями проростка идет медленно. Проросток развивается, используя запасные вещества семени; поглощение элементов минеральной пищи незначительно. Темпы накопления сухой массы усиливаются лишь после начала формирования эпикотильной части стволика сеянцев.

Для однолетних сеянцев ели выделены три периода максимального накопления органического вещества:

I — первая — вторая декады августа. Идет усиленное формирование ассимиляционного аппарата, появляются корни второго порядка;

II — конец августа — начало сентября. Появляются корни третьего порядка, начинается формирование верхушечных почек;

III — третья декада сентября. Замедляется рост всех органов растения. Снижается скорость накопления сухой массы в хвое, но резко возрастает в корнях и, хотя и незначительно, в стволиках. Идет процесс подготовки сеянцев к перезимовке.

Содержание элементов минерального питания в однолетних сеянцах ели положительно коррелирует с накоплением в них сухой

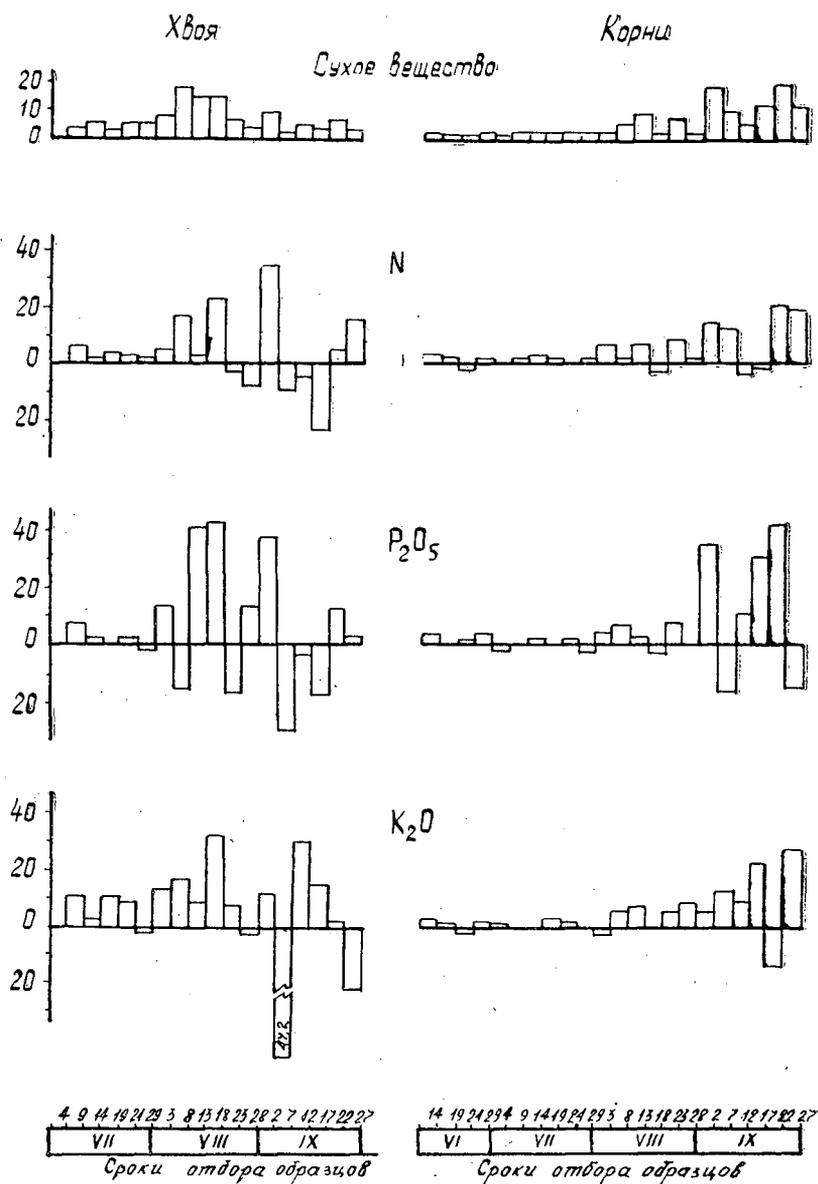


Рис. 1. Темпы прироста сухого вещества и элементов минерального питания хвои и корней однолетнего сеянца ели (% к суммарному приросту за сезон).

массы. Коэффициент корреляции между содержанием азота, фосфора, калия и накоплением органического вещества сеянцем превышает 0,9.

Периоды максимальной потребности растения в целом в элементах золь и азота соответствуют периодам наиболее интенсивного образования сухой массы и наблюдаются в те же сроки. Однако ритмичность в усвоении и перераспределении питательных веществ между отдельными органами однолетнего сеянца на различных этапах раз-

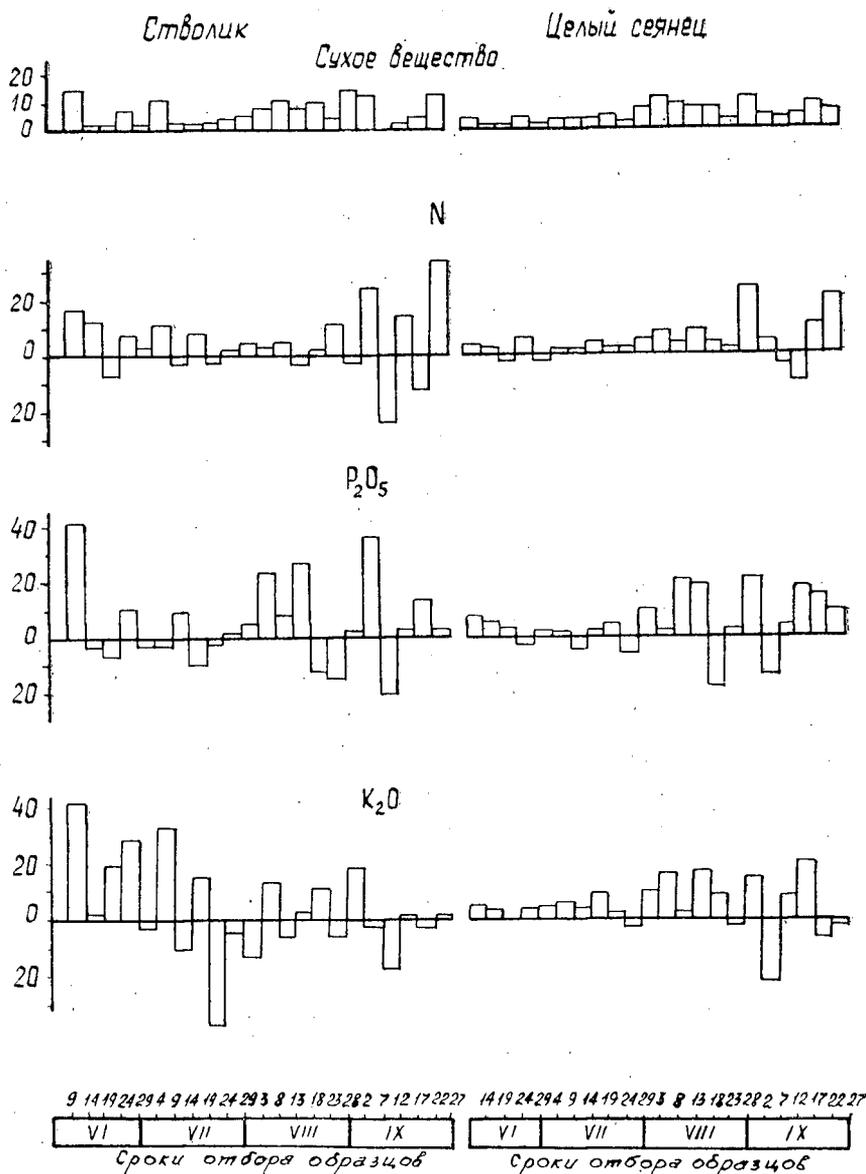


Рис. 2. Темпы прироста сухого вещества и элементов минерального питания стволиков и однолетнего сеянца ели в целом (% к суммарному приросту за сезон).

вития обуславливает смещение периодов максимального содержания отдельных элементов корневого питания в хвое, стволиках и корнях.

Потребление фосфорной кислоты сеянцем отмечено еще в период прорастания семени и выноса семядолей на поверхность. Причем почти весь усвояемый фосфор поступает в стволики и семядоли, обеспечивая их линейный рост и развитие. В этот период потребление ионов фосфора тканями корней незначительно и возрастает лишь после по-

явления боковых корней третьего порядка. Наиболее высокое содержание фосфора в тканях хвои отмечено в период формирования ассимиляционного аппарата.

В первой половине вегетационного периода характерно высокое содержание калия и азота в тканях стволика. Однако поглощение элементов из почвы незначительно. Вероятно, в стволике аккумулируются основные запасы пластических веществ семени, которые в дальнейшем распределяются между другими органами сеянца. Интенсивное образование хвои и линейный рост эпикотилия обуславливают усиленное потребление калия и азота в августе. В сентябре калий накапливается в тканях хвои и корней, повышая зимостойкость растений.

Высокое содержание азота в хвое отмечено также в период формирования верхушечных почек. В конце сезона роста азот расходуется главным образом на построение тканей корневой системы и древесины стволика.

На отдельных этапах развития сеянцев ели первого года жизни наблюдается определенная периодичность в потреблении питательных веществ из почвы и перераспределении их в пределах растения. Установление связи внутренних биологических процессов с морфологическими проявлениями позволит разработать агротехнические приемы при выращивании сеянцев ели в питомниках открытого грунта, в том числе сроки, дозы и виды минеральных подкормок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зепалов С. М. О росте сеянцев и сроки полива на агролесомелиоративных питомниках. — В сб.: Выращивание посадочного материала для агролесомелиорации. М., Гослестехиздат, 1940. [2]. Новикова А. А. Периодичность роста местных и интродуцированных древесных пород. — В сб.: Экология древесных растений. Минск, 1965. [3]. Щербakov А. П., Лазарева А. А. О периодичности роста и накопления сухого вещества у двухлетних сеянцев древесных пород. — «Бюл. Московского общества испытателей природы. Отд. биологии», 1952, т. 57.1. [4.] Щербakov А. П. Вопросы минерального питания сеянцев древесных пород. — «Труды Института леса», 1955, т. 24. [5]. Щербakov А. П. Некоторые данные о биологии роста однолетних сеянцев сосны (*Pinus silvestris* L.) и накоплении ими питательных веществ. — «Труды Института леса. Физиология древесных растений», 1958, т. 41. [6]. Щербakov А. П. Ритмы роста и питания сеянцев древесных пород. — В сб.: Физиологические основы роста древесных пород. М., 1960.

Поступила 16 октября 1978 г.

УДК 595.786

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПРОБНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ УЧЕТА КУКОЛОК СОСНОВОЙ СОВКИ (*Panolis flammea* Schiff.)

О. В. ТРОФИМОВА

Московский лесотехнический институт

Рассчитаны оптимальные размеры площадок для учета куколок сосновой совки при различных плотностях популяции. Приводится способ последовательного учета для быстрого определения размера учетных единиц.

В практике лесного хозяйства учет куколок сосновой совки, как и других насекомых-фитофагов, зимующих или окукливающихся в лесной подстилке, проводится на площадках в 1 м². Размеры таких площадок статистически не обоснованы, их количество выбирается произ-

вольно. Между тем в последние годы выполнен ряд работ, где на примере сосновых пилильщиков описан принцип определения оптимального размера учетной единицы в зависимости от плотности вредителя [1].

При установлении размера площадки для учета куколок сосновой совки нами были сопоставлены различные способы оптимизации учета и, кроме того, применен последовательный учет для быстрого нахождения размера единицы выборки.

Материалами для расчетов служили данные 3117 учетных площадок по 1 м², заложённых в период вспышки совки в 1974—1977 гг. в Воронежской, Свердловской и Владимирской областях. Внутри учетных площадок 1 м² раскапывали более мелкие площадки размерами 0,75; 0,5; 0,25 м², и записи вели отдельно по каждой площадке. Площадки 1 м² размещали в случайном порядке внутри насаждений с различной плотностью сосновой совки.

Таблица 1

| Плотность куколок | Размер проб u , м ² | Количество проб | Средняя плотность куколок | | Дисперсия средней на пробу s^2 | Эффективность пробы s^2/u | |
|-------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------|
| | | | на пробу | в пересчете на 1 м ² | | | |
| Низкая | 1,00 | 29 | 1,41 | 1,41 | 3,61 | 3,61 | |
| | 0,75 | 29 | 0,86 | 1,15 | 1,70 | 2,26 | |
| | 0,50 | 29 | 0,86 | 1,72 | 1,34 | 2,67 | |
| | 0,25 | 29 | 0,72 | 2,89 | 1,56 | 6,24 | |
| | 1,00 | 21 | 1,52 | 1,52 | 2,36 | 2,36 | |
| | 0,75 | 21 | 1,10 | 1,45 | 1,89 | 2,52 | |
| | 0,50 | 21 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | |
| | 0,25 | 21 | 0,38 | 1,52 | 0,67 | 2,68 | |
| | Средняя | 1,00 | 20 | 6,45 | 6,45 | 19,10 | 19,10 |
| | | 0,75 | 20 | 4,65 | 6,20 | 11,50 | 15,33 |
| | | 0,50 | 20 | 3,20 | 6,40 | 5,64 | 11,28 |
| | | 0,25 | 20 | 1,45 | 5,80 | 2,05 | 8,20 |
| 1,00 | | 36 | 9,44 | 9,44 | 21,22 | 21,22 | |
| 0,75 | | 36 | 6,81 | 9,15 | 15,09 | 20,12 | |
| 0,50 | | 36 | 4,92 | 9,83 | 7,05 | 14,10 | |
| 0,25 | | 36 | 2,47 | 9,89 | 3,86 | 15,42 | |
| 1,00 | | 50 | 13,90 | 13,90 | 60,38 | 60,38 | |
| 0,75 | | 50 | 10,44 | 13,92 | 38,90 | 51,87 | |
| 0,50 | | 50 | 6,74 | 13,48 | 13,95 | 27,90 | |
| 0,25 | | 50 | 3,74 | 14,96 | 8,52 | 34,09 | |
| Высокая | 1,00 | 72 | 25,71 | 25,71 | 495,88 | 495,88 | |
| | 0,50 | 72 | 12,28 | 24,55 | 139,07 | 278,14 | |
| | 0,25 | 72 | 6,72 | 26,88 | 26,84 | 107,36 | |
| | 1,00 | 210 | 29,98 | 29,98 | 425,53 | 425,53 | |
| | 0,50 | 210 | 12,06 | 24,12 | 87,47 | 174,94 | |
| | 0,25 | 210 | 8,11 | 32,44 | 33,27 | 133,08 | |
| | 1,00 | 50 | 33,84 | 33,84 | 372,99 | 372,99 | |
| | 0,50 | 50 | 16,52 | 33,04 | 97,28 | 194,55 | |
| | 0,25 | 50 | 9,20 | 36,80 | 37,14 | 148,57 | |

Выбор размера площадки проводили после серии предварительных учетов. Согласно Финни [3], наиболее эффективна такая учетная площадка, для которой отношение дисперсии плотности вредителя (s^2) к размеру площадки (u) минимально. Однако при низкой и средней плотностях метод Финни не дает однозначных результатов (табл.1). Так, при низкой плотности эффективны пробы размером 0,75 и 0,5 м², но выигрыш по сравнению с более крупными пробами незначителен, и при пересчете средних плотностей на 1 м² заметны ощутимые разли-

чия. При средней плотности чаще эффективна проба в $0,5 \text{ м}^2$ и только при высокой — всегда $0,25 \text{ м}^2$.

Ф. Н. Семевский [3] предложил оптимизировать размер пробы по формуле

$$n = \sqrt{\frac{s_{в.п}^2 T}{s_{м.п}^2 t}}, \quad (1)$$

где n — доля от площади предварительной выборки;
 $s_{в.п}^2$ — оценка дисперсии плотности вредителя внутри проб;
 $s_{м.п}^2$ — то же между пробами;
 t — прямые затраты времени на учет (разметка, расчистка площадки, экстракция куколок, подсчет куколок), мин;
 T — дополнительные затраты времени (переход от одной пробы к другой, описание пробы), мин.

В качестве предварительной пробы использовали те же площадки 1 м^2 , которые подразделяли на четыре равных квадранта по $0,25 \text{ м}^2$ для оценки внутри- и межпробной дисперсии. Расчеты выполняли по схеме однофакторного дисперсионного анализа. Для удобства вычислений вместо оценок дисперсий использовали суммы квадратов центральных отклонений от общей средней ($D_{м.п}$) и от частных средних ($D_{в.п}$) — табл. 2.

Видно, что полученные оптимальные размеры проб оказались сходными с аналогичными в табл. 1, причем в обоих случаях оптимальный размер площадки уменьшается с увеличением плотности. Однако второй способ предпочтительнее, поскольку он приводил к адекватным с первым результатам уже при использовании по крайней мере вдвое меньшего объема учетных данных.

Таблица 2

| Плотность куколок на 1 м^2 | $D_{м.п}$ | $D_{в.п}$ | T | t | Оптимальный размер площадки, м^2 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----|-----|---|
| 0,065 | 6,41 | 16,25 | 6 | 15 | 1,01 |
| 1,41 | 25,26 | 49,25 | 5 | 20 | 0,70 |
| 1,52 | 11,81 | 24,00 | 5 | 20 | 0,71 |
| 6,45 | 72,75 | 90,74 | 5 | 25 | 0,40 |
| 9,44 | 185,72 | 359,50 | 5 | 30 | 0,57 |
| 13,90 | 748,63 | 635,25 | 5 | 35 | 0,35 |
| 25,71 | 5373,23 | 2571,12 | 5 | 40 | 0,24 |
| 33,84 | 4569,18 | 2666,50 | 5 | 45 | 0,23 |

В полевых условиях требуется по возможности быстро определить оптимальный размер учетной площадки. В особенности это относится к работе лесопатологов, при которой предварительная выборка часто оказывается окончательной. Для решения поставленной задачи использован последовательный метод учета, разработанный для случая, когда распределение средней оценки плотности популяции соответствует отрицательному биномиальному [5]. Линии, определяющие критические границы, вычислены по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} d_1 &\leq sn + h_1; \\ d_2 &\geq sn + h_1, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

в которых

$$\left. \begin{aligned} s &= k \log (q_1/q_2) / \log (p_2 q_1/p_1 q_2); \\ h_1 &= \log [\beta/(1-\alpha)] / \log (p_2 q_1/p_1 q_2); \\ h_2 &= \log [(1-\beta)/\alpha] / \log (p_2 q_1/p_2 q_2); \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$n = 1, 2, 3, \dots$ — номера учетных площадок.
В расчетные формулы (3) входят величины:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= m_1/k; & q_1 &= 1 + p_1; \\ p_2 &= m_2/k; & q_2 &= 1 + p_2. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где m_1, m_2 — принятые границы плотности куколок совки (табл. 3), а α и β характеризуют вероятность ошибочного суждения и для решения прикладных задач [5] приняты равными 0,1.

Размеры учетной площадки в зависимости от плотности куколок совки на 1 м² приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Плотность куколок на 1 м ² | Размер учетной площадки, м ² | Принятые границы плотности, куколок на 1 м ² | |
|---------------------------------------|---|---|-------------------|
| | | Слабая и средняя | Средняя и высокая |
| Менее 1,5 | 0,75 | $m_1 = 1,5$ | — |
| От 4,0 до 10,0 | 0,50 | $m_2 = 4,0$ | $m_1 = 10,0$ |
| 15 и более | 0,25 | — | $m_2 = 15,0$ |

Показатель k (экспонента отрицательного биномиального распределения) вычислен по формуле

$$k = \frac{N}{\sum (\bar{x}^2 - s_i^2/n_i)} / \frac{N}{\sum (\bar{x}^2 - s^2)}, \quad (5)$$

где s_i^2 — оценка дисперсии i -той выборки;

n_i — количество учетных площадок в i -той выборке;

\bar{x}_i — средняя плотность куколок на 1 м² в i -той выборке;

N — общее количество выборок.

Вычисление комплексной оценки k имеет ряд недостатков. Прежде всего, оценка k определяется, в основном, выборками с высокими плотностями, а у сосновой совки при изменении плотности от 0,05 до 50,90 показатель k изменяется от 0,25 до 6,25, сохраняя более или менее стабильное значение ($k = 2,161$) в границах плотности от 5,1 до 30,1 куколок на 1 м². Поэтому, следуя рекомендациям Найта [4], мы вычисляли две оценки k : для слабой и средней плотности $k = 1,596$, для средней и высокой $k = 3,028$.

Окончательные расчеты дали следующие уравнения линий критических границ:

для определения размеров площадки при низкой и средней плотности

$$\left. \begin{aligned} d_1 &\leq 2,492n - 5,656; \\ d_2 &\geq 2,492n + 5,653, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где d_1 определяет площадку в 0,75 м²; а d_2 — в 0,50 м²;

для определения размеров площадки при средней и высокой плотности

$$\left. \begin{aligned} d_1 &\leq 12,181n - 27,199; \\ d_2 &\geq 12,181n + 27,185, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где d_1 определяет площадку в $0,25 \text{ м}^2$, а d_2 — в $0,50 \text{ м}^2$.

Построенный по уравнениям (6) и (7) график (рис. 1) прост для практического использования. Начинаем учет площадками 1 м^2 . Найденное количество куколок на 1-, 2-, 3-й и т. д. площадках постоянно суммируем и оцениваем по графику следующим образом. Если точка, образованная пересечением числа раскопанных площадок с количеством найденных на них куколок попадает на заштрихованную часть, то учет необходимо продолжать. В случае, когда эта точка оказывается над прямой d_2 , принимается площадка в $0,25 \text{ м}^2$, а если под прямой d_1 , то $0,75 \text{ м}^2$. Для окончательного выбора размера учетной единицы требуется провести учет на 2—12 учетных площадках по 1 м^2 в зависимости от плотности куколок совки.

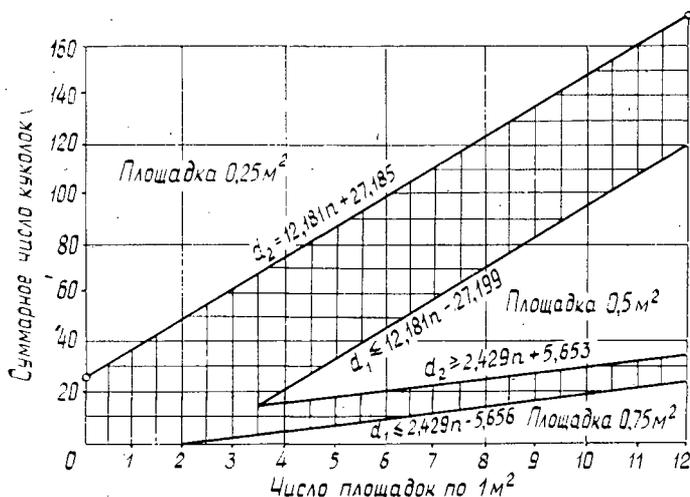


Рис. 1. График последовательного сбора куколок сосновой совки для определения размера учетной площадки.

Предположим, на первой площадке в 1 м^2 мы нашли 25 куколок, на второй — 20, на третьей — 20, итого на трех — 65, и в результате поднялись над прямой d_2 . В этом случае принимаем площадку $0,25 \text{ м}^2$. Если на пяти площадках нашли 1 куколку, воспользуемся для дальнейшего учета площадкой $0,75 \text{ м}^2$. При отсутствии куколок на 10—12 площадках прекращаем учетные работы в данном насаждении.

Нами установлено, что на всех уровнях численности распределение частот средней плотности куколок сосновой совки соответствует отрицательному биномиальному. Поэтому требуемый объем выборки рассчитывается по формуле

$$N = t^2 \frac{1/\bar{x} + 1/k}{\varepsilon^2}, \quad (8)$$

где N — число учетных площадок;
 t — критерий Стьюдента при вероятности $P = 0,68$; $t = 1,0$;
 \bar{x} — средняя плотность куколок, шт. на 1 м^2 ;
 k — параметр отрицательного бинома;
 ε — допустимая ошибка оценки средней плотности куколок в долях единицы, при ошибке в 20% — $\varepsilon = 0,2$.

Как и ранее, мы снова отказались от комплексной оценки по (5) и поступили следующим образом. Все имеющиеся оценки k , вычисленные по формуле $k = \bar{x}^2 / (s^2 - \bar{x})$, были уточнены методом максимального правдоподобия, а затем ранжированы соответственно плотности куколок совки и выравнены параболой третьего порядка по способу Чебышева. Полученную зависимость между k и \bar{x} использовали при расчетах по формуле (8). Результаты приведены в табл. 4.

Из табл. 4 и рис. 1 следует, что количество и размер учетных площадок должны возрастать с падением плотности куколок. В различных обследуемых насаждениях, либо в отдельных участках очага массового размножения совки плотность куколок, как правило, значительно варьирует. В каждом из таких однородных участков при низкой плотности вредителя можно ограничиться грубой оценкой численности с ошибкой $\pm 40\%$ и закладывать не более 12—14 учетных площадок. При средней и высокой плотности куколок совки для оценки ее численности с более высокой точностью необходимо не менее 4—6 учетных площадок. Во всех случаях учет надо начинать площадками 1 м^2 и в дальнейшем уменьшать их размер по графику последовательного выбора.

Таблица 4

| Средняя плотность куколок \bar{x} , шт./м ² | Необходимое число учетных площадок N для оценки плотности куколок с ошибкой | |
|--|---|------------|
| | $\pm 2\%$ | $\pm 40\%$ |
| 0,5 | 117 | 30 |
| 1 | 58 | 15 |
| 3 | 42 | 11 |
| 5 | 38 | 10 |
| 7 | 20 | 5 |
| 11 | 14 | 4 |
| 13 | 13 | 4 |
| 21 | 13 | 4 |
| 27 | 10 | 3 |
| 31 | 8 | 2 |
| 35 | 6 | 2 |
| 39 | 4 | 1 |
| 45 | 4 | 1 |

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бородин А. Л. Оптимизация метода учета коконов рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera, Diprionidae). — «Экология», 1975, № 3, с. 60—67. [2]. Семейский Ф. Н. Методика количественного учета динамики численности лесных насекомых. — В сб.: Вопросы лесной энтомологии. Вып. 26. МЛТИ, 1969, с. 42—75. [3]. Finney D. Y. Field sampling for the estimation of wireworm populations. — «Biometrics Bull.», 1946, 2, p. 1—7. [4]. Knight F. B. Evolution of forest infestations. — «Ann. Rev. Entomol.», 1967, 12, p. 207—228. [5]. Morris R. F. A sequential sampling technique for spruce budworm egg surveys. — «Canad. J. Zool.», 1954, 32, p. 302—313.

Поступила 27 сентября 1978 г.

УДК 631.312

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛЕСНОГО ДИСКОВОГО ПЛУГА С АКТИВНЫМ ПРИВОДОМ

П. С. НАРТОВ, В. И. ВЕРШИНИН, А. Н. ПОПОВ

Воронежский лесотехнический институт

Получены зависимости качественных показателей работы дисковых рабочих органов с активным приводом от скорости вращения при различных параметрах их установки. Показано влияние криволинейного движения агрегата на качество работы дисков.

При работе на лесных объектах дисковые орудия имеют большие преимущества перед орудиями другого типа. Дисковые рабочие органы не забиваются, не залипают, способны легко перекатываться через различные препятствия в виде пней, толстых корней, порубочных остатков.

Применение дисковых рабочих органов на плугах показало, что для достижения хорошего оборота пласта необходимо устанавливать на диски дополнительные рабочие органы в виде отвалов-чистиков различной формы*. Отвалы-чистики направляют пласт в сторону, ограничивая его подъем вверх по диску, и препятствуют его обратному падению в борозду. Однако установка дополнительных рабочих органов снижает надежность орудия, так как они могут забиваться, а в случае, если отвалы-чистики выходят далеко за пределы дисков, при встрече с препятствием возможна их поломка.

Поэтому нами была исследована возможность повышения качества оборота пласта дисками без установки дополнительных рабочих органов, а путем повышения скорости вращения дисков. Для этой цели был изготовлен экспериментальный двухотвальный дисковый плуг, на который были поставлены два дисковых рабочих органа диаметром 770 мм с радиусом кривизны их сферической поверхности 1000 мм. Один диск — правооборачивающий, второй — левооборачивающий. Диски устанавливали «вразвал» с некоторым продольным и поперечным смещением, что позволило получить двухотвальную борозду, подобную борозде, образуемой двухотвальным плугом ПКЛ-70. Каждый диск был обеспечен принудительным приводом через двухступенчатую цепную передачу от гидромотора ИМ5, приводимого регулируемым гидронасосом ПД20 от вала отбора мощности трактора. Такой привод позволял в широких пределах плавно изменять скорость вращения дисков. Конструкция экспериментального плуга позволяла также изменять угол атаки дисков с 25 до 50° и угол наклона их к вертикали от —5 до 15°. Опыты проводили в Левобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. В целях выявления оптимального режима работы дисков и параметров их установки вначале опыты вели на открытых площадях и под пологом леса при прямолинейном движении агрегата. Почвы супесчаные средне- и сильнозадернелые. Средняя глубина хода дисков 15 см.

Исследования показали, что частота вращения дисков и параметры их установки оказывают существенное влияние на качество оборота пласта. При ее увеличении оборот пласта улучшается, пласт меньше рвется на куски и ровнее ложится вдоль борозды. Например, при работе дисков, установленных с углом атаки $\alpha = 40^\circ$ и углом наклона $\beta = 5^\circ$ без привода куски пласта укладывались под углом 58°

* Нартов П. С., Вершинин В. И. Исследование рабочих органов дисковых плугов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1967, № 2.

к оси борозды, тогда как при принудительном вращении дисков и соотношении между окружной и поступательной скоростями диска $\lambda = 5,5$ угол укладки пласта к оси борозды составлял всего 6° . Пласт при этом ложится в виде сплошной ленты. При дальнейшем увеличении частоты вращения диска, т. е. при $\lambda > 5,5$, качество оборота пласта практически не улучшалось.

При работе дисков как свободно катящихся, так и с принудительным приводом возрастание угла атаки ведет к улучшению оборота пласта. Однако при $\alpha > 40^\circ$ пласт рвется на куски, которые укладываются под углом к оси борозды. Поэтому в целях большей сохранности пласта установка дисков с углом атаки более 40° нецелесообразна.

Увеличение угла наклона дисков к вертикали, а также постановка их с отрицательным углом наклона, т. е. с наклоном вперед, ведет к ухудшению оборота пласта. Наилучшие результаты были получены при установке дисков вертикально или с углом наклона до 5° .

Таким образом, частота вращения дисков должна быть такой, чтобы λ находилось в пределах 5—5,5. Наилучшими углами установки дисков с принудительным приводом являются: $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 5^\circ$.

Под пологом леса качество оборота пласта несколько ниже, чем на открытой площади, так как под пружинящим действием дернины и пронизывающих ее корней деревьев пласт стремится к обратному падению в борозду. Однако при установке дисков с указанными параметрами случаи падения пласта в борозду не наблюдались.

Таблица 1

| Поворот агрегата | Радиус кривизны гона, м | Процент пластов | | |
|------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| | | полностью обернутых | не полностью обернутых | упавших в борозду |
| Правый | 12 | $\frac{90}{98}$ | $\frac{5}{2}$ | $\frac{5}{—}$ |
| | 8 | $\frac{89}{90}$ | $\frac{4}{7}$ | $\frac{7}{3}$ |
| | 6 | $\frac{87}{98}$ | $\frac{5}{2}$ | $\frac{8}{—}$ |
| Левый | 12 | $\frac{100}{100}$ | $\frac{2}{—}$ | $\frac{—}{—}$ |
| | 8 | $\frac{100}{100}$ | — | — |
| | 6 | $\frac{100}{100}$ | — | — |

Примечание. В числителе результаты обычной нарезки пластов; в знаменателе — предварительного надрезанных.

При нарезке борозд на нераскорчеванных вырубках со сравнительно небольшим количеством пней (до 600 шт. на 1 га) трактор с дисковым плугом имеет возможность прокладывать прямолинейные борозды, «седлая» пни, через которые дисковые рабочие органы плуга способны перекатываться, что невозможно при работе лемешных плугов. Если же количество высоких пней велико, трактору с дисковым плугом приходится обходить пни. Поэтому нами были исследованы качественные показатели работы дискового плуга с активными рабочими органами при нарезке криволинейных борозд. Диски плуга были установлены с углом атаки $\alpha = 40^\circ$, углом наклона к вертикали

$\beta = 5^\circ$ при $\lambda = 5,5$. Результаты исследований (для правооборачивающего диска) представлены в табл. 1.

Опыты показали, что криволинейное движение агрегата оказывает существенное влияние на качество оборота пласта. При правом повороте правооборачивающий диск хуже оборачивает пласт, чем при левом, а левооборачивающий диск хуже оборачивает пласт при левом повороте. Чем меньше радиус правого поворота, тем меньше полностью обернутых правооборачивающим диском пластов, при этом наблюдается даже падение отдельных кусков пласта в борозду.

Чтобы улучшить оборот пласта, необходимо нарушить пружинящее действие дернины и корневой системы древесных растений. Для этого перед диском был установлен дисковый нож таким образом, чтобы он предварительно надрезал пласт. Постановка дискового ножа способствовала дальнейшему увеличению количества обернутых пластов. При прямолинейном движении плуга, а также при криволинейном движении с большими радиусами кривизны пласт полностью оборачивается и ровно укладывается вдоль борозды, и только при радиусе кривизны менее 12 м наблюдаются случаи неполного оборота пласта, а при радиусе кривизны менее 8 м происходит падение отдельных кусков пласта в борозду.

Таким образом, принудительное вращение дисковых рабочих органов плуга позволяет получить хороший оборот пласта без постановки дополнительных рабочих органов. Для лучшего оборота пласта целесообразен его предварительный надрез. Это может быть достигнуто путем постановки перед дисковыми рабочими органами дисковых ножей, которые должны разрезать пласт по самому краю образуемой борозды или быть смещены на 1—1,5 см от края борозды в сторону поля. Дисковый нож особенно важен для второго корпуса плуга, который установлен с некоторым перекрытием и снимает пласт меньшей ширины.

Поступила 14 марта 1978 г.

УДК 638.132

СЕЗОННЫЙ РОСТ И НЕКТАРОПРОДУКТИВНОСТЬ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ ЛИП

В. В. ПРОГУНКОВ

Уссурийский государственный педагогический институт

Показана связь интенсивности роста ствола липы по диаметру с цветением и нектаровыделением, а также рассматриваются гистологические элементы годичного кольца древесины у цветущих и нецветущих лип и факторы, влияющие на их рост.

Исследование медоносных растений обычно сводится к количественному определению сахаров в нектаре. Причины нектаровыделения до сих пор не выяснены. Влияние погодных и почвенных условий на процесс выделения нектара отмечали многие авторы [1, 5, 7, 9, 13]. Меньше изучена нектарность в связи с биологией цветка [6, 8, 10]. Работы по определению зависимости нектаропродуктивности цветков от темпа роста по диаметру стволов древесных медоносных растений до последнего времени не проводились.

В настоящей статье показана связь между скоростью сезонного роста различных видов лип в толщину, цветением и нектаровыделением.

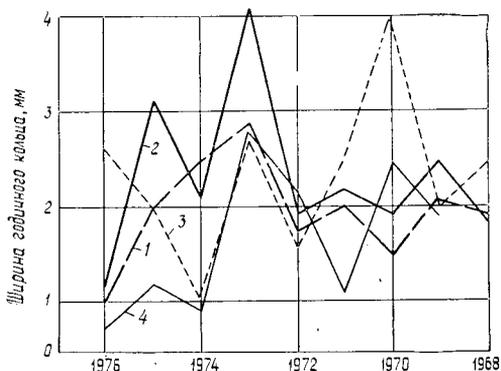
Полевые работы проводили в 1975—1976 гг. в Анучинском районе Приморского края в пройденном рубкой кедровнике.

В зависимости от геоморфологических особенностей [12] в кедрово-широколиственных лесах выделены три группы: горные, предгорные и долинные. Для изучения лип в каждой группе были заложены стационары. Сокращенное обозначение типов леса дано по Н. В. Ефимову [4]. Горный кедровник: тип леса К—IV, полнота насаждения 0,6, восточный склон, крутизна — 5°, почвы мелкие, свежие. Предгорный кедровник: тип леса К—VI гр., полнота — 0,6, юго-западный склон, крутизна — 2—3°, почвы горно-лесные, среднемощные, свежие. Долинный кедровник: тип леса К—VII, полнота — 0,6, северо-западный склон, крутизна 3—5°, почвы мощные, влажные.

Прирост стволов по диаметру изучали линейным методом [11]. На каждом стационаре выделяли 15 деревьев (средний диаметр на высоте груди 42 см, высота 19,0 м, возраст 120—150 лет), по пять каждого вида. Образцы древесины для исследования высекали из стволов стамеской по юго-западному радиусу. Для определения ширины годичных колец высечки брали толщиной 30—35 мм, а темп роста годичного слоя устанавливали по образцам 3 раза в месяц, в конце каждой декады. Ширину годичных слоев измеряли непосредственно под бинокуляром, при помощи метрической линейки. Количество нектара и сахара в цветке липы определяли методом микробумажек [7].

Рис. 1. Темп роста липы в Анучинском районе по годам.

1 — липа маньчжурская; 2 — липа амурская; 3, 4 — липа Таке.



Полученные результаты показали, что общая энергия жизнедеятельности липы по годам меняется (рис. 1). Несмотря на идентичные условия произрастания (предгорный кедровник), темпы прироста неодинаковы. На фоне общего прироста по диаметру в течение всей жизни кривая текущего прироста имела довольно значительные колебания.

За исследуемый период повышенной жизнедеятельности у липы различных видов максимум прироста наблюдался в разные годы. Сопоставление данных роста и медопродуктивности липы показало, что медосборы были наибольшими в годы интенсивного роста липы по диаметру.

Например, в 1976 г. липы маньчжурская № 1, амурская № 2 и Таке № 4 не цвели, а у липы Таке № 3 цветение и нектаровыделение были обильными. В 1975 г. липа амурская № 2 и маньчжурская № 1 отлично цвели и хорошо выделяли нектар, а липы Таке не имели цветков.

Выявленная нами тесная корреляция между шириной годичных колец и нектаропродуктивностью липы в различных условиях местобитания (табл. 1, данные 1976 г.) не позволяет пока утверждать, что содержание сахара в цветках более высокое в годы интенсивного прироста по диаметру, но такое предположение кажется довольно вероятным.

Таблица 1

| Вид липы | Количество сахара в цветке, мг, в кедровнике | | | Ширина годичного слоя, мм, в кедровнике | | |
|--------------|---|------------|--------------|---|---------------|----------------|
| | долинном | предгорном | горном | долинном | предгорном | горном |
| Таке | 6,28 | 14,05 | 9,28 | $2,6 \pm 0,09$ | $3,3 \pm 0,4$ | $2,9 \pm 0,33$ |
| Амурская | Нет | 12,54 | 7,92 | $1,5 \pm 0,44$ | $3,0 \pm 0,5$ | $2,6 \pm 0,27$ |
| Маньчжурская | 3,45 | 5,69 | Не растет | $1,9 \pm 0,38$ | $2,2 \pm 0,3$ | Не растет |

Е. А. Ваганов и др. [2] указывали, что изменения в годичном приросте адекватно отражают динамику фактора среды только в тех местах обитания, где данный фактор лимитирует рост дерева в течение всего или большей части вегетационного периода.

По содержащимся в табл. 1 показателям можно заключить, что нектарная продуктивность различных видов лип меняется в зависимости от интенсивности роста растения и местообитания.

В. Е. Вихров указывал [3], что кривая сезонного роста по радиусу отражает динамику основных факторов внешней среды и что ход и скорость роста растения в течение вегетационного периода определяет строение образовавшегося годичного кольца.

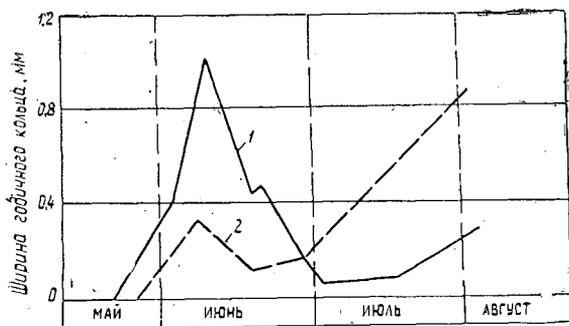


Рис. 2. Сезонный прирост липы амурской (№ 1 и 2) по диаметру в 1976 г. в Анучинском лесхозе.

В приросте деревьев липы амурской отмечается два максимума, первый в конце мая и начале июня, второй в конце июля и первых декадах августа (рис. 2). Из рисунка видно, что у группы растений в течение вегетационного периода кривая прироста значительно колеблется. Максимальный текущий прирост за исследуемый период повышенной энергии жизнедеятельности у липы амурской № 1 наблюдался в начале июня, а у липы амурской № 2 — в июле. У группы деревьев липы амурской № 1 было обильное цветение и нектаровыделение, а другие не цвели или не выделяли нектар.

Как показало анатомическое строение поперечного среза годичного кольца, поздневесенние и раннелетние клетки у цветущих лип крупнее, чем позднелетние, а у нецветущих растений они наибольшие в позднелетний период.

Изучая влияние внешней среды на годичный прирост, следует проследить влияние метеорологических факторов на изменение структуры и ширины годичного кольца. Наши исследования показали, что не следует искать прямую и тесную взаимосвязь между приростом по диаметру и погодными условиями текущего года. Рост годичного коль-

да во многом зависит от запасных веществ, отложенных в предыдущем и в меньшей степени в настоящем году. В то же время некоторая зависимость ритма роста от факторов внешней среды весьма ощутима.

Для весеннего прироста липы по диаметру необходима повышенная температура воздуха в данный период, наличие запасов воды и пластических веществ в дереве, а также благоприятные условия перезимовки [9].

Однако зависимость прироста различных видов липы от количества осадков особо выражена лишь в конце июля и начале августа. Чем больше осадков в этот период, тем интенсивнее рост по диаметру.

Сопоставляя темп роста различных видов лип по диаметру стволов в течение ряда лет с нектаровыделением, можно сделать вывод, что нектаровыделение — явление непериодичное, оно всецело зависит от конкретных условий предыдущего и настоящего года.

Периодичность цветения — это фактор сохранения вида в данном ареале. Обильное цветение и нектаровыделение наблюдается только в благоприятные для роста годы. Нами замечено, что некоторые деревья липы ежегодно (в течение четырех лет) обильно цвели и выделяли нектар, а другие не цвели такой же период. Обычно первые экземпляры занимают доминирующее положение в ценозе, а вторые — подчиненное.

Изучение закономерностей нектаровыделения позволяет прогнозировать медосбор и предлагать конкретные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аветисян Г. А. Пчеловодство. М., 1975. 296 с. [2]. Ваганов Е. А., Смирнов В. В., Терсков И. А. О возможности определения скорости сезонного роста ствола в толщину и изменений в водном режиме дерева по фотометрической кривой. — «Экология», 1975, № 2, с. 42—47. [3]. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. М., 1954. 163 с. [4]. Ефимов Н. В. Справочник таксатора. Хабаровск, 1955. [5]. Глухов М. М. Медоносные растения. М., «Колос», 1974. 303 с. [6]. Карташова Н. Н. Строение и функция нектарников цветка двудольных растений. Изд. Томск. ун-та, 1965. 194 с. [7]. Пономарева Е. Г. Кормовая база пчеловодства и опыление сельскохозяйственных растений. М., «Колос», 1973. 256 с. [8]. Пономарев А. Н., Демьянова Е. Н. Выделение нектара в обоеполых и женских цветках гинодиэцичных растений. — «Науч. докл. высш. школы МГУ. Биологические науки», 1975, № 9, с. 67—73. [9]. Прогунков В. В. Нектароносность липы. — «Пчеловодство», 1975, № 10, с. 14—15. [10]. Прогунков В. В., Кузнецов Н. И. Цветение и нектаропродуктивность липы маньчжурской. — «Пчеловодство», 1976, № 12, с. 12—13. [11]. Смирнов В. В. Сезонный рост главных пород древесных пород. М., 1964. 182 с. [12]. Соловьев К. П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск, 1958, 365 с. [13]. Фоминых В. Н. Нектароносность в зависимости от климатических и иных условий. — «Пчеловодное хозяйство», 1917, вып. 3, с. 23—33.

Поступила 23 октября 1978 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.375.4

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Г. М. АНИСИМОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Предложены технико-эксплуатационные показатели трелевочных тракторов, применение которых позволяет оценивать влияние условий эксплуатации, энергонасыщенности и рейсовой нагрузки на тягово-сцепные качества и производительность тракторов.

Тягово-сцепные качества сельскохозяйственных тракторов оценивают по тяговым показателям, к которым относят: тяговое усилие, скорость движения, буксование, расход топлива, тяговую мощность, условный или тяговый КПД трактора. Исследования технико-эксплуатационных показателей сельскохозяйственных тракторов включают изучение тяговых показателей и производительности трактора [1] и проводятся в условиях, регламентированных ГОСТом 7057—73. Участок испытаний выбирают прямолинейный, горизонтальный, с определенными микронеровностями поверхности и влажностью почвы, основным фоном может быть глинистая дорога, стерня или поле, подготовленное под посев.

В работе трелевочного трактора могут доминировать неустановившиеся режимы. Волок обычно имеет пересеченный профиль, значительные микронеровности и захламлен порубочными остатками. Физико-механические свойства грунта на трассе волока — переменные. На волоке имеются кривые разного радиуса. Режимы работы трелевочного трактора, условия его эксплуатации и объект труда не имеют аналогов в перечне видов работ и условий, приведенных в ГОСТе 7057—73.

Тяговый КПД трактора η_{τ} выражают формулой [3]

$$\eta_{\tau} = \frac{N_{кр}}{N_e} = \eta_{тр} \eta_f \eta_{б} = \eta_{тр} (1 - \delta) \left(1 - \frac{P_f}{P_k}\right), \quad (1)$$

где $N_{кр}$ — крюковая мощность;
 N_e — эффективная мощность двигателя;
 $\eta_{тр}$, η_f , $\eta_{б}$ — коэффициенты, учитывающие затраты мощности в трансмиссии, на передвижение трактора и буксование;
 δ — коэффициент буксования;
 P_k — касательная сила тяги;
 P_f — сила сопротивления движению.

При определении тягового КПД $\eta_{тр}$ принимают равным 0,90—0,92 [3]. Такое значение $\eta_{тр}$ в реальной машине можно получить только при прямолинейном движении, нормальной загрузке двигателя и температуре масла в трансмиссии. Режим поворота, малая загрузка, холодное масло могут снизить $\eta_{тр}$ до 0,3—0,4 и даже ниже [4, 5].

Определить тяговое усилие при испытаниях трелевочного трактора, которое складывается из силы трения пачки о щит и силы тяги в

тросе лебедки, или выделить отдельные составляющие η_T очень трудно без существенного изменения конструкции технологического оборудования.

Кроме этого, тяговый КПД трелевочного трактора, в отличие от сельскохозяйственного, не имеет максимума при реальных рейсовых нагрузках, что можно объяснить характером его взаимодействия с предметом труда. С учетом этого можно ожидать, что тягово-сцепные качества и эффективность использования трелевочных тракторов разной энергонасыщенности и конструкции в производственных условиях будут отличаться от тех, которые они покажут в условиях, регламентированных ГОСТом 7057—73.

Предложенные показатели базируются на показателях сельскохозяйственных тракторов и учитывают характерные особенности рабочих режимов, условия эксплуатации и взаимодействия с предметом труда трелевочных тракторов. При этом принимается и экспериментально подтверждается положение, что коэффициент сопротивления движению трактора с увеличением массы и скорости практически не изменяется.

Крюковую мощность можно выразить через крюковую силу тяги $P_{кр}$ и действительную скорость v_d :

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} v_d}{3,6} \text{ кВт} \quad (2)$$

($P_{кр}$ — кН; v_d — км/ч)

или

$$N_{кр} = \frac{Q' \psi_y v_d}{3,6}, \quad (3)$$

где Q' — вес пачки древесины, Н;

ψ_y — условный коэффициент сопротивления движению пачки;

$$\psi_y = f_y \cos \alpha \pm \sin \alpha.$$

Коэффициент ψ_y учитывает потери при трелевке пачки: рассеивание энергии в трансмиссии при произвольном движении (с поворотом) по волоку, преодоление сил сопротивления с учетом поворота. Его можно определить на волоке-полигоне с измерением мощности на участке трансмиссии от двигателя до бортовых фрикционов. Условный коэффициент сопротивления пачки без учета сопротивления уклона f_y определяют по формуле

$$f_y = \frac{a_T}{\eta_y} \left(\frac{M_T - M_X}{Q'} \right), \quad (4)$$

где a_T — тяговый параметр, $a_T = \frac{i_y}{r_3}$;

i_y — передаточное число трансмиссии от места измерения момента до ведущей звездочки;

r_3 — радиус звездочки;

η_y — КПД участка трансмиссии от двигателя до места измерения момента;

M_T, M_X — крутящий момент в трансмиссии при грузовом и холостом ходе соответственно.

Подставляя выражения (2) и (3) в формулу (1), получим формулу для определения тягового показателя трелевочного трактора $\eta_{ТТ}$:

$$\eta_{\text{тг}} = \frac{0,28\psi_y Q'v_d}{N_e}. \quad (5)$$

Тяговый показатель можно выразить через технологическую производительность P_T :

$$\eta_{\text{тг}} = \frac{2,72\psi_y P_T}{N_e}, \quad (6)$$

где

$$P_T = Qv_d \text{ т} \cdot \text{км/ч},$$

Q — рейсовая нагрузка, т.

Тяговый показатель позволяет просто оценивать тягово-сцепные качества трелевочных тракторов в условиях обычной эксплуатации. При экспериментальных исследованиях разных тракторов в одинаковых условиях более высокое значение $\eta_{\text{тг}}$ характеризует совершенство конструкции.

Тяговая эффективность трелевочного трактора определяется не только факторами, влияющими на $\eta_{\text{тг}}$, но и режимом работы двигателя. Введем показатель тяговой эффективности трелевочного трактора $\eta_{\text{ет}}$, в котором отражаются $\eta_{\text{тг}}$ и коэффициент загрузки двигателя по мощности K_N :

$$\begin{aligned} \eta_{\text{ет}} &= \eta_{\text{тг}} K_N; \\ K_N &= N_e / N_{\text{ен}}, \end{aligned}$$

где $N_{\text{ен}}$ — номинальная эффективная мощность двигателя.

Тогда $\eta_{\text{ет}}$ можно определить преобразованием выражения (6)

$$\eta_{\text{ет}} = \frac{2,72\psi_y P_T}{N_{\text{ен}}}. \quad (7)$$

Для энергетической оценки машин лесной промышленности В. Б. Прохоров предложил показатели удельной энергопроизводительности u и удельной энергоёмкости g [2]:

$$u = \frac{P_T}{N_e} \text{ т} \cdot \text{км}/(\text{кВт} \cdot \text{ч}); \quad g = \frac{1}{u} \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{км}). \quad (8)$$

Между тяговым и удельными энергетическими показателями существует связь:

$$u = \frac{\eta_{\text{тг}}}{2,72\psi_y}; \quad g = \frac{2,72\psi_y}{\eta_{\text{тг}}}. \quad (9)$$

Потребную мощность для достижения технологической производительности в конкретных условиях можно выразить следующим образом:

$$N_{\text{ен}} = \frac{2,72P_T \psi_{\text{ут}}}{\eta_{\text{ет}}}, \quad (10)$$

где $\eta_{\text{ут}}$ — условный коэффициент сопротивления движению пачки, зависящий от тягового показателя.

Преобразованием выражения (10) можно определить рейсовую нагрузку для конкретных условий, мощности и максимально допустимой скорости:

$$Q = \frac{N_{\text{ен}} \eta_{\text{ет}}}{2,72v_d \psi_{\text{ут}}}. \quad (11)$$

Для оценки влияния на показатели ограничения по сцеплению гусеничного движителя с грунтом целесообразно ввести допустимый КПД буксования η_d , переменный коэффициент сцепления от тягового показателя φ_T и коэффициент использования сцепной массы η_φ :

$$\eta_\varphi = \frac{Q}{G_{\text{сц}}}, \quad (12)$$

где $G_{\text{сц}}$ — сцепная масса, т.

Запишем условие получения производительности по сцеплению:

$$P_T \leq \frac{\varphi_T G_{\text{сц}} \cos \alpha \nu_T \eta_{\text{гт}} K_N}{\psi_{\text{ут}}}. \quad (13)$$

Тогда коэффициент использования сцепной массы при допустимом буксовании можно записать так:

$$\eta_\varphi \leq \frac{\varphi_T \cos \alpha \eta_{\text{гт}}}{\psi_{\text{ут}} \eta_d}. \quad (14)$$

После ряда преобразований выражений (13) и (14) получена зависимость допустимой рейсовой нагрузки Q_d по условию сцепления:

$$Q_d = \frac{\eta_\varphi G}{1 - \eta_\varphi m}, \quad (15)$$

где G — масса трактора, т;

m — число, показывающее, какая доля от общей массы груза размещается на тракторе.

Максимальный угол подъема α_m , который может преодолеть трелевочная система при ограничении по сцеплению и допустимых потерях на буксование, получаем преобразованием выражения (13):

$$\text{tg } \alpha_m \leq \frac{\varphi_T \eta_{\text{гт}}}{\eta_\varphi \eta_d} - f_{\text{ут}}. \quad (16)$$

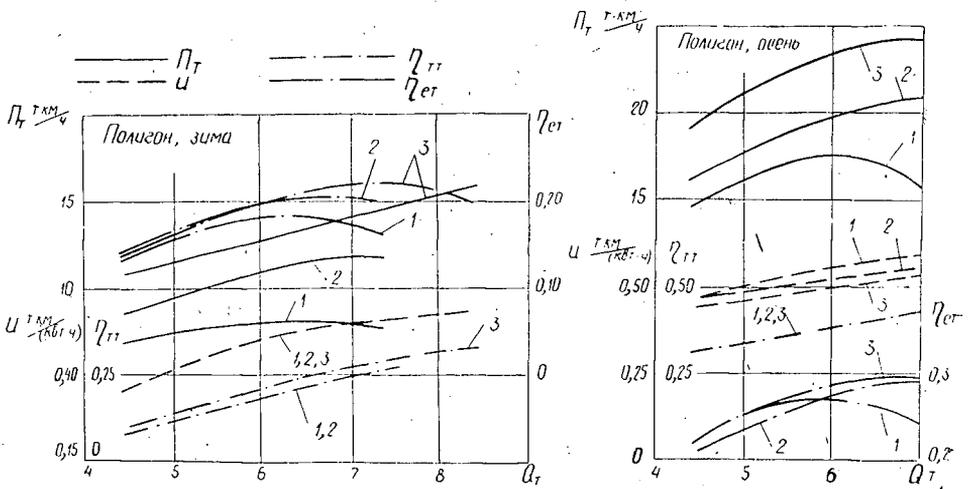


Рис. 1. Зависимость показателей от рейсовой нагрузки.

1 — ТДТ-55; 5 кВт/т; 2 — ТДТ-55М; 6 кВт/т; 3 — ТДТ-55М; 7 кВт/т.

Экспериментальные исследования трелевочных тракторов ОТЗ различной энергонасыщенности на волоке-полигоне, представляющем замкнутую в виде восьмерки трассу длиной 1,5 км, с подъемами и спусками, переменными физико-механическими свойствами грунта, позволили установить влияние на технико-эксплуатационные показатели энергонасыщенности условий эксплуатации и рейсовой нагрузки. В качестве примера на рис. 1 приведены графические зависимости показателей только от рейсовой нагрузки, анализ которых показывает, что: энергопроизводительность и тяговый показатель возрастают с увеличением рейсовой нагрузки, но во всех условиях эксплуатации максимум не наблюдается;

энергонасыщенность оказывает незначительное влияние на энергопроизводительность и тяговый показатель;

показатель тяговой эффективности имеет максимум;

технологическая производительность повышается с увеличением рейсовой нагрузки, а ее максимум совпадает с максимумом показателя тяговой эффективности.

Предложенные зависимости позволяют по результатам испытаний существующих макетных образцов и на стадии проектирования новых модификаций оценивать их тягово-цепные качества, энергозатраты и показатели производительности в зависимости от условий эксплуатации, энергонасыщенности, рейсовой нагрузки и изменчивости условного коэффициента сопротивления движению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Поповский А. А., Козырев С. П. Влияние единичной мощности трактора на его технико-эксплуатационные показатели. — «Тракторы и сельхозмашины», 1977, № 3, с. 8—9. [2]. Прохоров В. Б. Эксплуатация машин в лесозаготовительной промышленности. М., «Лесная промышленность», 1978. 304 с. [3]. Трепененков И. И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов. М., «Машиностроение», 1959. 190 с. [4]. Фаробин Я. Е. Теория поворота транспортных машин. М., «Машиностроение», 1970. 175 с. [5]. Харитончик Е. М., Павленко С. Т., Киселев Н. И. КПД трансмиссии экспериментального трактора с переключением передач на ходу. — «Тракторы и сельхозмашины», 1969, № 10, с. 8—9.

Поступила 29 апреля 1978 г.

УДК 629.114.3

О ВЫБОРЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Н. И. БИБЛЮК

Львовский лесотехнический институт

Изложены результаты исследования влияния неодновременности воздействия, неподрессоренных масс, затухания в шинах, жесткости рамы автомобиля и связей между колебаниями поддрессоренных масс на поперечные колебания автомобиля и роспуска и разработаны рекомендации по упрощению исходной расчетной модели, эквивалентной лесовозному автопоезду.

Угловые колебания поддрессоренных масс лесовозного автомобильного поезда в вертикальной поперечной плоскости рассматриваются при изучении плавности хода, устойчивости и управляемости автопоезда.

да. При аналитических исследованиях поперечных колебаний эквивалентную колебательную систему автопоезда представляют состоящей из ряда подрессоренных и неподдресоренных масс, соединенных между собой упругими связями и демпферами [3, 4]. Распределенную подрессоренную массу грузового автомобиля разделяют на две дискретные массы, сосредоточенные над передней и задней осями, и соединяют их упругой связью, характеризующей кручение рамы [5], а распределенную массу пакета хлыстов представляют как дискретную одномассовую систему, работающую на кручение [4], или в виде ступенчатого стержня, распределенная масса и крутильная жесткость которого изменяются скачками при переходе от одного участка к другому [1]. В полном виде колебательная система, эквивалентная лесовозному автопоезду, достаточно сложна. Поэтому в ряде случаев, в частности при предварительных инженерных расчетах, возникает необходимость в упрощении исходной расчетной модели в целях сокращения времени на подготовку задачи и экономии машинного времени ЭЦВМ.

Рассмотрим возможные пути упрощения расчетной модели, описывающей угловые поперечные колебания, на примере автопоезда на базе автомобиля типа МАЗ-509 с одноосным и двухосным рессорными роспусками, груженых пакетом хлыстов.

Пакет хлыстов представляет собой упругую неравномерно распределенную по длине массу с бесконечным числом степеней свободы [1]. Однако однородный характер и сравнительно небольшой диапазон изменения крутильной жесткости по длине рабочего участка, равного расстоянию между кониками, позволяют искать упрощения. Подрессоренную массу пакета хлыстов можно представить как две условно недеформируемые массы, приведенные к подрессоренным массам задней части автомобиля и роспуска. Массы связаны упругим элементом и демпфером, имитирующими жесткость и сопротивление пакета при кручении. Наиболее подходящей границей, разделяющей массы пакета хлыстов на две части, является плоскость, проходящая через центр его тяжести.

С учетом крутильных упругих и демпфирующих свойств рамы автомобиля и пакета хлыстов и в предположении, что все элементы c и k системы линейны [3—5], представим исходную расчетную схему, служащую для рассмотрения угловых колебаний лесовозного автопоезда в поперечной вертикальной плоскости, в виде схемы на рис. 1. Схема описывается следующей системой линейных дифференциальных уравнений:

$$I_1 \ddot{\beta}_1 + M_{\beta_1} + M_{12} = 0; \quad I_{k1} \ddot{\beta}_{k1} - M_{\beta_1} + M_{k1} = 0;$$

$$I_2 \ddot{\beta}_2 + M_{\beta_2} - M_{12} + M_{23} = 0; \quad I_{k2} \ddot{\beta}_{k2} - M_{\beta_2} + M_{k2} = 0;$$

$$I_3 \ddot{\beta}_3 + M_{\beta_3} - M_{23} = 0; \quad I_{k3} \ddot{\beta}_{k3} - M_{\beta_3} + M_{k3} = 0,$$

где $M_{\beta_i} = 2k_{pi} d_{pi}^2 (\dot{\beta}_i - \dot{\beta}_{ki}) + 2(c_{pi} d_{pi}^2 + c'_p) (\beta_i - \beta_{ki});$

$$M_{ki} = 2k_{wi} d_i^2 (\dot{\beta}_{ki} - \dot{\alpha}_i) + 2c_{wi} d_i^2 (\beta_{ki} - \alpha_i);$$

$$M_{12} = k_{12} (\beta_1 - \beta_2) + c_{12} (\beta_1 - \beta_2);$$

$$M_{23} = k_{23} (\beta_2 - \beta_3) + c_{23} (\beta_2 - \beta_3);$$

где β_i и β_{ki} — угловые поперечные перемещения подрессоренных и неподдресоренных масс i -той оси автопоезда ($i = 1, 2, 3$);

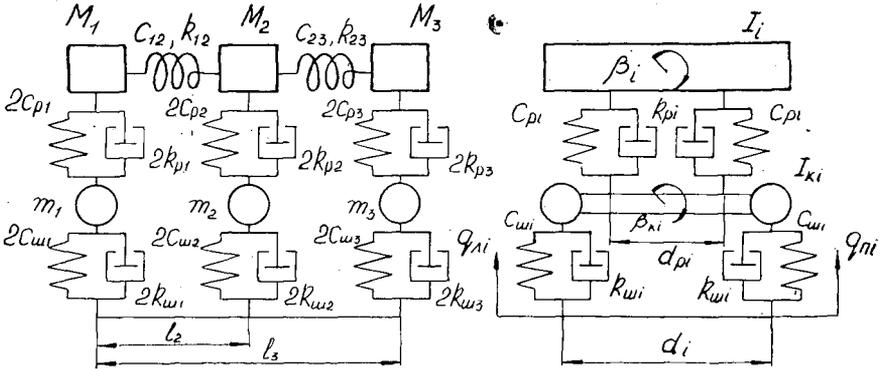


Рис. 1. Расчетная схема, служащая для описания угловых колебаний лесовозного автопоезда в поперечной вертикальной плоскости.

- I_i и I_{ki} — моменты инерции подрессоренных M_i и непрессоренных m_i масс относительно продольных осей;
- c_{pi} , k_{pi} и c_{wi} , k_{wi} — жесткости и коэффициенты неупругого сопротивления рессор и шин i -той оси автопоезда при вертикальном прогибе;
- c'_p — жесткость рессор при кручении;
- c_{12} , k_{12} и c_{23} , k_{23} — жесткость и коэффициент неупругого сопротивления рамы и пакета хлыстов при кручении;
- α_i — угол поперечного наклона микропрофиля дороги под i -той осью автопоезда;

$$\alpha_i = \frac{q_{li} - q_{pi}}{2d_i} = \frac{q_l - q_p}{2d_i} e^{-j\omega\tau_i};$$

q_{li} и q_{pi} — амплитуды гармонического микропрофиля под левыми и правыми колесами i -той оси;

$\tau_i = \frac{l_i}{v}$ — время запаздывания наезда на неровности дороги колес i -той оси автопоезда;

v — скорость движения;

ω — круговая частота;

$$j = \sqrt{-1}.$$

Полученная расчетная модель, несмотря на ряд принятых допущений, существенно упрощающих реальную колебательную систему, все еще достаточно сложна. Поэтому при расчете поперечных колебаний автопоезда, как правило, идут путем дальнейшего упрощения исходной колебательной системы. При этом обычно пренебрегают угловой упругостью несущей системы автомобиля и величиной непрессоренных масс [3, 4], воздействием дороги на колеса автомобиля [4], поперечными колебаниями автомобиля при рассмотрении устойчивости движения полуприцепа [3] или поперечными колебаниями задней части автомобиля при рассмотрении нагруженности рамы [5].

На рис. 2 и 3 приведены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) поперечных угловых колебаний подрессоренных масс рассмат-

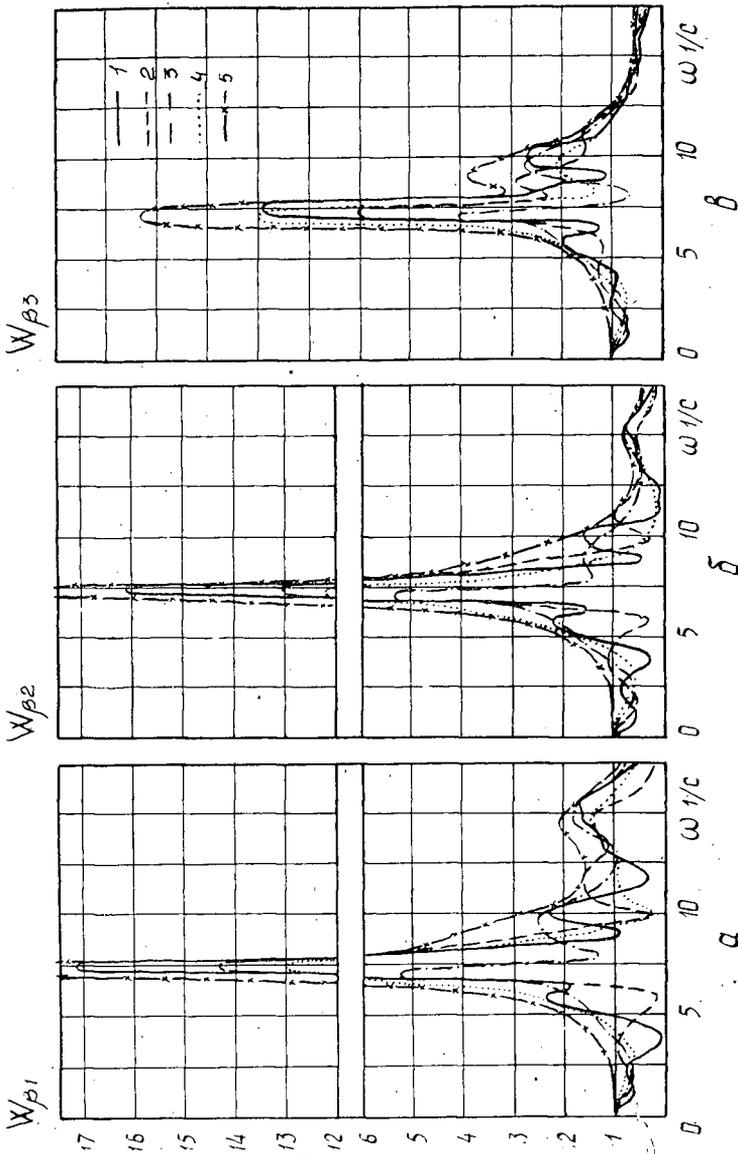


Рис. 2. АЧХ поперечных колебаний передней (а), задней (б) частей автомобиля и рессоры (в) при различных значениях v .

1 — $v = 5$ м/с; 2 — $v = 7,5$ м/с; 3 — $v = 10$ м/с; 4 — $v = 12,5$ м/с; 5 — $v = \infty$ ($\tau_i = 0$).

риваемого лесовозного автопоезда для полной (рис. 1) и упрощенных расчетных схем, вычисленные на ЭЦВМ «Мир-2» на основании программы, составленной с использованием алгоритма и подпрограммы решения систем линейных алгебраических уравнений с симметрической матрицей комплексных коэффициентов [2]. Как видно из рис. 2, изменение скорости движения, а значит, и времени запаздывания наезда на неровности колес автопоезда, приводит к значительному изменению величины и характера АЧХ. При этом в диапазоне реальных значений скоростей движения автопоезда (2,5—15,0 м/с) максимальные амплитуды угловых перемещений подрессоренных масс могут различаться между собой в 2—4 раза.

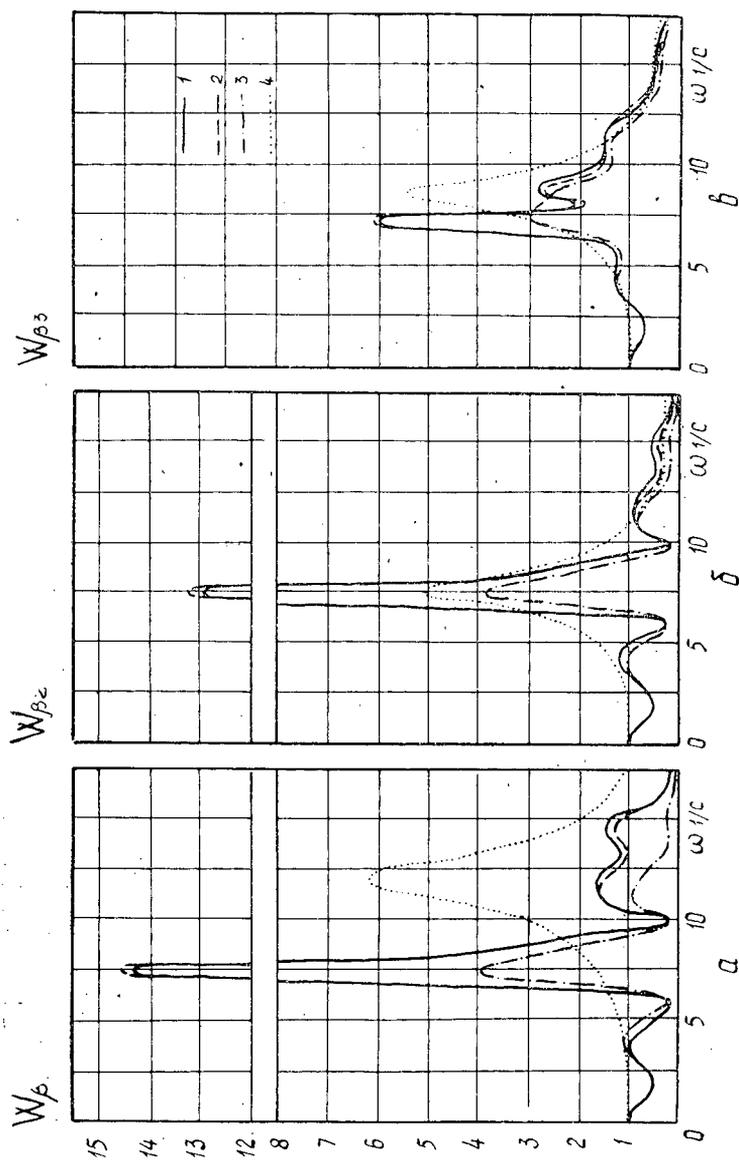


Рис. 3. АЧХ поперечных колебаний передней (а), задней (б) частей автомобиля и роспуска (в) при $v = 7,5$ м/с.

1 — исходная схема (рис. 2); 2 — $m_1 = 0$; 3 — $m_1 = 0$; $c_{12} = 0$; 4(а) — $\beta_2 = \beta_3 = 0$; 4(б) — $\beta_2 = \beta_3 = 0$; 4(в) — $\beta_1 = \beta_2 = 0$.

Выполненные исследования показали, что пренебрежение временем запаздывания (неодновременностью) наезда на неровности дороги колес одной из осей или всех осей автопоезда существенно сказывается на характере кривых АЧХ и приводит к изменению максимальных амплитуд угловых перемещений подрессоренных масс в 1,35—1,8 раза (при $v = 7,5$ м/с).

Пренебрежение затуханием в шинах практически не сказывается на амплитудах угловых перемещений подрессоренных масс, а пренебрежение неподрессоренными массами приводит к увеличению максимальных амплитуд угловых перемещений в области низкочастотного резонанса на 1—2% (рис. 3, кривые 2). В области высокочастотного резонанса пренебрежение неподрессоренными массами обуславливает

уменьшение амплитуд угловых перемещений поддрессоренной массы передней части автомобиля в 4 раза, задней части автомобиля в 2,5 раза и роспуска в 1,9 раза.

Предположение об абсолютной жесткости рамы автомобиля мало сказывается на характере АЧХ (рис. 3 кривые 3), но приводит к весьма значительному уменьшению максимальных амплитуд угловых перемещений поддрессоренных масс (передней и задней частей автомобиля соответственно в 3,8 и 4,5 раза, роспуска в 2 раза).

При предположении об отсутствии колебаний задней части автомобиля и роспуска (при рассмотрении поперечных колебаний передней части автомобиля) и передней части автомобиля и роспуска (при рассмотрении колебаний задней части автомобиля) характер кривых АЧХ существенно изменяется, а максимальные значения угловых перемещений поддрессоренных масс автомобиля уменьшаются приблизительно в 2,5 раза (рис. 3, а и б, кривые 4). При отсутствии колебаний автомобиля максимальные амплитуды угловых перемещений поддрессоренной массы роспуска для скорости 7,5 м/с уменьшаются на 17% (рис. 3, в, кривая 4).

На основании изложенного приходим к выводу, что при исследовании поперечных колебаний лесовозный автопоезд необходимо представлять как многомассовую колебательную систему с многими входами, по которым воздействия поступают с относительным запаздыванием, с учетом упругости несущей системы автомобиля и пакета хлыстов при кручении (рис. 1). Затуханием в шинах можно пренебречь.

При исследовании низкочастотных поперечных колебаний можно существенно упростить расчетную модель лесовозного автопоезда, исключив из нее неподдрессоренные массы.

При сравнительных исследованиях влияния параметров пакета хлыстов и роспуска на характер АЧХ поперечных колебаний лесовозного автопоезда, не требующих высокой точности вычислений, возможно дальнейшее упрощение расчетной модели путем представления поддрессоренной массы автомобиля как одномассовой системы, предполагая раму абсолютно жесткой.

И, наконец, предварительная оценка интенсивности поперечных колебаний лесовозного роспуска может быть осуществлена по величине максимальной амплитуды угловых перемещений поддрессоренной массы (коэффициенту динамичности) при отсутствии колебаний автомобиля (неподвижном автомобиле).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Библик Н. И. Применение матричного метода начальных параметров для расчета колебаний лесовозного автопоезда. — ИВУЗ, «Лесной журнал» 1977, № 3.
- [2]. Библик Б. В., Перетятко Б. Т., Скоропад Е. Г. Численный метод определения комплексных частотных функций транспортной машины как многомерной колебательной системы. — В сб.: Труды ВКЭИ автобуспрома. Львов, 1976.
- [3]. Взятышев Н. А. Поперечная устойчивость седельного автопоезда. — «Автомобильная промышленность», 1964, № 12.
- [4]. Жуков А. В., Резников О. Ф. Влияние гибкого скручивания пакета хлыстов на поперечную устойчивость лесовозного автопоезда. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 5.
- [5]. Яценко Н. Н. Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей. М., «Машиностроение», 1972.

УДК 634.0.36

ПАРАМЕТРЫ СТАЛКИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

В. Г. КОЧЕГАРОВ, А. И. ФУРИН

Ленинградская лесотехническая академия

Приводятся результаты теоретического исследования по определению параметров сталкивающего устройства для валки деревьев ударно-импульсным способом. Предложена номограмма для определения минимальной скорости ударника, обеспечивающей направленное падение дерева, в зависимости от масс дерева и ударника.

При использовании валочных и валочно-пакетирующих машин непрерывного действия перспективен ударно-импульсный способ сталкивания дерева с пня. Он заключается в том, что к комлевой части срезанного (возможно не полностью) дерева прикладывается ударный импульс. Благодаря этому комлевая часть дерева выносится вперед по ходу движения машины, дерево наклоняется от стены леса и падает в сторону машины. Это возможно в том случае, когда наклон дерева достаточен для преодоления сопротивления попутного ветра (направления ветра и движения машины совпадают). Случаи встречного и бокового ветра в данной работе не рассматривались.

В настоящее время нет достаточно обоснованных и конкретных рекомендаций для расчета параметров сталкивающего устройства, обеспечивающего направленное падение дерева. Следовательно, нет возможности разработать и саму конструкцию сталкивающего устройства. Ранее был рассмотрен вопрос об определении параметров ударного сталкивающего устройства численным методом [5] и получены зависимости для силы соударения в процессе удара, ударного импульса и угловой скорости дерева от массы ударника при разных его скоростях и др. Однако конкретных данных о массе M_y и необходимой скорости ударника V нет. Данная статья, являющаяся продолжением работы [5], ставит задачу определения параметров ударника для направленного сталкивания любого конкретного дерева при наличии попутного ветра.

Масса ударника должна быть выбрана так, чтобы после соударения со стволом дерева он двигался бы в обратную сторону или по крайней мере остановился. В этом случае нет необходимости ставить амортизатор, гасящий энергию двигающегося вперед ударника. Изменение направления движения ударника обусловлено упруго-пластическими деформациями древесины в зоне контакта, которые определялись ранее опытным путем [4].

Численный метод расчета позволяет определить движение как дерева, так и ударника к окончанию процесса соударения. Установлено, что скорость ударника после удара (конечная скорость) линейно зависит от его начальной скорости. Это позволяет анализировать графики, полученные для одной скорости, и легко перенести полученные выводы на любую скорость ударника. На рис. 1 приведены зависимости конечной скорости ударника от его массы для скорости соударения

$V = 4$ м/с и разных деревьев ели I и IV разрядов высот. Из рис. 1 видно, что конечная скорость может изменить направление в зависимости от соотношения параметров дерева и ударника. Так, для масс ударника 60—240 кг при $D_{1,3} = 16$ см направление движения ударника не меняется, а при $D_{1,3} = 40$ см направление движения после удара будет обратным по отношению к начальному. Для каждого расчетного дерева определим такие массы ударника, при которых его конечная скорость равна нулю. Это и есть критическая масса. Вычислим соотношения критических масс $M_{кр}$ ударника и масс всех расчетных деревьев M_d и среднее соотношение примем за критическое. В результате расчета получим

$$M_{кр} = 0,195M_d.$$

Таким образом, целесообразно, чтобы масса ударника отличалась от массы дерева не менее чем в 5 раз.

Чтобы определить скорость ударника, необходимо найти условия, обеспечивающие направленное падение дерева. В общем случае таких условий два: начальные угловая скорость и угол наклона дерева. Однако в рассматриваемой задаче начальная угловая скорость — функция начального угла поворота. Это связано с тем, что вращательное движение не обособлено, а представляет собой продолжение движения дерева на предшествующих этапах, каковыми являются: движение дерева по пню, падение комля с пня на землю и удар комля дерева о землю. Зависимость между угловой скоростью и углом поворота дерева после удара его комля о землю установлена В. В. Сабовым [3]. Следовательно, в данной задаче условием, определяющим направление падения дерева, является начальный угол его наклона. Если этот угол при вращательном движении больше минимально необходимого для падения дерева против ветра, то оно упадет в заданном направлении.

Нами рассмотрено движение деревьев трех пород: ели, сосны, осины, выполнены расчеты. Значение момента от ветровой нагрузки принимали по той же методике, что и в работе [1].

На рис. 2, а показаны графики зависимости минимального угла наклона деревьев φ_{min} различных пород от их масс при скорости ветра $V_v = 4$ м/с. Из рисунка видно, что наибольший угол у деревьев ели, наименьший — у осины. Это связано с размерами крон и значением коэффициента лобового сопротивления [2]. С увеличением массы минимальный угол наклона дерева уменьшается вследствие того, что весовые характеристики дерева увеличиваются более интенсивно, чем геометрические.

Для уменьшения объема получаемой информации и удобства ее использования реальные деревья заменим расчетными, параметры которых примем согласно табл. 4 [2]. Будем считать, что порода расчетных деревьев — ель. Параметры расчетных деревьев близки к пара-

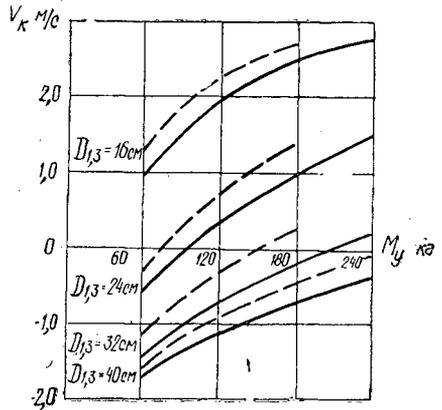


Рис. 1. Зависимость конечной скорости ударника от его массы.

Сплошные линии — для I разряда высоты; пунктирные — для IV.

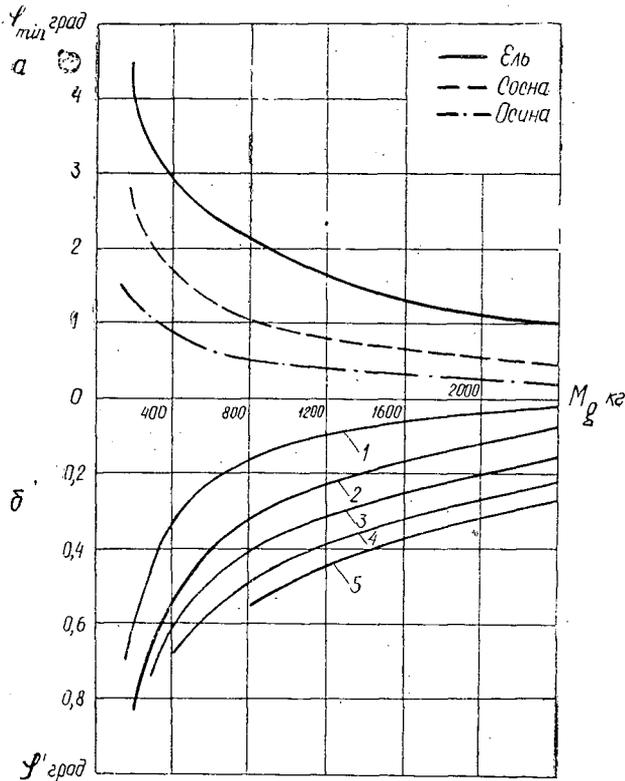


Рис. 2. Зависимость от массы дерева.

а — минимального угла наклона; б — угла наклона при единичной скорости ударника при его массе: 1 — 60 кг; 2 — 120 кг; 3 — 180 кг; 4 — 240 кг; 5 — 300 кг.

метрам деревьев ели I разряда высоты. Для деревьев остальных пород и разрядов высот минимальный угол наклона несколько меньше, чем для расчетных.

Скорость ударника должна быть такой, чтобы дерево за время движения по пню (срезающему устройству) и падения комля с пня на землю повернулось на определенный минимальный угол. Составив уравнения движения дерева на двух указанных этапах и сделав вычисления при высоте пня 10 см, коэффициенте трения комля дерева о срезающее устройство $f = 0,35$ и скорости ветра $V_v = 4$ м/с, получим, что зависимость угла наклона дерева к моменту удара его комля о землю от скорости ударника можно аппроксимировать уравнением прямой линии. Это позволяет построить график зависимости угла наклона φ' дерева от его массы M_d при единичной скорости ударника (рис. 2, б).

На основе рис. 2 легко построить номограмму для определения минимальной скорости ударника по заданным его массе и массе дерева (рис. 3). Скорость ударника определяется по наклонной шкале во втором квадранте.

Номограмма используется следующим образом. На правой части горизонтальной оси откладываем значение массы дерева. Через эту точку проводим линию вверх до пересечения с прямой, соответствующей принятой массе ударника, и вниз до пересечения с линией минимального угла наклона. Через эти две точки проводим горизонтали. Верхняя горизонталь дает значение угла φ' , нижняя — φ_{min} . Перенесем найденную величину φ_{min} на левую часть горизонтальной оси.

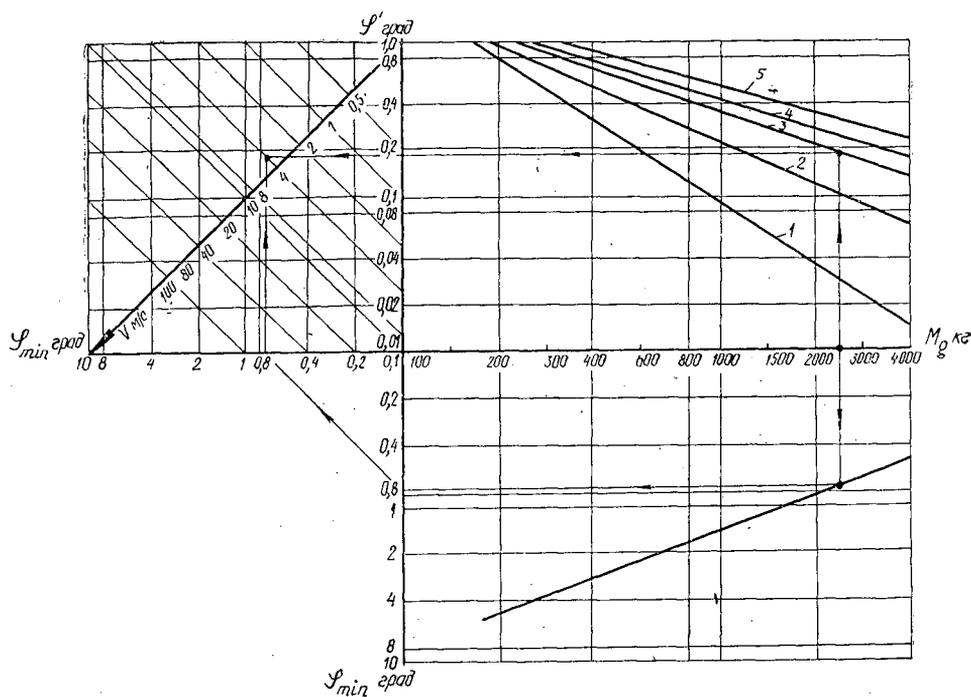


Рис. 3. Номограмма для определения минимальной скорости ударника.
1—5 — см. рис. 2.

Через полученную точку проведем вертикаль, находим точку ее пересечения с продолжением горизонтали из первого квадранта, определяющей φ' , и найдем значение минимальной скорости ударника по наклонной прямой, проходящей через эту точку. В рассмотренном примере на рис. 3 при $M_d = 2400$ кг, $M_y = 180$ кг, $V = 4,0$ м/с.

Минимальный угол наклона φ_{min} в работе определен для вертикального положения дерева. В действительности оно может иметь некоторый угол естественного наклона. С помощью номограммы можно найти дополнительную скорость ударника, необходимую для поворота дерева на этот угол. Для этого на шкале φ_{min} во втором квадранте откладываем значение угла естественного наклона, через эту точку проводим вертикаль, пересечение этой вертикали с горизонталью из первого квадранта дает искомую скорость ударника.

Таким образом, зная конкретные условия работы машины (массу среднего дерева), можно выбрать массу ударника, а затем по массе ударника и дерева, используя приведенную номограмму, определить минимальную скорость ударника, обеспечивающую направленное падение дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кочегаров В. Г., Сабов В. В., Фурин А. И. О временной устойчивости дерева при срезании напроход. — Межвуз. сб. научн. тр. Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Вып. 3. Л., ЛТА, 1974, с. 13—17. [2]. Полицук А. И. Валка леса. М., «Лесная промышленность», 1972, с. 176. [3]. Сабов В. В. Исследование ударно-импульсного способа сталкивания дерева с пня. Дис. на соиск. учен.

степени канд. техн. наук. Л., 1973. 193 с. [4]. Фурин А. И. О местных деформациях при поперечном сжатии круглого деревянного образца. — Межвуз. сб. научн. тр. Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. Вып. 4. Л., РИО ЛТА, 1975. [5]. Фурин А. И. Применение численного метода расчета к определению параметров ударного сталкивающего устройства. — Межвуз. сб. научн. тр. Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. Вып. 5. Л., ЛТА, 1976, с. 27—29.

Поступила 27 ноября 1978 г.

УДК 621.431.36

ОБ АППРОКСИМАЦИИ НАГРУЗОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЕЙ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

А. В. ДУРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Установлена зависимость удельного циклового расхода топлива от нагрузки, которая позволила с достаточной точностью аппроксимировать нагрузочные характеристики наиболее распространенных моделей дизелей лесотранспортных машин. Полученные зависимости предлагаются для определения эксплуатационного расхода топлива дизелями при работе с нагрузкой и на холостом ходу.

При тяговых расчетах лесотранспортных машин, моделировании условий их движения на ЭВМ, нормировании топлива и пр. необходимо, наряду с другими данными, иметь аналитические зависимости расхода топлива от нагрузки и скоростного режима двигателя. Нагрузочные G_r , g_e (P_e , n) или комбинированные характеристики на основании испытаний двигателя представляют в графической форме, что создает некоторые неудобства при использовании их в аналитических расчетах.

Проф. И. М. Ленин [4, 5] показал, что для карбюраторных четырехтактных верхнеклапанных двигателей с близкими степенями сжатия и механическими потерями в интервале режимов от холостого хода ($P_e = 0$) до полной нагрузки ($P_{e\max}$) для разной частоты вращения n (об/мин) между удельным цикловым расходом топлива $q_{ц}$ (мг/(цикл·л)) и средним эффективным давлением P_e (кгс/см²) имеется связь вида $q_{ц} = A + BP_e$ (A и B — постоянные коэффициенты).

В результате анализа нагрузочных характеристик дизелей ЯМЗ-238, У-2Д6, А-41 и СМД-14 (вихревая камера сгорания) для абсолютных $q_{ц}$ и P_e и относительных $\bar{q}_{ц}$ и \bar{P}_e значений цикловых расходов и нагрузок нами получено [1]:

$$q_{ц} = A + BP_e + CP_e^2 \text{ мг/(цикл·л);} \quad (1)$$

$$\bar{q}_{ц} = A_1 + B_1\bar{P}_e + C_1\bar{P}_e^2. \quad (2)$$

По методике, изложенной ранее [1], мы обработали нагрузочные характеристики четырехтактных дизелей ЯМЗ моделей 236, 740, 741 и 1Д12-400 (табл. 1).

Результаты обработки, выполненной на ЭВМ «Наири-2», показали, что для этих дизелей взаимосвязи $q_{ц}$ (P_e) и $\bar{q}_{ц}$ (\bar{P}_e) также харак-

Таблица 1

| Модель дизеля | Марка тяговой машины | N _e л. с. | n об/мин | Число цилиндров и их расположение | D × S мм | V _л л | Значения коэффициентов в формуле (1) | | | Частота вращения вала, для которой выполнена обработка данных, об/мин |
|---------------|----------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|---------------------|--------------------------------------|------|-------|---|
| | | | | | | | A | B | C | |
| ЯМЗ-236 | МАЗ-509 | 180 | 2100 | 6V | 130 × 140 | 11,15 | 9,53 | 3,85 | 0,199 | 900, 1200, 1500, 1800, 2100 |
| ЯМЗ-238 | КрАЗ-255П | 240 | 2100 | 8V | 130 × 140 | 14,86 | 8,12 | 3,74 | 0,210 | 900, 1200, 1500, 1800, 2100 |
| ЯМЗ-740 | КамАЗ | 210 | 2600 | 8V | 120 × 120 | 10,85 | 10,15 | 3,76 | 0,145 | 1400, 1600 |
| ЯМЗ-741 | КамАЗ | 260 | 2600 | 10V | 120 × 120 | 13,56 | 10,05 | 3,85 | 0,119 | 1400, 1600 |
| У-2Д6 | ТУ2МК | 150 | 1500 | 6P | 150 × 180 | 19,1 | 6,14 | 3,22 | 0,420 | 1000, 1200, 1500 |
| ИД12-400 | ТУ7 | 400 | 1600 | 12V | 150 × 180 | 38,8 | 7,42 | 3,01 | 0,330 | 1000, 1600 |
| СМД-14 | ТДТ-55 | 75 | 1700 | 4P | 120 × 140 | 6,33 | 14,28 | 1,31 | 0,410 | 1000, 1200, 1400, 1600 |
| А-41 | ТУ6 | 90 | 1750 | 4P | 130 × 140 | 7,45 | 9,59 | 3,82 | 0,246 | 1750 |

Примечание. N_e — эффективная мощность; D — диаметр цилиндра; S — ход поршня; V_л — литраж дизеля.

Таблица 2

| Модель дизеля | Значения коэффициентов в формуле (2) | | | Значения \bar{q}_c при \bar{P}_e | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| | A ₁ | B ₁ | C ₁ | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 |
| ЯМЗ-236 | 0,191 | 0,573 | 0,236 | 0,191 | 0,315 | 0,457 | 0,618 | 0,800 | 1 |
| ЯМЗ-238 | 0,170 | 0,590 | 0,240 | 0,170 | 0,296 | 0,444 | 0,610 | 0,796 | 1 |
| ЯМЗ-740 | 0,238 | 0,534 | 0,228 | 0,238 | 0,354 | 0,488 | 0,640 | 0,811 | 1 |
| ЯМЗ-741 | 0,253 | 0,513 | 0,234 | 0,253 | 0,362 | 0,493 | 0,645 | 0,812 | 1 |
| У-2Д6 | 0,180 | 0,490 | 0,330 | 0,180 | 0,291 | 0,429 | 0,593 | 0,783 | 1 |
| СМД-14 | 0,305 | 0,208 | 0,487 | 0,305 | 0,366 | 0,466 | 0,605 | 0,783 | 1 |
| А-41 | 0,225 | 0,556 | 0,219 | 0,225 | 0,344 | 0,482 | 0,637 | 0,809 | 1 |

теризуются уравнениями (1) и (2). Значения коэффициентов A , B , C , A_1 и др. приведены в табл. 1 и 2. Как видно, для дизельных двигателей, в отличие от карбюраторных [5], не наблюдается линейной связи функции $q_{ц}(P_e)$. Причины этого в основном можно объяснить особенностями рабочего процесса дизеля и условиями работы топливной аппаратуры [1].

Анализ графиков $q_{ц}(P_e)$ показал, что характер и теснота расположения экспериментальных точек относительной кривой, аппроксимированной уравнением [1], для всех моделей дизелей при различных n оказались примерно такими же, как и для ранее рассмотренных. Следовательно, скоростной режим дизеля оказывает незначительное влияние на цикловой расход $q_{ц}$, а связь $q_{ц}(P_e)$ — однозначна. Это позволяет, в свою очередь, использовать ее с некоторой погрешностью для аппроксимации нагрузочных характеристик дизелей.

У дизелей ЯМЗ семейств 236—238 и 740—741, имеющих смесеобразование в неразделенной камере сгорания, близкие степени сжатия ($\epsilon = 16,5 \div 17,0$), средние скорости поршня ($C_{п} = 9,8 \div 10,4$ м/с) и механические потери, цикловой расход топлива при одинаковых нагрузках изменяется в узких пределах. Так, например, при $P_e = 4$ кгс/см² $q_{ц} = 26,4 \div 27,5$ мг/(цикл·л) (относительная ошибка ряда не превышает 4%).

Кроме размерных $q_{ц}(P_e)$, были рассчитаны и построены графики безразмерных зависимостей $\bar{q}_{ц}(\bar{P}_e)$, один из которых для дизеля ЯМЗ-236 приведен на рис. 1, а. Значения $\bar{q}_{ц}$ при соответствующих \bar{P}_e представлены в табл. 2.

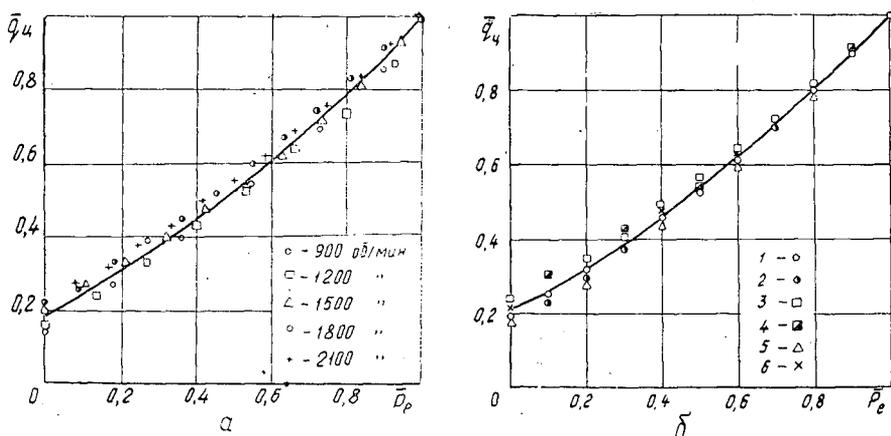


Рис. 1. Зависимость относительного удельного циклового расхода топлива от относительного среднего эффективного давления.

а — ЯМЗ-236; б: 1 — ЯМЗ-236; 2 — ЯМЗ-238; 3 — ЯМЗ-740; 4 — ЯМЗ-741; 5 — У-2Д6; 6 — А-41.

Дальнейший анализ связи $\bar{q}_{ц}(\bar{P}_e)$ для дизелей ЯМЗ 236—238 и 740—741, У-2Д6 и А-41 показал, что при одинаковых \bar{P}_e величины $\bar{q}_{ц}$ отличаются незначительно. Весьма тесное расположение точек (рис. 1, б), относящихся к частным характеристикам $q_{ц}(\bar{P}_e)$, позволяет сделать

заклучение о наличии для этих моделей дизелей обобщенной зависимости

$$\bar{q}_u = 0,21 + 0,55\bar{P}_e + 0,24\bar{P}_e^2. \quad (3)$$

По мере накопления экспериментального материала по дизелям с аналогичным рабочим процессом и другими близкими показателями коэффициенты этого уравнения должны быть уточнены.

Для использования в прикладных расчетах безразмерных зависимостей необходимо для заданных дорожных условий, нагрузок и скоростей движения тяговой машины вычислить величины \bar{P}_e и n , а затем определить G_T :

$$G_T = \bar{q}_u G_{Tmax} = G_{Tmax} \left[A_1 + \frac{P_e}{P_{e max}} \left(B_1 + C_1 \frac{P_e}{P_{e max}} \right) \right] \text{ кг/ч.} \quad (4)$$

Максимальные значения расхода топлива G_{Tmax} и среднего эффективного давления $P_{e max}$ (при известных P_e и n) находим по внешней скоростной характеристике дизеля. Величина $\bar{P}_e = \frac{P_e}{P_{e max}}$ характеризует степень нагрузки двигателя (при $n = \text{const}$) и может быть заменена соответствующим отношением мощностей $\frac{N_e}{N_{e max}}$.

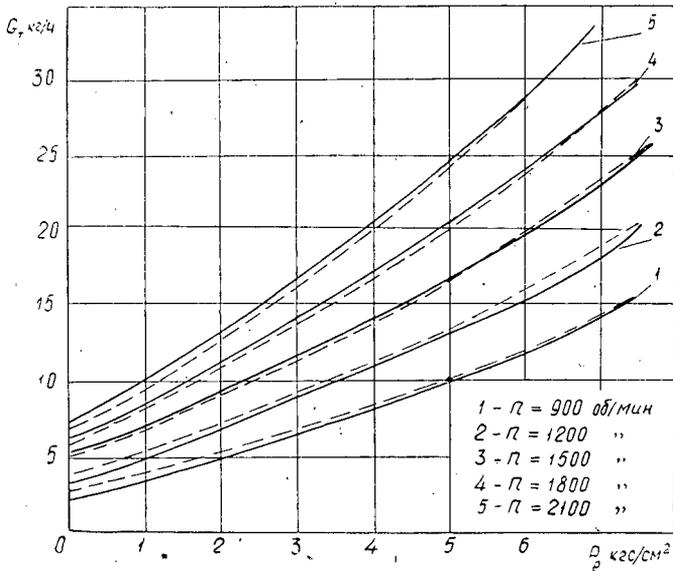


Рис. 2. Зависимость часового расхода топлива дизелем ЯМЗ-236 от среднего эффективного давления. Сплошные линии — по данным ЯМЗ; пунктирные — по расчету.

Очевидно, что сам принцип поиска общей зависимости $q_u(P_e)$ для всего рабочего диапазона режимов предполагает наличие некоторой ошибки. Сопоставление экспериментальных и рассчитанных с использованием полученных формул нагрузочных характеристик дизелей (рис. 2) показало, что при $\bar{P}_e = 0,3 \div 1,0$ и различных n погрешность аппроксимации не превышает $\pm 5\%$, уменьшаясь с ростом нагрузки.

Такую точность для определения эксплуатационного расхода топлива в интервале рабочих режимов лесотранспортных машин можно считать вполне допустимой. При $\bar{P}_e < 0,3$ погрешность возрастает с уменьшением нагрузки.

Известно, что при работе дизеля без нагрузки энергия топлива используется на покрытие внутренних механических потерь и на привод вспомогательных агрегатов. Топливную экономичность дизелей при холостом режиме оценивают по характеристикам холостого хода $G_{т.х}(n)$.

В работе И. М. Ленина [5] отмечается, что для карбюраторных четырехтактных двигателей при работе без нагрузки частота вращения почти не влияет на удельный цикловой расход топлива $q_{ц.х} (q_{ц.х} \approx \text{const})$.

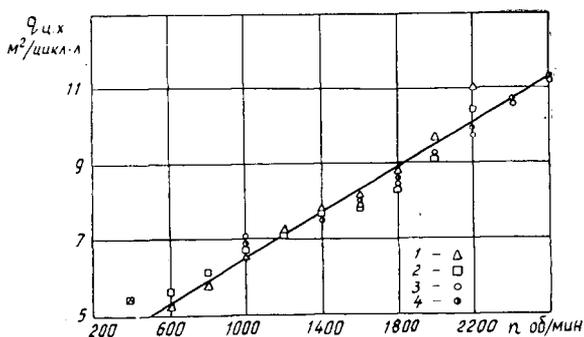


Рис. 3. Зависимость удельного циклового расхода топлива дизелями ЯМЗ при работе на холостом ходу от частоты вращения коленчатого вала.

1 — ЯМЗ-236; 2 — ЯМЗ-238; 3 — ЯМЗ-740; 4 — ЯМЗ-741.

Для установления связи $q_{ц.х}(n)$ мы обработали характеристики холостого хода некоторых моделей дизелей ЯМЗ. Из графика (рис. 3) видно, что зависимость $q_{ц.х}(n)$ может быть выражена уравнением прямой

$$q_{ц.х} = A_2 + B_2 n \text{ мг}/(\text{цикл} \cdot \text{л}).$$

Для ЯМЗ 236—238 ($n = 600 \div 2200$ об/мин) и ЯМЗ 740—741 ($n = 1000 \div 2600$ об/мин) имеем $A_2 = 3,5$ и $B_2 = 3 \cdot 10^{-3}$. Зная n и литр-раж дизеля $V_{л}$, можно приближенно вычислить $G_{т.х}$:

$$G_{т.х} = 30 \cdot 10^{-6} n V_{л} (3,5 + 3 \cdot 10^{-3} n) \text{ кг/ч.}$$

Итак, формула (4) с достаточной для эксплуатационных расчетов точностью аппроксимирует нагрузочные характеристики дизелей (табл. 1) и в сочетании с формулами (1)—(3) может быть использована в тяговых расчетах для определения эксплуатационного расхода топлива дизелями лесотранспортных машин при работе на установившихся режимах и в некоторых других случаях [1]. Методика применения полученных результатов рассмотрена нами на примере тепловоза ТУ7, снабженного дизелем 1Д12-400 и гидромеханической передачей [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дуров А. В. О цикловой подаче топлива дизелями лесотранспортных машин. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 1. [2]. Дуров А. В. Расчет расхода топлива поездными узкоколейными тепловозами с ГМП на установившихся режимах. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 4. [3]. Дуров А. В. Топливная экономичность тепловозов ТУ7 при поездной работе. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 1. [4]. Ленин И. М., Костров А. В. и др. Автомобильные и тракторные двигатели. М., «Высшая школа», 1976. [5]. Ленин И. М., Малашкин О. М. и др. Системы топливоподачи автомобильных и тракторных двигателей. М., «Машиностроение», 1976.

Поступила 9 января 1978 г.

УДК 532.5 : 656.6

К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ПОТОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ ГИДРОСОПРОТИВЛЕНИЙ

Ю. Я. ДМИТРИЕВ, Л. Ф. МАЖАРЦЕВА

Марийский политехнический институт

Приведены результаты исследований различных профилей гидросопротивлений и показано их влияние на перераспределение поверхностных скоростей течения на акваториях сортировочно-сплочочных рейдов.

Одна из важных, но далеко не решенных задач водного транспорта леса, — общее регулирование скоростного режима течений на акваториях лесосплавных предприятий [1].

В гидросплавной лаборатории Марийского политехнического института в последние годы изучено влияние формы профиля гидросопротивлений на перераспределение скоростей течения потока. При этом исследованы следующие профили гидросопротивлений: I — пластина; II — выпуклый полуцилиндр; III — вогнутый полуцилиндр; IV — вогнуто-выпуклый полуцилиндр; V — λ-образное гидросопротивление; VI — гидросопротивление, состоящее из трех пластин, расположенных под определенными углами друг к другу; VII — вогнутый полуцилиндр с наружной пластиной; VIII — гидросопротивление, состоящее из трех пластин с прорезями, расположенными под углом друг к другу; IX — выпуклый полуцилиндр с внутренней пластиной; X — вогнутый полуцилиндр с прорезями и наружной пластиной; XI — вогнутый с прорезями полуцилиндр, переходящий в вертикальную пластину; XII — решетка из параллельных пластин, расположенных под углом 30° к потоку; XIII — решетка из полусферических поверхностей.

Рассмотрим перераспределение средних поверхностных скоростей течения потока при одинаковых заглублениях гидросопротивлений под уровень воды и различных скоростях подхода потока к ним.

В результате обработки экспериментальных данных построены графики средних поверхностных скоростей течения для всех профилей гидросопротивлений при скоростях подхода потока V_0 : 1,35; 1,6 и 2,0 м/с.

Ввиду ограниченности объема статьи, здесь приводятся графики средних поверхностных скоростей течения на модели V (рис. 1) и графики изменения коэффициента гашения α только для скорости в натуре $V_0 = 1,35$ м/с (рис. 2), где L — расстояние от гидросопротивления до исследуемой точки, взятое по модели.

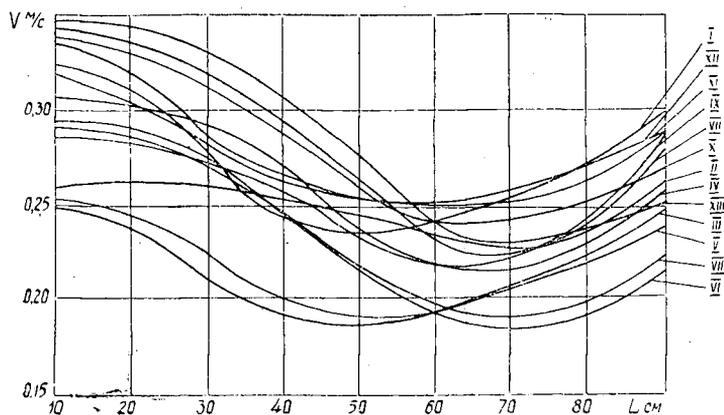


Рис. 1.

Таблица 1

| Профили гидросопротивлений | Длина гашения средней поверхностной скорости потока, см | Профили гидросопротивлений | Длина гашения средней поверхностной скорости потока, см |
|----------------------------|---|----------------------------|---|
| $V_0 = 1,35 \text{ м/с}$ | | | |
| III | 104 | VII | 94 |
| IV | 103 | IX | 93 |
| V | 107 | X | 98 |
| VI | 110 | XI | 95 |
| VIII | 109 | XII | 93 |
| I | 90 | XIII | 102 |
| II | 96 | | |
| $V_0 = 1,60 \text{ м/с}$ | | | |
| III | 116 | IV | 104 |
| VI | 122 | V | 105 |
| VIII | 119 | VII | 98 |
| XI | 120 | IX | 105 |
| XII | 110 | X | 104 |
| I | 107 | XIII | 75 |
| II | 108 | | |
| $V_0 = 2,0 \text{ м/с}$ | | | |
| III | 132 | VI | 110 |
| V | 120 | VII | 96 |
| VI | 115 | IX | 108 |
| VIII | 126 | X | 106 |
| I | 110 | XI | 112 |
| II | 108 | XII | 111 |
| | | XIII | 98 |

Примечание. Длина гашения средней поверхностной скорости потока берется по модели. Масштаб моделирования 1:20.

На основании показателей табл. 1 можно заключить, что при $V_0 = 1,35 \text{ м/с}$ наибольшая длина гашения отмечается у гидросопротивлений типа III, IV, V, VI, VIII.

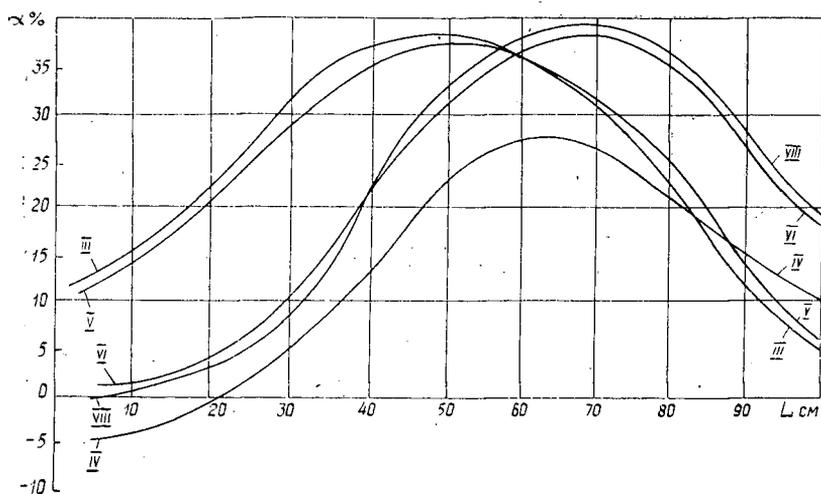


Рис. 2.

Значение α определяется из формулы

$$\alpha = \frac{V_{\text{подх}} - V_{\text{уч}}}{V_{\text{подх}}} \cdot 100 [2],$$

где $V_{\text{подх}} = V_0$ — скорость подхода потока до установки гидросопротивления;

$V_{\text{уч}}$ — средняя поверхностная скорость потока на определенном участке за гидросопротивлением.

Очевидно, что гидросопротивления типа «вогнутый полуцилиндр» (III) и «λ-образное гидросопротивление» (V) обеспечивают гашение средней поверхностной скорости потока до 37—39% на расстоянии 40—50 см от гидросопротивления. Гидросопротивления VI, VIII дают максимальное гашение, равное 39—40% на расстоянии 65—75 см от гидросопротивления. Значительно меньшее гашение, равное 28%, обеспечивает «вогнуто-выпуклый полуцилиндр» (IV) на расстоянии 60—70 см от гидросопротивления.

Сравним длину гашения различными профилями гидросопротивлений при $V_0 = 1,60$ м/с. Наибольшее гашение, равное 53—54% на длине 55—65 см от профиля гидросопротивления, обеспечивают «вогнуто-выпуклый полуцилиндр» (IV) и гидросопротивление, состоящее из трех пластин с прорезями (VIII).

Гидросопротивление «вогнутый с прорезями полуцилиндр, переходящий в вертикальную пластину» (XI), максимальное гашение около 47% обеспечивает на расстоянии 55—65 см.

Несколько меньшее гашение (до 36%) наблюдается за гидросопротивлениями «вогнутый полуцилиндр» (III) и «решетка из параллельных пластин, расположенных под углом 30° к потоку» (XII) на расстоянии 45—55 см от гидросопротивления.

При скорости подхода потока $V_0 = 2,0$ м/с наибольший эффект гашения, равный 60%, на расстоянии 40—50 см от гидросопротивления, позволяет получить «вогнутый полуцилиндр» (III).

Гидросопротивление V обеспечивает максимальное гашение средней поверхностной скорости течения до 41% на расстоянии 35—45 см от гидросопротивления.

Гидросопротивление, состоящее из трех пластин с прорезями (VIII) обеспечивает максимальное гашение средней поверхностной скорости течения, равное 39% на расстоянии 70—80 см от гидросопротивления.

Максимальное гашение средней поверхностной скорости течения, равное 43%, наблюдается за гидросопротивлением «вогнуто-выпуклый полуцилиндр» (VI) на расстоянии 65—70 см от него.

Учитывая, что большинство рейдов в весеннее время работает при скоростях течения более 1,5—2 м/с, и принимая во внимание сравнительную трудоемкость изготовления, наиболее рациональными можно считать следующие виды гидросопротивлений:

а) при скоростях течения в главном сортировочном коридоре до 1,35 м/с (модельная скорость $V = 0,30$ м/с) можно рекомендовать гидросопротивление, состоящее из трех пластин с прорезями (VIII);

б) при скоростях течения в главном сортировочном коридоре до 1,6 м/с (модельная скорость $V = 0,35$ м/с) — гидросопротивление, состоящее из трех пластин (VI);

в) при скоростях течения в главном сортировочном коридоре до 2 м/с (модельная скорость $V = 0,45$ м/с) — гидросопротивление «вогнутый цилиндр» (III).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Добров Б. П. Гасители поверхностных скоростей потока. — «Лесная индустрия», 1939, № 9, с. 33—34. [2]. Седелъников В. А. Гасители скорости при сортировке леса. — «Лесная индустрия», 1940, № 3, с. 28—33.

Поступила 10 апреля 1978 г.

УДК 539.3 : 674-412

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ С МЕСТА ПАЧЕК ДЕРЕВЬЕВ И ХЛЫСТОВ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ В ПОЛУПОГРУЖЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ

Л. В. КОРОТЯЕВ, А. В. РОСТОВЦЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты экспериментальных исследований зависимости коэффициента сопротивления сдвигу с места пачек деревьев и хлыстов при трелевке в полупогруженном положении от продолжительности покоя до трогания с места. Установлено, что с увеличением времени покоя коэффициент сопротивления сдвигу пачки возрастает по экспоненциальному закону.

Наибольшую силовую нагрузку трелевочная машина испытывает при сдвиге пачек деревьев или хлыстов с места. Поэтому изучение явления сдвига и сопротивления сдвигу пачки имеет важное практическое значение для совершенствования и эксплуатации трелевочных средств. Кроме того, коэффициент сопротивления сдвигу — один из критериев рейсовой нагрузки на трелевочную машину. Следовательно, установление его значения необходимо также и для проверки расчетной рейсовой нагрузки по условиям сдвига пачки с места.

Исследования сопротивления сдвигу ранее проводили при наземной канатной трелевке леса [2] и при тракторной трелевке в полуподвешенном положении [1, 6, 7]. При этом было установлено, что коэф-

коэффициент сопротивления сдвигу зависит от продолжительности неподвижного контакта пачки с поверхностью волока. Это обстоятельство еще раз подтверждает необходимость всестороннего изучения явления сдвига. В нашу задачу входило экспериментальное исследование зависимости коэффициента сопротивления сдвигу пачек деревьев и хлыстов от времени их неподвижного пребывания до трогания с места при трелевке в полупогруженном положении самоходными машинами, поскольку условия сдвига при данном способе трелевки отличны от наземной трелевки и способа трелевки в полуподвешенном положении.

Опыты проводили в лесосеках Лепшинского лесопункта Шалакушского филиала производственного объединения Няндомалес в зимнее (февраль) и летнее (июль) время.

Лесосеки имели следующие средние таксационные показатели: состав древостоя 7Е2С1Б+Ос, запас 210 м³/га, средний диаметр $D_{1,3} = 20$ см, высота — 17 м, объем хлыста 0,22—0,30 м³, полнота 0,6—0,7, класс бонитета IV, 5, подрост еловый равномерный, до 5000 шт./га.

Температура воздуха в дни опытов зимой чаще всего была в пределах —(7—11)°С утром и —(4—5)°С днём. Летом температура колебалась от +12 до +30°С, составляя в среднем +22°С.

Для опытов были выбраны ровные, зимой почти горизонтальные, волока, на которых вырубали крупный подрост, спиливали высокие пни и убрали валежник. До снытов, как обычно и при разработке лесосеки, по волоку один раз проходил трактор порожнем. Глубина снегового покрова на волоках в среднем была: до опытов—95 см, после одного прохода трактора порожнем — 33 см (в колее), а после опытов 26 см. Плотность снега составила соответственно 0,23, 0,40 и 0,45 г/см³. Толщина мохового покрова на летних волоках была 5—15 см, почвы супесчаные влажностью 25—30%.

При опытах сначала сдвигали пачки, сформированные из 20 еловых деревьев одинакового диаметра $D_{1,3} = 20$ см, а затем после обрубки сучьев те же пачки, того же объема, но без кроны, т. е. пачки хлыстов.

Для сдвига пачек при опытах в принципе могла быть применена любая самоходная трелевочная машина, предназначенная для трелевки леса в полупогруженном положении. Нами для опытов был выбран трелевочный трактор ТДТ-75, в кабине которого возможно размещение самопишущей аппаратуры и наблюдателя.

Сдвиг осуществляли при различной продолжительности неподвижного контакта t_0 : 0,5; 1,0; 2; 5; 10; 15; 30; 60 мин и более. При одинаковом времени контакта опыт повторяли 5—10 раз.

Пачки сдвигали на I передаче: деревья за комли, а хлысты за вершины. Силу натяжения тягового каната регистрировали гидравлическим динамографом конструкции ВИСХОМ. Силовое звено включали между концом каната тракторной лебедки и пачкой.

Хлысты и особенно деревья при трелевке в полупогруженном положении сильно прогибаются. Это обстоятельство вызвало необходимость вывода формулы для вычисления коэффициента сопротивления сдвигу, которая учитывала бы изменение угла поворота поперечных сечений пачки (ее прогиб).

Для вывода формулы пользуемся схемой (рис. 1). На схеме показана пачка, прогнувшаяся под действием собственного веса; передний ее конец опирается на щит трактора, а задний — на поверхность волока.

Комлевая часть хлыстов и стволов деревьев более жесткая и прогибается меньше, чем вершинная. Угол поворота поперечного сечения комля, поднятого на высоту коника трелевочной машины, по нашим измерениям составляет в среднем 11—12°, а вершины — 15—16° при колебаниях в пределах 12—19°. Поэтому в преобладающем большинстве комли и вершины деревьев и хлыстов, погруженные на щит трактора, касаются его поверхности в одной точке A (точнее A') и касательная aa к кривой прогиба хлыста AB в этой точке образует с поверхностью волока угол β_1 , равный углу поворота сечения погруженного

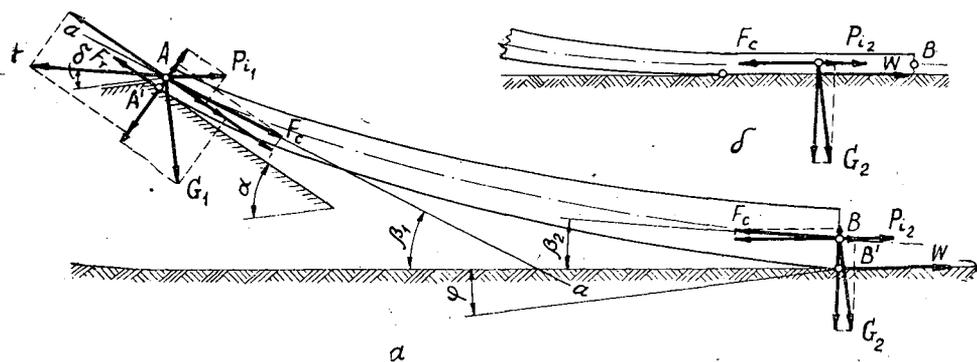


Рис. 1. Схема для определения коэффициента сопротивления сдвигу пачки с места.

на щит конца хлыста или дерева (рис. 1, а), Волочащиеся комли длинных (больше 12—14 м) деревьев и хлыстов и вершины почти всех хлыстов и всех без исключения деревьев на некоторой длине прилегают к поверхности волока, которая в этом случае является касательной к кривой прогиба хлыста или ствола дерева (рис. 1, б). При трелевке хлыстов, особенно летней заготовки и коротких, за вершины последние нередко соприкасаются с поверхностью щита на длине до 90 см. В этом случае угол β_1 достигает максимального значения, равного углу наклона щита α . Комли коротких деревьев и хлыстов, волочащиеся по трелевочному пути, опираются на его поверхность в одной точке В (вернее В') и образуют с ней угол β_2 (рис. 1, а). Значение угла β_2 для хлыстов диаметром $D_{1,3} = 16\text{--}20$ см и длиной менее 12—14 м по нашим опытам не превышает $2,5^\circ$.

При трогании трелевочной машины с места усилие F_c , необходимое для сдвига пачки, приложенное в точке А и направленное по касательной aa к кривой прогиба ствола (хлыста) в этой точке под углом β_1 , по закону гибкой балки или гибкой нити передается по упругой средней линии ствола и будет равно сумме противодействующих сдвигу сил.

Придерживаясь методики расчета, изложенной в трудах проф. С. Ф. Орлова [5], и исходя из условий равновесия сил, приложенных к погруженному на трактор концу пачки и отдельно к заднему ее концу (рис. 1, а), после подстановок и преобразований мы получили формулу для определения коэффициента сопротивления сдвигу пачки с места μ_c^* :

$$\mu_c = \frac{\left\{ \frac{F}{G} [\cos(\alpha \pm \varphi \pm \delta) + f \sin(\alpha \pm \varphi \pm \delta)] + k [f \cos(\alpha \pm \varphi) - \sin(\alpha \pm \varphi)] - \frac{kv}{gt} (\cos \alpha + f \sin \alpha) \right\} \cos \beta_2 - [\cos(\alpha - \beta_1) + f \sin(\alpha - \beta_1)] \left(\frac{v}{gt} \pm \sin \varphi \right) (1 - k)}{(1 - k) [\cos(\alpha - \beta_1) + f \sin(\alpha - \beta_1)] \cos \varphi - \left\{ \frac{F}{G} [\cos(\alpha \pm \varphi \pm \delta) + f \sin(\alpha \pm \varphi \pm \delta)] + k [f \cos(\alpha \pm \varphi) - \sin(\alpha \pm \varphi)] - \frac{kv}{gt} (\cos \alpha + f \sin \alpha) \right\} \sin \beta_2}, \quad (1)$$

* Формула (1) выведена Л. В. Коротяевым.

где F — сила натяжения каната лебедки;

G — вес пачки;

k — доля веса пачки, приходящаяся на трактор;

v — установившаяся скорость движения пачки при трогании с места;

g — ускорение свободного падения;

t — продолжительность сдвига пачки с места;

f — коэффициент трения пачки о поверхность щита;

α — угол наклона щита к раме трактора; при погрузке переднего конца пачки на коник $\alpha = \beta_1$;

φ — уклон волока; плюс — подъем, минус — спуск;

δ — угол наклона тягового каната к горизонту; плюс — при направлении силы F вниз под углом, минус — при направлении вверх под углом;

β_1, β_2 — углы поворота поперечного сечения переднего и заднего концов пачки [4].

Средняя длина пачки деревьев или хлыстов обычно больше 12—14 м, поэтому ее волочащаяся часть обычно прилегает к поверхности волока на некоторой длине (рис. 1, б). При $\beta_2 = 0$ соблюдается условие

$$F_c = G_2 \sin \varphi + P_{i_2} + W, \quad (2)$$

где G_2 — часть веса пачки, передающая давление на волок;

P_{i_2} — сила инерции волочащейся части пачки;

W — сила сопротивления сдвигу пачки с места,

и расчетная формула (1) принимает более простой вид:

$$\mu_c = \frac{\frac{F}{G} [\cos (\alpha \pm \varphi \pm \delta) + f \sin (\alpha \pm \varphi \pm \delta)] + k [f \cos (\alpha \pm \varphi) - \sin (\alpha \pm \varphi)] - \frac{kv}{gt} (\cos \alpha + f \sin \alpha)}{(1-k) [\cos (\alpha - \beta_1) + f \sin (\alpha - \beta_1)] \cos \varphi \mp \operatorname{tg} \varphi - \frac{v}{gt \cos \varphi}} \mp \quad (3)$$

По этой формуле вычислены значения μ_c при следующих опытных данных (табл. 1):

Таблица 1

| Время года | Вид лесоматериалов | G кН | k | f | v м/с | t с | φ % | δ град | β_1 град |
|------------|--------------------|--------|-------|------|---------|-------|-------------|---------------|----------------|
| Зима | Хлысты | 38,0 | 0,42 | 0,41 | 0,6 | ~0,3 | 0,0 | -13 | 12 |
| | Деревья | 43,2 | 0,566 | 0,41 | 0,6 | ~0,2 | 0,1 | 0 | 12 |
| Лето | Хлысты | 41,7 | 0,42 | 0,61 | 0,6 | ~0,3 | 1,0 | -11 | 12 |
| | Деревья | 50,0 | 0,566 | 0,61 | 0,6 | ~0,2 | 1,1 | +9 | 12 |

Математическая обработка материалов измерений показала (табл. 2), что между коэффициентом сопротивления сдвигу и продолжительностью неподвижного контакта существует положительная корреляционная связь, которая выражается следующим уравнением [2]:

$$\mu_c = \mu_\infty - (\mu_\infty - \mu_0) e^{-\xi t_0}, \quad (4)$$

где μ_c, μ_∞, μ_0 — коэффициент сопротивления сдвигу при данном, очень продолжительном и нулевом времени неподвижного контакта;

e — основание натуральных логарифмов;

ξ — коэффициент, зависящий от свойств трущихся поверхностей и характеризующий скорость упрочнения контакта.

Коэффициенты уравнения (4) найдены способом средних и приведены в табл. 2. Графики связи $\mu_c(t_0)$ изображены на рис. 2.

Таблица 2

| Вид лесоматериалов | Время года | Объем пачки, м ³ | Вес пачки, кН | Показатели связи | | | Коэффициенты уравнения | | | Число опытов |
|--------------------|------------|-----------------------------|---------------|------------------|---------------|-------------|------------------------|---------|-------|--------------|
| | | | | η | η/m_η | σ кН | μ_∞ | μ_0 | ξ | |
| Хлысты | Зима | 4,1 | 38,0 | 0,815 | 16 | 3,3 | 1,49 | 0,85 | 0,031 | 46 |
| | Лето | 4,6 | 41,7 | 0,567 | 6 | 5,0 | 1,20 | 0,80 | 0,047 | 58 |
| Деревья | Зима | 4,1 | 43,2 | 0,563 | 6 | 5,0 | 1,65 | 1,09 | 0,095 | 52 |
| | Лето | 4,6 | 50,0 | 0,413 | 3 | 5,8 | 1,47 | 1,09 | 0,045 | 48 |

Примечание. η — корреляционное отношение; η/m_η — его достоверность; σ — средняя квадратическая ошибка.

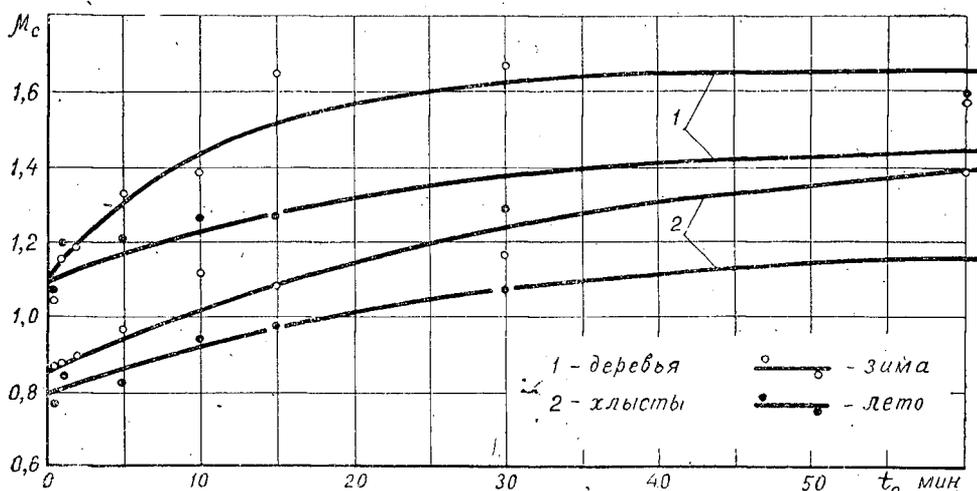


Рис. 2. Графики зависимости коэффициента сопротивления сдвигу пачки от продолжительности неподвижного контакта.

Из графиков видно, что с увеличением продолжительности неподвижного состояния пачки до трогания с места величина μ_c возрастает. Это объясняется все более глубоким взаимным внедрением выступов соприкасающихся поверхностей пачки и волока и упрочнением образовавшихся контактов с течением времени покоя пачки, а зимой, кроме того, примерзанием пачки к снегу. Наиболее интенсивно μ_c возрастает при увеличении времени контакта t_0 от нуля до 30 мин для пачек деревьев и до 50 мин для пачек хлыстов. При дальнейшем увеличении времени неподвижного контакта рост μ_c постепенно затухает (медленнее для пачек хлыстов). Таким образом, для уменьшения силовых на-

грузок на трелевочную машину сдвиг пачки при трелевке в полупогруженном положении нужно осуществлять при минимальном времени ее неподвижного состояния до трогания с места.

С этой точки зрения наиболее эффективны валочно-трелевочные машины, особенно с валкой леса напроход.

Для снижения сопротивления сдвигу рекомендуется пачки деревьев формировать пакетирующими машинами на подкладках, а пачки, сформированные непосредственно на земле, сдвигать с места предварительно в сторону [3].

Поскольку время неподвижного нахождения пачек на волоке или в пасеке может оказаться больше 30—50 мин, то при силовых расчетах трелевочного оборудования и проверке рейсовой нагрузки по условиям трогания с места коэффициент μ_c следует принимать при более продолжительном времени неподвижного контакта.

Необходимость проверки рейсовой нагрузки по условиям трогания с места подтверждается расчетами, выполненными для тракторов ТДТ-55 и ТБ-1 при трелевке еловых хлыстов за вершины, при $k = 0,42$, $\varphi = 0$ и $t_0 = 60$ мин (табл. 3).

Таблица 3

| Условия движения | Рейсовая нагрузка, м ³ | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|
| | ТДТ-55 | | ТБ-1 | |
| | Зима | Лето | Зима | Лето |
| Установившееся движение, II передача | 8,0 | 4,7 | 7,0 | 3,8 |
| Трогание с места, I передача | 4,9 | 5,2 | 4,5 | 4,6 |

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гаврилец Г. М., Осолков С. Г. Сопротивление движению колесных трелевочно-транспортных тягачей и перемещаемых ими хлыстов в полуподвешенном положении. — Сборник трудов СибТИ. Лесозаготовки и лесотранспорт. Красноярск, 1972, с. 122—128. [2]. Коротяев Л. В. Исследование сопротивления сдвигу трельюемых лесоматериалов с места. — «Труды АЛТИ. Исследование лесовосстановления, технологии и оборудования при заготовке и переработке древесины. 1971, № 24, с. 59—65. [3]. Коротяев Л. В. Влияние направления сдвигающей силы на сопротивление сдвигу деревьев и хлыстов при трелевке. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 2, с. 47—54. [4]. Коротяев Л. В. Исследование прогиба хлыстов при трелевке. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1978, № 6, с. 42—49. [5]. Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. М., Гослесбумиздат, 1963, с. 77—81. [6]. Проворотов Ю. И. Взаимодействие колесного трелевочного трактора и пачки хлыстов при трогании с места. — «Труды ЦНИИМЭ». Химки, 1973, № 129, с. 50—55. [7]. Сметов С. Н. Исследование взаимодействия со снежной поверхностью при трелевке колесными тягачами. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук, Свердловск, 1969.

Поступила 21 июля 1978 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ
МЕХАНИЗМОВ ПРИВодОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
СТАНКОВ

В. К. ЛОБАСТОВ

Брянский технологический институт

Приведены результаты исследования скоростей и ускорений рабочих органов циклоидальных механизмов приводов деревообрабатывающих станков. Даны номограммы для определения кинематических параметров циклоидальных механизмов.

При проектировании деревообрабатывающих станков с приводами рабочих органов от циклоидальных исполнительных механизмов (лесорамы и древошерстные станки [5], фрезерные станки [6], рубительные машины [2], спичечные автоматы [4] и т. д.) возникает задача определения кинематических параметров этих механизмов, обеспечивающих оптимальный режим выполнения технологических операций. Важнейшие параметры — скорости и ускорения рабочих органов, являющиеся кинематическими и динамическими критериями при выборе схем приводов и определяющие производительность станков и качество выпускаемой продукции.

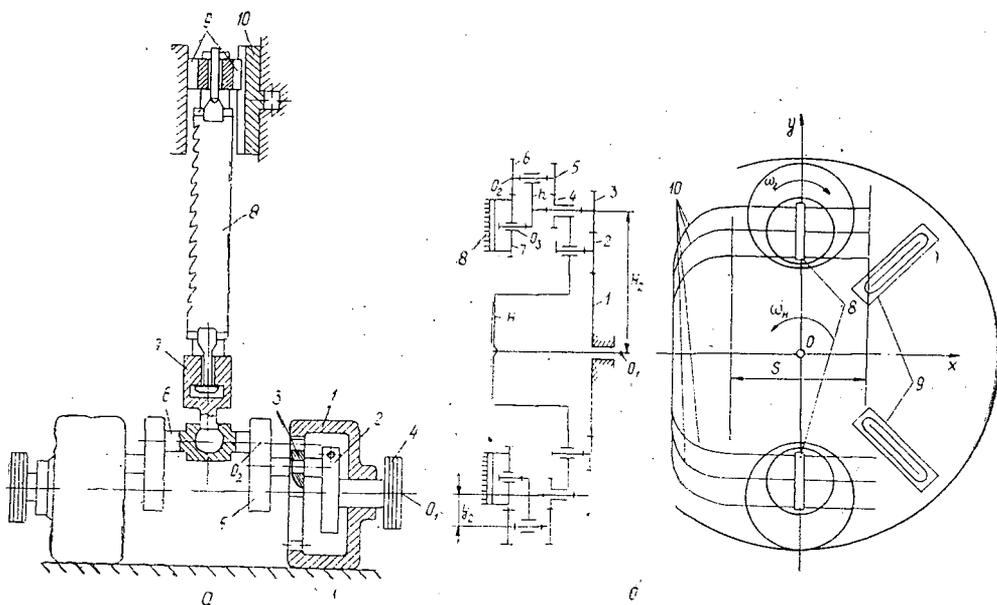


Рис. 1.

На рис. 1 приведены схемы лесорамы (а) и древошерстного станка (б) с приводом рабочих органов от циклоидальных исполнительных механизмов.

Механизм привода лесорамы состоит из двух планетарных циклоидальных (гипоциклических) механизмов, включающих солнечное колесо 1, водило 2 с противовесом, сателлит 3, шкив ременной передачи 4, рычаги 5 с противовесами, шаровую опору 6, нижнюю поперечину пильной рамки 7, пилу 8; ползун 9, призматическую направляющую 10. Механизмы работают синхронно, обеспечивая перемещение пильной рамки по эллиптической траектории точки сателлита 3, причем рабочие участки траектории близки к прямой линии.

Привод древошерстного станка состоит из водила H , зубчатых колес 1, 2, 3 исходного планетарного циклоидального механизма, водила h , зубчатых колес 4, 5, 6, 7 бипланетарной части, кассеты с делительными ножами 8, подрезающих ножей 9, установленных на водиле H . При работе станка водило H через зубчатые колеса приводит в действие кассету с делительными ножами 8; при этом каждый нож движется по циклоидальным траекториям 10 (гипоциклоидам). Заготовки древесины надрезаются делительными ножами на участках, где ветви гипоциклоиды близки к прямым. Надрезанный слой древесины срезается ножами 9. Кассета с делительными ножами совершает поступательное перемещение, так как установлена на зубчатом колесе 7, имеющем угловую скорость в абсолютном движении $\omega_7 = 0$.

При проектировании и настройке станков с приводами от циклоидальных механизмов необходимо знать линейную скорость рабочего органа (пилы лесорамы, кассеты с ножами древошерстного станка и т. д.).

Для циклоидальных механизмов с рабочим органом, установленным в точках O_2 , O_3 (рис. 1, а, б) уравнение траектории представим в виде [5]

$$\begin{aligned} X &= r_H (-\sin \varphi + \lambda \sin i_{3H} \varphi); \\ Y &= r_H (\cos \varphi - \lambda \cos i_{3H} \varphi), \end{aligned} \quad (1)$$

где r_H — радиус водила исходного планетарного механизма;

$\lambda = \frac{r_h}{r_H}$ — параметр, определяющий положение точки O_3 ;

r_h — радиус водила бипланетарной части механизма;

i_{3H} — передаточное отношение от сателлита 3 к водилу H ;

φ — угол поворота водила H .

Модуль линейной скорости рабочего органа, установленного в точках O_2 , O_3 циклоидального механизма, определим из уравнения

$$V = \sqrt{(\dot{X})^2 + (\dot{Y})^2} \cdot \omega_H, \quad (2)$$

здесь $\dot{X} = r_H (-\cos \varphi + \lambda i_{3H} \cos i_{3H} \varphi)$;

$\dot{Y} = r_H (-\sin \varphi + \lambda i_{3H} \sin i_{3H} \varphi)$;

ω_H — угловая скорость водила H .

Подставив \dot{X} и \dot{Y} в равенство (2), получим

$$V = r_H \omega_H \sqrt{1 + (\lambda i_{3H})^2 - 2\lambda i_{3H} \cos [(i_{3H} - 1) \varphi]}. \quad (3)$$

Представляют интерес предельные значения линейной скорости рабочего органа. Максимальную скорость рабочего органа станка находим из выражения

$$V_{max} = r_H \omega_H (1 + |\lambda i_{3H}|); \quad (4)$$

минимальная скорость

$$V_{min} = r_H \omega_H (|\lambda i_{3H}| - 1). \quad (5)$$

За расчетную скорость рабочего органа можно принять средне-арифметическое значение

$$V_{cp} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2} = r_H \omega_H (\lambda i_{3H}). \quad (6)$$

Вектор скорости рабочего органа циклоидального механизма станка направлен по касательной к траектории в данном положении. Построив план скоростей для рычажной системы механизма, найдем углы, определяющие направление скорости рабочего органа, по зависимостям

$$\cos \varphi_H = \frac{i_{3H} \sin (i_{3H} - 1) \varphi}{\sqrt{1 + (\lambda i_{3H})^2 - 2\lambda i_{3H} \cos [(i_{3H} - 1) \varphi]}}; \quad (7)$$

$$\cos \varphi_h = \frac{\sin (i_{3H} - 1) \varphi}{\sqrt{1 + (\lambda i_{3H})^2 - 2\lambda i_{3H} \cos [(i_{3H} - 1) \varphi]}}; \quad (8)$$

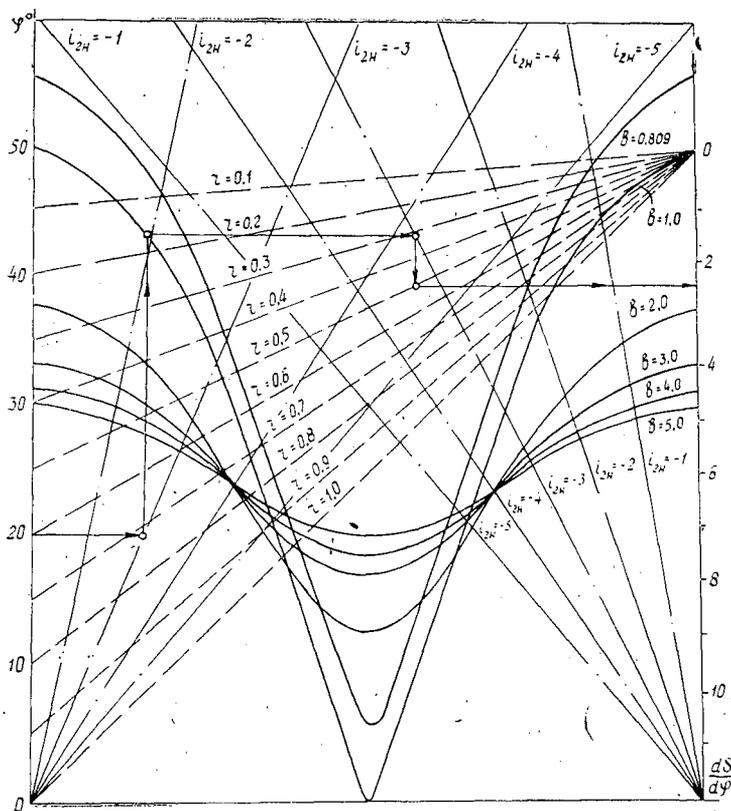


Рис. 2.

где φ_H, φ_h — углы между вектором скорости точек O_2, O_3 и водилами H и h циклоидального механизма.

Зависимости (3), (7), (8) позволяют найти величину и направление скорости рабочего органа циклоидального механизма привода станка.

Для облегчения расчетов по определению скоростей рабочих органов предлагаем номограмму (рис. 2). При построении номограммы скорость определяли по формуле

$$V = i_{3H} r \sqrt{1 + \frac{1}{b^2} + \frac{2}{b} \cos [(i_{3H} - 1) \varphi]} \cdot \omega_H = \frac{dS}{d\varphi} \omega_H,$$

здесь $r = r_{w_3}$ — радиус начальной окружности колеса 3-го механизма;

$\frac{dS}{d\varphi}$ — аналог скорости;

$$b = \frac{r}{r_h}.$$

Номограмма построена для следующих значений параметров механизмов: $0,809 < b < 5,0$; $i_{3H} = (-1) - (-5)$; $r = (0,1 + 1,0)$ м; $\varphi = 0^\circ - 60^\circ$.

Скорости определяли по номограмме таким образом. Например, для механизма заданы параметры: $i_{3H} = -3$; $b = 1$; $r = 0,5$ м; $\varphi = 20^\circ$; $\omega_H = 10$ 1/с; необходимо найти скорость рабочего органа станка (скорость резания). Ход решения на номограмме показан стрелками, откуда имеем

$$\frac{dS}{d\varphi} = 2,6 \text{ м}; \quad V = 26 \text{ м/с.}$$

Связь между угловой скоростью ведомого звена 5 циклоидального механизма (рис. 1, б) и средней скоростью перемещения рабочего органа станка можно представить в виде

$$\omega_5 = [i_{5,4}^h (1 - i_{3H}) + i_{3H}] \frac{V_{ср}}{r_H |i_{3H}|}, \quad (9)$$

где $i_{5,4}^h$ — передаточное отношение от колеса 5 к колесу 4 при установленном водиле h .

Уравнение (9) позволяет выбрать оптимальную схему циклоидального механизма при проектировании станка, исходя из заданной скорости движения рабочего органа; кроме того, настройку станка можно производить на основе заданной скорости резания. Полученные равенства (3), (6), (9) дают возможность проанализировать скорость и усилие резания за цикл работы станка. Используя эмпирическую зависимость удельной силы резания от скорости резания, представленную в работе [3] в виде

$$P_y = 2,15 - 0,258V + \frac{0,038 - 0,00578V}{h_c},$$

и полученные в данной статье зависимости, мы построили график $P_y = f(V)$ (кривая 1 на рис. 3) для дискового древошерстного станка, соответствующий перемещению рабочего органа на одной ветви гипоциклоиды ($\varphi = 45^\circ - 135^\circ$).

В приведенной выше формуле обозначено: V — скорость резания; h_c — толщина стружки. При расчетах толщина стружки h_c принята, согласно данным работы [1], равной 0,7 мм. Параметры станка: $\omega_H = 12,6$ 1/с; $i_{3H} = -2$; длина рабочего участка траектории $S = 560$ мм; $r_H = 354$ мм.

График $P_y = f(V)$ позволяет проанализировать выполнение технологического процесса резания станком и выбрать его оптимальный режим.

По аналогии со скоростью уравнение для определения ускорения запишем в виде

$$a = r_H \omega_H^2 \sqrt{1 + (\lambda i_{3H}^2)^2 - 2\lambda i_{3H}^2 \cos[(i_{3H} - 1)\varphi]}. \quad (10)$$

Углы, определяющие направление вектора ускорения рабочего органа станка, находим по формулам

$$\sin \varphi_H = \frac{i_{3H} \lambda \sin(i_{3H} - 1)\varphi}{\sqrt{1 + (\lambda i_{3H}^2)^2 - 2\lambda i_{3H}^2 \cos[(i_{3H} - 1)\varphi]}}; \quad (11)$$

$$\sin \varphi_h = \frac{\sin(i_{3H} - 1)\varphi}{\sqrt{1 + (\lambda i_{3H}^2)^2 - 2\lambda i_{3H}^2 \cos[(i_{3H} - 1)\varphi]}}. \quad (12)$$

Уравнения (10)–(12) позволяют определить модуль, а также ускорение рабочего органа по модулю и направлению в функции угла поворота водила H циклоидального механизма. Кривая изменения ускорения рабочего органа древошерстного станка с параметрами, приведенными выше, показана на рис. 3 (кривая 2). Зная ускорение, можно определить силу инерции, действующую на зубчатое колесо 7 с кассетой делительных ножей 8 древошерстного станка (рис. 1, б) или пильную рамку лесорамы (рис. 1, а).

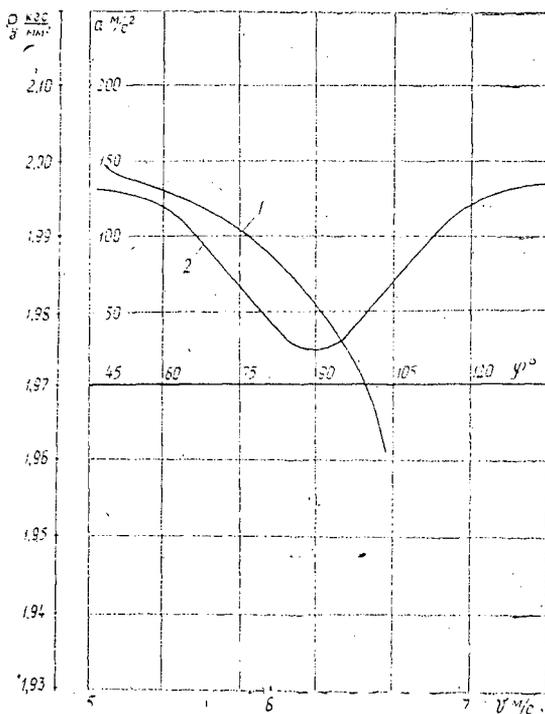


Рис. 3.

Расчет силы инерции, действующей на кассету с делительными ножами за цикл его работы, показал, что она изменяется в пределах от $P_{и\ min} = 186$ кгс до $P_{и\ max} = 712$ кгс. При силовом анализе циклоидальных механизмов приводов деревообрабатывающих станков в качестве расчетной можно принять эквивалентную силу инерции

$$P_{и\ экв} = \frac{P_{и\ min} + P_{и\ max}}{3}.$$

Полученные зависимости для определения кинематических параметров циклоидальных механизмов позволяют выбрать оптимальную схему привода и произвести настройку станка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Афанасьев П. С. Деревообрабатывающие машины. М., «Машиностроение», 1966. [2]. Вальщиков Н. М. Рубительные машины. Л., «Машиностроение», 1970. [3]. Воскресенский С. А. Теория и расчет процессов резания древесины. Дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. М., 1956. [4]. Лобастов В. К., Лукашенко А. И. Механизм перемещения вакуум-присосов к устройствам для ориентирования наружных сличечных коробков. Авт. свид. № 564218. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1977, № 25. [5]. Лукашенко А. И., Лобастов В. К. Выбор оптимальных параметров планетарных и бипланетарных приводов деревообрабатывающих станков. — «Деревообрабатывающая промышленность», 1974, № 6. [6]. Рукин В. В., Батин И. В. Станок для бесшаблонного изготовления деталей треугольного профиля с радиально закругленными вершинами. — «Деревообрабатывающая промышленность», 1972, № 1.

Поступила 20 сентября 1978 г.

УДК 674.053

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЬЕВ НА ИХ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

И. П. ОСТРОУМОВ, Е. А. БОГДАНОВ

Архангельский лесотехнический институт, ЦНИИМОД

Изложена методика экспериментальных исследований напряженного состояния зубьев. Приведены основные результаты исследований влияния параметров зубьев на их напряженное состояние.

Проведенные в ЦНИИМОДе исследования процесса пиления древесины рамными пилами с различными параметрами зубьев показали целесообразность увеличения переднего угла с 15 до 25—30°; при этом повышается производительность лесопильных рам на 15—20%, сохраняется одинаковый уровень потребляемой мощности резания и качества пиломатериалов. В результате длительных производственных проверок работы рамных пил с увеличенными передним углом и радиусом закругления впадины было установлено, что при пилении с подачами на зуб более 2 мм основной вид аварийного разрушения — обрыв зубьев, происходящий выше основания впадины по сечению зуба (рис. 1). Поломка полотен наблюдалась редко.

Трещины, зарождающиеся в процессе пиления и приводящие к обрыву зубьев, всегда возникают на контуре впадины со стороны передней грани. Чаще всего разрушаются зубья, находящиеся в пропиле, в переходный период конца рабочего — начала холостого хода пилы,

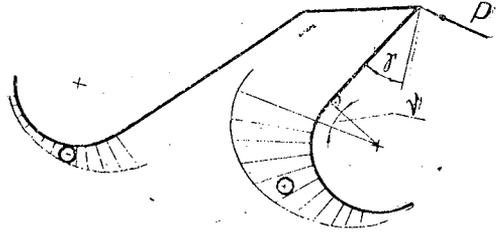
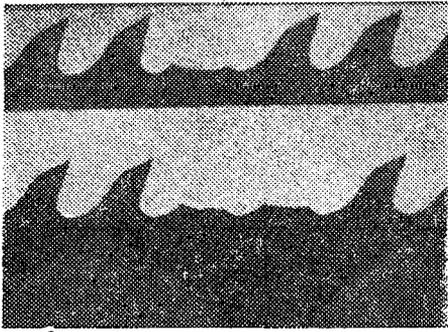


Рис. 1. Характерные обрывы зубьев. Рис. 2. Типовая эпюра распределения напряжений по контуру впадины.

чему соответствует приложение максимальных знакопеременных нагрузок. Характер и место излома свидетельствуют о влиянии на него сил резания и отжима, геометрических и линейных параметров зубьев. С целью определения оптимальных параметров зубьев, обеспечивающих надежную работу пил, было исследовано влияние параметров зубьев на их напряженное состояние от действия максимальных сил резания за рабочей и холостой ходы.

Исследования проводили на круговом полярикопе, оснащенном специальным нагрузочным приспособлением, поляризационно-оптическим методом, который позволяет получить общую картину распределения напряжений в зоне концентрации. Модели, имитирующие рамную пилу, изготовляли из эпоксидной смолы ЭД-6. Силу резания, действующую на зуб пилы, принимали сосредоточенной. Контур впадины зуба был свободен, т. е. не имел внешних касательных и нормальных нагрузок. Известно, что в точках, лежащих на свободном контуре, одно главное напряжение направлено по касательной к контуру, а другое (перпендикулярное к контуру) равно нулю. Численную величину не равного нулю главного напряжения на контуре впадины зуба вычисляли непосредственно по картине полос.

Величину напряжений в пиле σ_{Π} толщиной d_{Π} определяют по зарегистрированным картинам полос в плоской модели толщиной $d_{\text{м}}$ по формуле

$$\sigma_{\Pi} = \frac{\beta_{\text{м}} d_{\text{м}}}{\alpha_{\text{м}} d_{\Pi}} c n,$$

где $\beta_{\text{м}}$ — силовой масштаб моделирования;
 $\alpha_{\text{м}}$ — геометрический масштаб моделирования;
 c — оптическая постоянная материала модели данной толщины;
 n — порядок полос в рассматриваемой точке модели.

Исследуемые факторы: высота зубьев $h = (0,6 \div 0,9) t$; шаг зубьев $t = 26; 40; 52$ мм; радиус закругления впадин $R = (0,14 \div 0,3) t$; передний угол зубьев $\gamma = 20; 25; 30^{\circ}$. Угол заострения зубьев составлял 47° .

Результаты изучения распределения напряжений от сил резания по контуру впадины (табл. 1) показали, что в зоне перехода от прямой части передней грани к основанию впадины наблюдается местное повышение напряжений (рис. 2). Качественная картина распределения напряжений при различных параметрах зубьев остается постоянной, поэтому влияние параметров оценивали величиной максимальных напряжений.

Увеличение переднего угла способствует росту максимальных напряжений. Радиус закругления впадины влияет неоднозначно применительно к сочетанию конкретных параметров зубьев. Увеличение радиуса закругления в общем случае способствует уменьшению концент-

Таблица 1

| Шаг зубьев, мм | Радиус закругления впадины, мм | Высота зуба, мм | Величина максимальных напряжений, кгс/мм ² , при переднем угле, град | | |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------|---|--------|-------|
| | | | 20 | 25 | 30 |
| 26 | 3,5 | 18,5 | 27,2 | 30,8 | 37,0 |
| | | | -69,8 | -78,1 | -88,8 |
| | 4,5 | 18,5 | 29,8 | 30,8 | 33,0 |
| | | | -78,1 | -78,1 | -87,5 |
| | 5,5 | 18,5 | 30,8 | 30,8 | 33,0 |
| | | | -75,1 | -78,1 | -88,8 |
| | 6,5 | 18,5 | 33,0 | 35,1 | — |
| | | | -81,3 | -81,3 | -88,8 |
| | 7,5 | 18,5 | 35,3 | 35,6 | 35,6 |
| | | | -81,3 | -88,8 | -97,7 |
| 5,5 | 16,5 | 26,4 | 26,4 | 28,0 | |
| | | -75,1 | -75,1 | -81,4 | |
| 5,5 | 18,5 | 30,8 | 30,8 | 33,0 | |
| | | -75,1 | -78,1 | -88,8 | |
| 5,5 | 20,5 | 31,9 | 34,3 | 38,6 | |
| | | -81,4 | -88,1 | -97,6 | |
| 5,5 | 22,5 | 37,0 | 40,2 | 44,1 | |
| | | -84,9 | -97,7 | -108,5 | |
| 40 | 7,0 | 23,5 | 19,4 | 19,9 | 19,9 |
| | | | -50,5 | -56,1 | -59,4 |
| | 8,5 | 23,5 | — | 19,9 | — |
| | | | — | -56,1 | — |
| | 10,0 | 23,5 | 21,8 | 19,1 | 19,9 |
| | | | -50,5 | -53,2 | -56,2 |
| | 11,5 | 23,5 | — | 19,1 | — |
| | | | — | -53,2 | — |
| | 13,0 | 23,5 | 22,8 | 18,4 | 19,15 |
| | | | -53,2 | -53,2 | 56,2 |
| 10,0 | 20,5 | — | 18,4 | — | |
| | | — | -56,1 | — | |
| 10,0 | 23,5 | 21,8 | 19,1 | 19,9 | |
| | | -50,5 | -53,2 | -56,2 | |
| 10,0 | 26,5 | — | 21,8 | — | |
| | | — | -56,1 | — | |
| 10,0 | 29,5 | 23,9 | 24,6 | 25,9 | |
| | | -56,1 | -63,2 | -72,2 | |
| 52 | 10,0 | 30,0 | 17,8 | 17,8 | 17,7 |
| | | | -45,3 | -47,3 | 47,3 |
| | 12,0 | 30,0 | — | 17,8 | — |
| | | | — | -47,3 | — |
| 14,0 | 30,0 | 17,8 | 17,2 | 17,2 | |
| | | -45,3 | -45,3 | 47,3 | |
| 16,0 | 30,0 | — | 17,2 | — | |
| | | — | -45,3 | — | |

Продолжение табл. 1

| Шаг зубьев, мм | Радиус закругления впадины, мм | Высота зуба, мм | Величина максимальных напряжений, кгс/мм ² , при переднем угле, град | | |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------|---|---------------|--------------|
| | | | 20 | 25 | 30 |
| | 18,0 | 30,0 | — — | — — | — — |
| | 14,0 | 26,0 | — — | 20,6 —57,2 | — — |
| | 14,0 | 30,0 | 17,8 —45,3 | 17,2 —45,3 | 17,2 47,3 |
| | 14,0 | 34,0 | — — | 20,2 —49,4 | — — |
| | 14,0 | 38,0 | 19,8 —51,8 | 22,4 —53,1 | 22,4 57,2 |

Примечание. В числителе данные для рабочего хода; в знаменателе — для холостого хода. Приведенные значения напряжений соответствуют условиям распиловки мерзлой древесины при подаче на зуб 3 мм. Составляющие силы резания и углы приложения равнодействующей определяли по формулам* при затуплении зубьев, соответствующем пути резания 3200 м.

рации напряжений. Однако при неизменном шаге и других геометрических параметрах зуба возрастание радиуса округления впадины приводит к уменьшению площади поперечного сечения зуба за счет стачивания его спинки, что в свою очередь способствует росту напряжений. Так, например, у зубьев с шагом 26 мм ($h = 18,5$ мм; $\gamma = 20-30^\circ$) увеличение радиуса округления впадины с 3,5 до 7,5 мм повышает максимальные напряжения. Однако интенсивность роста уменьшается с возрастанием переднего угла в пределах $20-30^\circ$. У зубьев с шагом 40 мм ($h = 23,5$ мм; $\gamma = 20^\circ$) с увеличением радиуса R от 7 до 13 мм максимальные напряжения сначала незначительно растут, а затем снижаются.

Увеличение высоты зуба при любом шаге на всем исследуемом диапазоне способствует росту максимальных напряжений. При малой высоте зуба и значительном радиусе округления впадины ($R \geq 0,4h$) наблюдается наложение контактных напряжений от приложения сосредоточенной нагрузки, имитирующей силу резания, и зона максимальных напряжений смещается к вершине зуба.

Обрыв зубьев при пилении происходит не по зоне максимальных напряжений от сил резания, а по сечению зуба, расположенному несколько ниже этой зоны. Это объясняется тем, что в процессе пиления на контуре впадины наблюдается сложное напряженное состояние, обусловленное алгебраическим сложением напряжений в зубьях от сил резания и напряжений от изгиба и растяжения полотна пилы в процессе пиления.

Из анализа полученных экспериментальных данных следует, что оптимальному профилю зубьев пил, с точки зрения прочности, соот-

* Остроумов И. П., Богданов Е. А., Носаль Б. Д. Влияние затупления зубьев рамных пил на силовые показатели при распиловке мерзлой древесины с получением технологических опилок. — Комплексное использование древесины. Тезисы докладов. Архангельск, АЛТИ, 1977, с. 24—26.

ветствует криволинейная форма впадины с наибольшими радиусами кривизны в зоне максимальных напряжений, например, оформленная по циклоиде или спирали Архимеда. Прямолинейный участок на передней грани нежелателен, но может быть принят минимальным в соответствии с технологией подготовки зубьев. При такой форме впадины обеспечена конструктивная реализация увеличенных передних углов без снижения прочности зубьев.

Таблица 2.

| Ш г | Линейные параметры зубьев, мм | | | | Угловые параметры, град | |
|-----|-------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------|
| | Высота | Длина задней грани | Радиус закругления впадины | Толщина полотна | Передний угол | Задний угол |
| 26 | (17,5 — 18,5) ± 0,5 | 10 | 5,5 ± 0,5 | 2,0 — 2,2 | 20 ± 2 | 23 ± 2 |
| 32 | (19,0 — 20,0) ± 0,5 | 12 | 7,5 ± 0,5 | 2,2 — 2,5 | 25 ± 2 | 18 ± 2 |
| 40 | (22,5 — 23,5) ± 0,5 | 14 | 10,5 ± 0,5 | 2,2 — 2,5 | 25 ± 2 | 18 ± 2 |
| 52 | (27,5 — 29,0) ± 0,5 | 16 | 14,5 ± 0,5 | 2,5 | 30 ± 2 | 13 ± 2 |
| 64 | (33,5 — 35,0) ± 0,5 | 19 | 17,5 ± 0,5 | 2,5 — 3,2 | 30 ± 2 | 13 ± 2 |

Примечание. Угол заострения во всех случаях равен $47 \pm 2^\circ$. Пилы с уменьшенной высотой зубьев применяют для распиловки мерзлой древесины.

Для практического применения можно рекомендовать пилы с шагом зубьев 26—64 мм (табл. 2). Эксплуатировать их, с учетом заполнения впадин стружкой, следует при коэффициенте напряженности ($\sigma = \frac{F_{вп}}{F_{стр}}$) не менее единицы. В соответствии с этим устанавливается область применения пил с различным шагом в зависимости от высоты пропила h и подачи на зуб U_z , определяющих боковую площадь стружки ($F_{стр} = hU_z$).

Поступила 12 октября 1978 г.

УДК 634.0.812

О ВЛИЯНИИ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ОБРАЗЦОВ С СУЧКАМИ

А. Д. ГОЛЯКОВ, С. А. КОПТЯКОВ, С. Е. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

Кратко изложена методика и приведены результаты экспериментальных сравнительных исследований влияния влажности древесины на модуль упругости образцов с сучками и без сучков.

В проведенном нами ранее [1] теоретическом исследовании влияния влажности древесины на точность силовой сортировки пиломатериалов использовано уравнение (1), которое получено при испытании малых чистых (без пороков) образцов древесины брусчатого сечения $b \times h = 20 \times 20$ мм путем изгиба на пролете $l = 240$ мм [2], т. е. $l = 12h$,

$$E_2 = E_1 - \alpha(W_2 - W_1), \quad (1)$$

Таблица 1

| Номер выработки | Показатели | Количество образцов, шт. | Среднее арифметическое значение M | Среднее квадратическое отклонение σ | Коэффициент изменчивости $V, \%$ | Показатель точности $P, \%$ | Отношение асимметрии к своей ошибке A/m_A | Отношение эксцесса к своей ошибке E/m_E |
|-----------------|---|--------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 1 | Влажность средних образцов (2*, 5*) в день заготовки, % | 94 | 21,09 | 4,46 | 21,1 | 3,52 | 3,47 | -1,637 |
| 2 | Влажность боковых образцов (1*, 3*, 4*, 6*) в день заготовки, % | 94 | 17,34 | 3,73 | 21,5 | 3,69 | -0,007 | -1,665 |
| 3 | Модуль упругости средних образцов с сучками (2*) в день заготовки, кгс/см ² | 50 | 66911 | 14282 | 21,3 | 3,02 | -0,526 | -0,830 |
| 4 | Средний модуль упругости боковых образцов с сучками (1* и 3*) в день заготовки, кгс/см ² | 50 | 75015 | 12271 | 16,4 | 2,31 | -0,084 | +0,093 |
| 5 | Модуль упругости средних контрольных (без сучков) образцов (5*) в день заготовки, кгс/см ² | 46 | 87795 | 16122 | 18,4 | 2,71 | -1,032 | +0,337 |
| 6 | Средний модуль упругости боковых контрольных образцов (4* и 6*) в день заготовки, кгс/см ² | 46 | 95631 | 14611 | 15,3 | 2,25 | -1,157 | -0,054 |
| 7 | Модуль упругости образцов с сучками размером 0,2—0,5 ширины образца (1*) в день заготовки, кгс/см ² | 50 | 72712 | 13932 | 19,16 | 2,71 | -1,174 | +0,713 |
| 8 | Модуль упругости контрольных образцов (4*) в день заготовки, кгс/см ² | 44 | 95448 | 16174 | 16,95 | 2,55 | +1,291 | +0,097 |
| 9 | Влажность образцов после месячной выдержки в помещении лабораторий, % | 17 | 6,50 | 0,42 | 6,46 | 1,57 | -0,097 | -1,185 |
| 10 | Модуль упругости образцов с сучками размером 0,2—0,5 ширины образца (1*) после месячной выдержки, кгс/см ² | 50 | 90703 | 19738 | 21,76 | 3,08 | +1,840 | +1,100 |
| 11 | Модуль упругости контрольных образцов (4*) после месячной выдержки, кгс/см ² | 44 | 114032 | 16862 | 14,79 | 2,23 | -0,412 | -1,355 |

Примечание. Цифрами со звездочкой обозначены номера образцов по схеме раскроя (рис. 1).

где E_2 и E_1 — модули упругости при влажности W_2 и W_1 соответственно;

α — постоянный коэффициент, для хвойных пород равный $2000 \frac{\text{кгс/см}^2}{\%}$.

Сорт конструктивных пиломатериалов общего назначения определяется по слабому сечению досок. Снижают механические показатели пиломатериалов, пороки древесины, в первую очередь сучки. Поэтому необходимо установить степень применимости уравнения (1) к образцам досчатых сечений с сучками.

Исследования мы проводили сначала на еловых образцах размерами $b \times h \times L = 45 \times 15 \times 300$ мм. Образцы вырезали из досок, поступающих на торцовочно-маркировочные установки Цигломенского ЛДК после камерной сушки до транспортной влажности. Схема раскроя досок на образцы представлена на рис. 1; заготовки подбирали с сучками не более 0,5 ширины образцов (0,5b). Затем исследовали еловые образцы сечением $b \times h = 100 \times 38$ мм, которые заготавливали на сортировочной площадке ЦЛДК. Схема раскроя изображена на рис. 2.

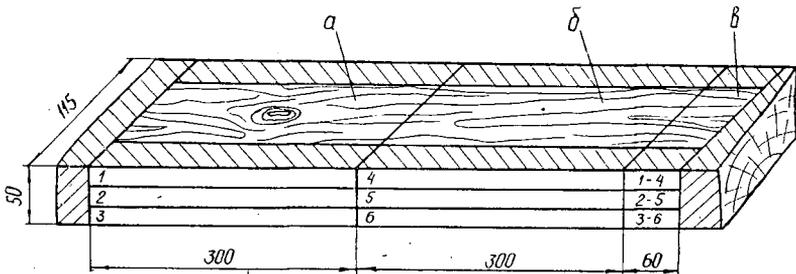


Рис. 1.

a (1, 2, 3) — образцы с сучками; b (4, 5, 6) — контрольные образцы; v (1-4, 2-5, 3-6) — секции для определения влажности в день заготовки образцов.

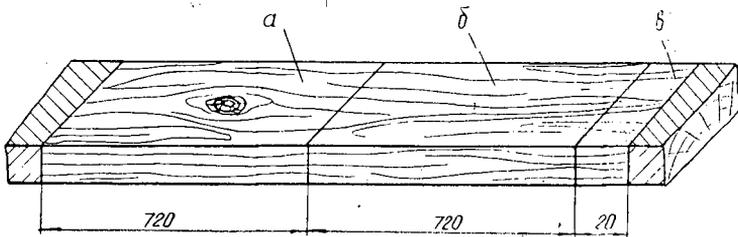


Рис. 2.

a — образец с сучком; b — контрольный образец; v — секция для определения влажности в день заготовки образцов.

Механические испытания образцов проводили в день их заготовки и после месячной выдержки в помещении лаборатории. Модули упругости определяли путем изгиба образцов по схеме двухопорной свободно опертой балки при $l = 18h$ с нагрузкой по середине пролета. Прогобы замеряли индикатором часового типа с точностью 0,01 мм в интервале нагружения, соответствующем расчетным напряжениям изгиба 180—60 кгс/см². Размеры сечений образцов перед механическими испытаниями замеряли штангенциркулем с точностью 0,1 мм. Влажность древесины определяли весовым методом.

Результаты статистической обработки опытных данных образцов сечениями 45×15 и 100×38 мм представлены соответственно в табл. 1 и 2. Распределения вариант во всех выборках, за исключением 1-й

Таблица 2

| Номер выбор- ки | Показатели | Колн- чество образ- цов, шт. | Среднее арифмети- ческое М | Среднее квадрати- ческое отклоне- ние σ | Кэффи- циент измени- вости V, % | Показатель точности P, % | Отноше- ние асим- метрии к своей ошибке A/mA | Отноше- ние экс- цесса к своей ошибке E/mE |
|-----------------------|---|--|-------------------------------------|---|---|--------------------------------|---|---|
| 1 | Модуль упругости образцов с суч- ками при влажности древесины 30—90% в день заготовки, кгс/см ² | 27 | 79644 | 14078 | 17,68 | 3,40 | -0,987 | -1,065 |
| 2 | Модуль упругости контрольных об- разцов при влажности 30—90% в день заготовки, кгс/см ² | 27 | 107600 | 17707 | 16,45 | 3,41 | -0,226 | -2,216 |
| 3 | Модуль упругости образцов с суч- ками при влажности 8% после ме- сячной выдержки в лаборатории, кгс/см ² | 27 | 99278 | 14634 | 14,78 | 2,84 | -1,218 | -0,576 |
| 4 | Модуль упругости контрольных об- разцов при влажности 8% после месячной выдержки в лаборатории (W = 8%), кгс/см ² | 27 | 129630 | 25462 | 19,59 | 3,77 | -0,087 | -1,916 |

(табл. 1), подчиняются закону нормального распределения: $\frac{A}{m_A} < 3$;
 $\frac{E}{m_E} < 3$. Полученные значения средних арифметических достоверны:
показатели точности P менее 5%.

Разница средних арифметических значений модуля упругости об-
разцов в выборках 3 и 4 (табл. 1) отражает влияние влажности (вы-
борки 1 и 2), так как влияние сучков нивелируется путем усреднения
модулей упругости образцов 1 и 3 (рис. 1).

Аналогичность влияния влажности древесины на модуль упруго-
сти образцов с сучками и из чистой древесины (контрольных) провери-

ли, определив числовые значения коэффициентов α . Из уравнения (1) следует, что

$$\alpha = - \frac{E_2 - E_1}{W_2 - W_1} = \frac{\Delta E}{\Delta W}.$$

Для образцов с сучками коэффициент $\alpha_{с1}$ определили по средним арифметическим выборкам 3-4 и 1-2

$$\alpha_{с1} = - \frac{75015 - 66911}{17,34 - 21,09} = \frac{8104}{3,75} = 2160.$$

Для контрольных образцов $\alpha_{к1}$ вычислили по выборкам 5-6 и 1-2

$$\alpha_{к1} = - \frac{95631 - 87797}{17,34 - 21,09} = \frac{7834}{3,75} = 2090.$$

Если коэффициент α определить по результатам высушивания образцов на основе выборки 10-7 и 9-2, 11-8 и 9-2, то получим

$$\alpha_{с2} = - \frac{90703 - 72712}{6,50 - 17,34} = 1650;$$

$$\alpha_{к2} = - \frac{114032 - 95448}{6,50 - 17,34} = 1710.$$

Из опыта на натуральных пиломатериалах (табл. 2) по выборкам 1 и 3

$$\alpha_{с3} = - \frac{99278 - 79644}{8 - 30} = 900;$$

по выборкам 2 и 4

$$\alpha_{к3} = - \frac{129630 - 107600}{8 - 30} = 1000.$$

Различия между числовыми значениями коэффициентов для образцов с сучками α_c и контрольных α_k во всех трех опытах достоверны. Заметна лишь тенденция к снижению α_c относительно α_k при больших перепадах влажности. Поэтому можно считать, что модуль упругости образцов с сучками изменяется под действием влажности так же как и модуль упругости образцов без пороков.

В результате проведенного исследования можно отметить также снижение числовых значений коэффициентов α при увеличении диапазона изменения влажности. С изменением ΔW от 3,75% в первом опыте до 22% в третьем значения α снизились вдвое. Здесь сказались, очевидно, не только различия в условиях постановки опытов (неравномерность распределения влажности по сечению образцов в первом опыте, масштабный фактор и возможное отклонение предела гигроскопичности древесины от 30% в третьем и др.), но и недостаточная адекватность уравнения (1). По нашим данным, коэффициент α — линейная функция перепада влажности ΔW . Для еловых образцов досчатых сечений ($b > 2h$), испытываемых на пролете $l = 18h$, вне зависимости от наличия сучков уравнение (1) получает вид

$$E_2 = E_1 - 2400(W_2 - W_1) + 66(W_2 - W_1)^2. \quad (2)$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Голяков А. Д. О влиянии влажности древесины на точность силовой сортировки пиломатериалов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 5. [2]. Леонтьев Н. Л. Влияние влажности на физико-механические свойства древесины. М., Гослесбуиздат, 1962.

Поступила 28 ноября 1978 г.

УДК 621.934 : 536.24.08

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ДИСКОВ ПИЛ

А. С. КРАСИКОВ, В. К. ПАШКОВ

Уральский лесотехнический институт

Разработана методика определения коэффициента теплоотдачи вращающегося пыльного диска.

При расчете температурных полей дисков пил и назначении оптимальных технологических режимов распиловки необходимо знать коэффициент теплоотдачи. Для условий спокойного воздуха его рассчитывают по формулам Дуббеля [6], Дорфмана [2] и Моута [3]. В случаях принудительного охлаждения диска направленной струей воды, воздуха или водо-воздушной смеси для определения коэффициента теплоотдачи следует провести специальные исследования.

При исследованиях нами использован предложенный Г. М. Кондратьевым [4] нестационарный метод определения коэффициента теплоотдачи. Сущность его заключается в том, что тело, помещенное в среду с постоянной температурой, через некоторый промежуток времени начинает охлаждаться (или нагреваться) по экспоненциальному закону

$$\vartheta = AUe^{-m\tau}, \quad (1)$$

где ϑ — температурный напор, °С;

A — функция, зависящая от температуры в начальный момент времени;

U — функция, зависящая от координат точки тела;

m — темп охлаждения, характеризующий тепловую инерцию тела, 1/с;

τ — время охлаждения, с.

Из формулы (1) получим

$$m = \frac{\ln \vartheta_i - \ln \vartheta_{i+1}}{\tau_{i+1} - \tau_i}, \quad (2)$$

здесь ϑ_i и ϑ_{i+1} — температурный напор соответственно в моменты времени τ_i и τ_{i+1} .

Темп охлаждения зависит от коэффициента теплоотдачи, формы, размеров и материала тела. Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·°С), связан с темпом охлаждения соотношением [4]

$$\alpha = \frac{1}{\psi} \frac{c_p \rho V}{F} m, \quad (3)$$

где ψ — коэффициент неравномерности температурного поля, равный отношению средней температуры поверхности к средней объемной температуре;

c_p — удельная теплоемкость материала, кДж/(кг·°С);

ρ — плотность материала, кг/м³;

V — объем тела, м³;

F — площадь поверхности теплоотдачи, м².

Коэффициент ψ — функция критерия Био [1]

$$Bi = \frac{\alpha l}{\lambda}, \quad (4)$$

здесь l — определяющий размер (толщина), м;

λ — коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С).

При $Bi \leq 0,1$, что и имеет место в нашем случае, $\psi = 1$.

Изложенное выше справедливо, если допустить, что коэффициент теплоотдачи не зависит от температурного напора и времени охлаждения. На практике температура в широком ее интервале изменяется не строго по экспоненциальному закону. В работах [1, 5] показана возможность применения предпосылок регулярного режима в условиях, когда изменение температуры отличается от экспоненциального закона. Э. М. Семяшкин [5] предлагает разделить время охлаждения на интервалы $\Delta\tau$, для которых соблюдается экспоненциальный закон. В каждом из интервалов справедливы положения теории регулярного режима и, следовательно, можно записать выражение (2) в виде

$$m = \frac{\ln \vartheta_i - \ln \vartheta_{i+1}}{\Delta\tau_i}. \quad (5)$$

При $\Delta\tau \rightarrow 0$ для мгновенного значения темпа охлаждения получаем

$$m_\tau = \lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} m = \lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} \frac{\Delta(\ln \vartheta)}{\Delta\tau} = \frac{d(\ln \vartheta)}{d\tau}; \quad (6)$$

коэффициент теплоотдачи в момент времени τ , с учетом выражения (3), имеет вид

$$\alpha_\tau = \frac{1}{\psi} \frac{c_p \rho V}{F} m_\tau. \quad (7)$$

Коэффициенты теплоотдачи вращающегося диска определены на модели, представляющей стальной диск, разбитый на концентрические узкие кольца, теплоизолированные друг от друга. Это позволяет исключить перетоки тепла по радиусу. Все тепло нагретых колец при охлаждении отдается охлаждающей среде через их боковые поверхности,

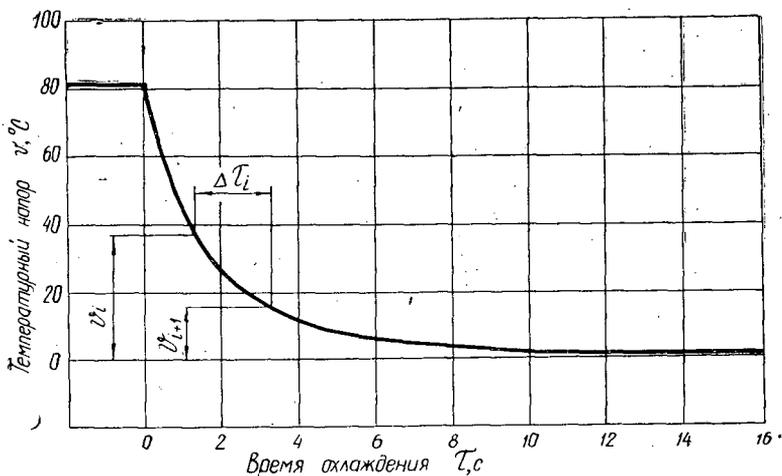


Рис. 1. Типовая осциллограмма.

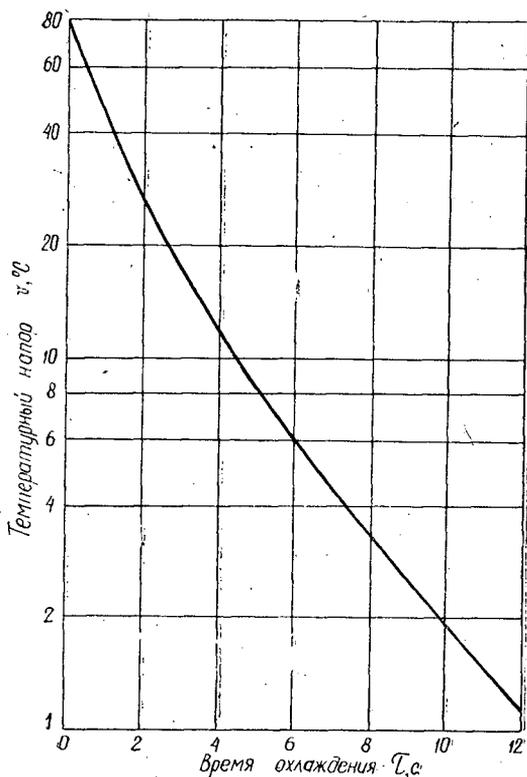


Рис. 2.

При исследованиях диск нагревали до заданной температуры, затем нагрев отключали, а диск охлаждали той или иной охлаждающей средой. Нагрев можно и не отключать, так как наличие в теле источника тепла постоянной мощности не оказывает влияния на темп охлаждения, но в этом случае под температурным напором ϑ понимают превышение температуры точек тела над установившейся температурой охлажденного тела в этих же точках.

Изменение температуры в процессе охлаждения фиксировалось термопарами и записывалось осциллографом. Типовая запись изменения температуры одного из колец диска за время охлаждения представлена на рис. 1. Изменение температурного напора в процессе охлаждения в координатах τ ; $\ln \vartheta$ представлено на рис. 2. Тангенс угла наклона кривой изменения температуры к оси τ в любой момент времени в одном масштабе соответствует темпу охлаждения, в другом — коэффициенту теплоотдачи.

Для определения коэффициента теплоотдачи на осциллограмме (рис. 1) проводим линию, соответствующую установившейся температуре тепловой стабилизации охлажденного диска. Затем от этой линии откладываем температурные напоры $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_i, \vartheta_{i+1}$ до пересечения с температурной кривой, которые делят время охлаждения на отрезки $\Delta\tau_i$ со средним температурным напором

$$\vartheta_{i\text{cp}} = \frac{1}{2} (\vartheta_i + \vartheta_{i+1}). \quad (8)$$

Для каждого интервала $\Delta\tau_i$ и, следовательно, $\vartheta_{i\text{cp}}$ определяем темп охлаждения по формуле (5) и коэффициент теплоотдачи по

уравнению (3). По полученным данным строим зависимость коэффициента теплоотдачи от температурного напора при исследуемых условиях охлаждения.

Эту зависимость можно построить и иначе. Графически продифференцировав график $\ln \vartheta = f_1(\tau)$, получим зависимость $m = f_2(\tau)$, от которой можно перейти к выражению $m = f_3(\vartheta)$, а затем к зависимости $\alpha = f_4(\vartheta)$.

Так, для диска, вращающегося на спокойном воздухе, коэффициенты теплоотдачи, вычисленные по изложенной методике, колеблются в пределах 80—380 Вт/(м²·°С) в зависимости от параметров r , ω , ϑ и хорошо согласуются с данными работ Л. А. Дорфмана [2] (где r — радиус диска, ω — скорость вращения диска).

Предлагаемую методику экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи можно рекомендовать при исследовании процессов резания древесины и древесных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гаврилов Г. М. Теоретическое и экспериментальное исследование влияния охлаждения на температуру режущих поверхностей инструментов. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Куйбышев, 1967. 238 с. [2]. Дорфман Л. А. Гидродинамическое сопротивление и теплоотдача вращающихся тел. М., Физматгиз, 1960. 260 с. [3]. Дунаева В. В., Попов Ф. Л., Стахийев Ю. М. Влияние скорости вращения на распределение температур в диске конической пилы. — «Научные труды ЦНИИМОДа», 1973, вып. 28, с. 41—46. [4]. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим. М. Гостехиздат, 1954. 408 с. [5]. Семьяшкин Э. М. Сравнительное определение средних коэффициентов теплоотдачи цилиндров по методам стационарного и регулярного режимов. — «Сборник работ студ. научн. общества ЛГУ», Л., 1953, вып. 8, с. 27—37. [6]. Шорин С. М. Теплопередача. М. Госэнергоиздат, 1958.

Поступила 4 декабря 1978 г.

УДК 634.0.824.7

ВОДОСТОЙКОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

В. Т. ДУДНИК, В. М. ХРУЛЕВ

Новосибирский инженерно-строительный институт

Приведены данные о прочности соединений на клеях ФР-100 и ФР-12 древесины лиственницы различной влажности. Проведены испытания клееной лиственничной древесины на водостойкость. Сделаны выводы о целесообразности применения для конструкций клееной лиственничной древесины влажностью 20—25%.

При изготовлении клееных строительных конструкций из лиственничных пиломатериалов проблема их сушки — наиболее серьезная. Существующие рекомендации по камерной сушке малоприменимы для древесины лиственницы. В связи с этим мы отмечали [3] возможность изготовления клееных конструкций из лиственничной древесины повышенной влажности (до 25%), полностью или частично избегая камерную сушку пиломатериалов.

Постановка вопроса о пересмотре существующих нормативных положений закономерна, если учесть, что при эксплуатации конструкций на открытом воздухе равновесная влажность древесины составляет около 20%, а при эксплуатации в условиях повышенной влажности воздуха, например в животноводческих помещениях — от 20 до 50% и выше [1].

В Англии средним промышленным стандартом влажности считают 15%, а для материала, предназначенного для использования под открытым небом, указывают величину 17% [7]. В Швеции максимальная влажность древесины при склеивании резорциновыми клеями равна 23% [6].

Древесину хвойных пород можно эффективно склеивать при содержании влаги до 25%, используя при этом клей на основе резорциновой смолы [4].

Нами проведены испытания древесины лиственницы, склеенной при различной влажности по предварительно разработанной методике. Заготовки после склеивания (до изготовления образцов) кондиционировали в помещении лаборатории до равновесной влажности 9—11%.

Методы определения влажности древесины, прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон, а также форма и размеры образцов во всех случаях отвечали требованиям соответствующих ГОСТов.

На рис. 1 показана зависимость прочности соединений древесины лиственницы на алкилрезорциновом ФР-100 (кривая *a*) и резорциноформальдегидном ФР-12 (кривая *б*) клеях от влажности. Древесину увлажняли в эксикаторах, наполненных водой или раствором серной кислоты, причем достигаемая этим способом влажность древесины во всех случаях оказывалась ниже расчетной. Полученный после механических испытаний характер зависимости несколько отличается от характера снижения прочности соединений на клеях КБ-3 и К-17 [2].

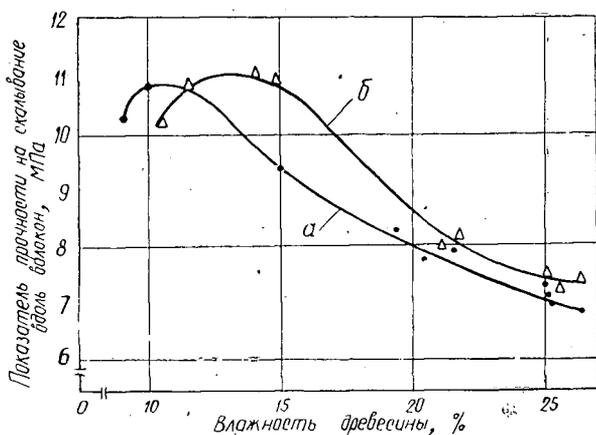


Рис. 1.

Из рис. 1 видно, что в случае изменения влажности древесины лиственницы от оптимальной (10%-ной при использовании ФР-100 и 15%-ной при использовании ФР-12) до 25%-ной прочность соединения снижается соответственно на 38 и 33%. Средняя и минимальная прочность соединений, достигнутая при склеивании древесины лиственницы влажностью 25%, удовлетворяла требованиям нормативных материалов [5].

Для изучения некоторых эксплуатационных характеристик клеевых соединений, полученных при разной влажности древесины лиственницы, нами была установлена их стойкость к различным влажностям и температурным воздействиям.

Вымачивание в воде при комнатной температуре — относительно «мягкое» испытание клеевых соединений. Этот вид воздействий был применен нами для изучения особенностей образования клеевых соединений лиственничной древесины повышенной влажности (рис. 2). Одновременно определяли кинетику водопоглощения цельной древесины лиственницы.

Анализируя полученные данные (рис. 2, *б*, *в*, *г*), можно отметить, что в начальный период увлажнения прочность образцов на скалывание

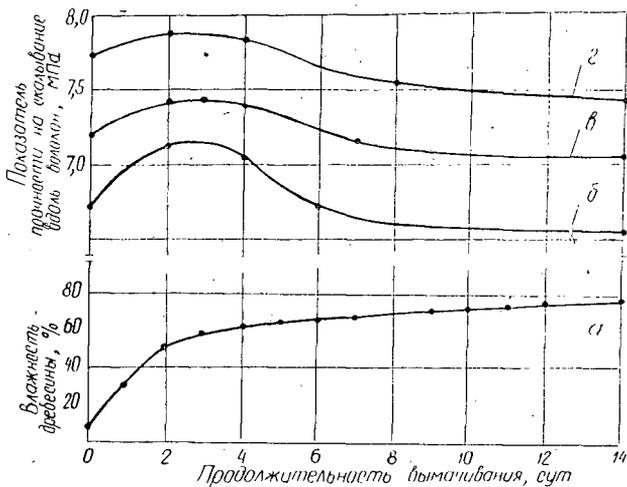


Рис. 2. Кинетика водопоглощения целной древесины лиственницы при вымачивании в воде (кривая *a*) и кинетика изменения прочности клеевых соединений при вымачивании в воде образцов, склеенных клеем ФР-100 при разной влажности: *б* — 27,5%; *в* — 25%; *г* — 21,5%.

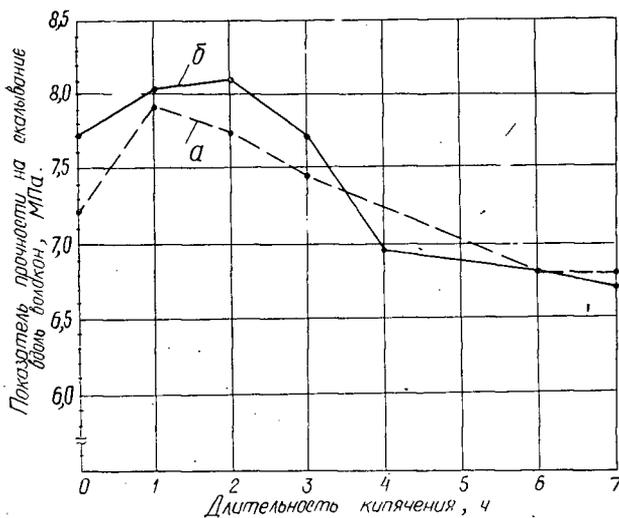


Рис. 3. Кинетика изменения прочности соединений древесины лиственницы, склеенной при влажности 25% (кривая *a*) и 21,5% (кривая *б*), при кипячении в воде.

вание вдоль волокон возрастает и тем значительнее, чем выше влажность склеиваемой древесины. Максимум увеличения прочности при вымачивании совпадает по времени (около 2 сут) с окончанием этапа, характеризуемого максимальной скоростью водопоглощения.

Это объясняется тем, что вымачивание способствует релаксации внутренних напряжений, возникающих при высыхании склеенных заготовок. Этим же частично можно объяснить и увеличение прочности

клеевых соединений в течение первых 1—2 ч кипячения образцов в воде (рис. 3). Другой причиной может быть температурный фактор. Нами установлено, что при склеивании древесины лиственницы повышенной влажности процесс отверждения клеев происходит медленнее, чем при склеивании древесины 10—15%-ной влажности.

Возрастание прочности клеевых соединений наблюдается и в начальный период теплообработки (1—3 сут при температуре 80°C) образцов, склеенных при повышенной влажности древесины и выдержанных в помещении 14 сут. Во время теплообработки достигается максимально возможная полнота отверждения клеев.

Нами была определена относительная прочность клеевых соединений, подвергнутых влагообработке по ГОСТу 17005—71 «Древесина клееная. Метод определения водостойкости клеевых соединений». По результатам испытаний можно заключить, что соединения древесины лиственницы влажностью до 25% относятся к группе повышенной водостойкости, так же как и соединения при влажности 10—15%.

Таким образом, при изготовлении клееных конструкций влажность древесины лиственницы целесообразно оставлять в пределах 20—25%, не доводя ее до нормируемой. Последующее увлажнение кондиционированной клееной древесины не снижает прочности соединений на резорциновых клеях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абелев Б. Г., Быков В. В. Эксплуатационная стойкость древесины сибирской лиственницы в конструкциях производственных сельскохозяйственных зданий. — Особенности строительства в условиях Восточной Сибири. Труды ИПИ. Вып. 78. Иркутск, 1972, с. 144—149. [2]. Быков В. В. Исследование прочности клеевых соединений древесины сибирской лиственницы. — В сб.: Особенности строительства в условиях Восточной Сибири. Вып. 3. Инженерные конструкции и расчеты. Иркутск, 1971, с. 35—44. [3]. Дудник В. Т., Хрулев В. М. Об изготовлении клееных деревянных конструкций из древесины лиственницы. — Исследования конструкций из клееной древесины и пластмасс. Межвуз. сб. научн. тр. № 1 (132). Л., ЛИСИ, 1977, с. 81—85. [4]. Найт Р. А., Домэн Л. С. Влияние содержания влаги на клеевые соединения при изготовлении клееной древесины. (Перевод № 4674, ГПНТБ СО АН СССР, Новосибирск). [5]. Руководство по промышленному изготовлению клееных деревянных конструкций для строительства. М., Стройиздат, 1975. 61 с. (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко). [6]. Att iakttaga vid finferskarvning. — «Sagverken/Trävaruindustrien», 1971, N 5, 8/V, 281. [7]. Hoofk's R. A. Timber drying and moisture content standards. — «Timber Trades Journal», 1977, т. 302, N 5263, 26/VII, с. 30.

Поступила 11 декабря 1978 г.

УДК 547.281.1 : 674.815-41

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

И. М. ДЫСКИН, Ю. В. ЛАПТЕВ

Брянский технологический институт

Установлено влияние вида применяемых клеев и материалов для облицовки на количество выделяемого формальдегида из готовых древесностружечных плит.

Токсичность древесностружечных плит (ДСП) — одно из свойств, ограничивающих область их применения. Поэтому представляют интерес любые пути, направленные на снижение токсичности ДСП.

Нами было исследовано влияние вида применяемого связующего, подсушки осмоленной стружки, вида облицовочного материала и клея, применяемого для облицовки, на количество выделяемого формальдегида из готовых плит.

Количество формальдегида, выделяемого из ДСП, определяли в соответствии с «Методическими указаниями по санитарно-гигиенической оценке полимерных строительных материалов, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий», утвержденными Минздравом СССР. Исследования выполняли статическими методами в лабораторных условиях. Образцы выдерживали в герметически закрытых эксикаторах в течение 24 ч. Воздух из эксикаторов анализировали на содержание свободного формальдегида методом химического колориметрического анализа поглотительного раствора при его взаимодействии с хромотроповой кислотой:

Для удобства оценки токсичности плит показателем по формальдегиду выражали в условных единицах, т. е. в одной из плит количество формальдегида принимали за единицу, а в других плитах — соответственно в долях единицы. Образцы испытывали на количество выделяемого формальдегида через 14 и 30 сут после изготовления плит.

С этой целью изготавливали однослойные ДСП плотностью 700 кг/м^3 и размером $500 \times 500 \times 19 \text{ мм}$. Количество добавляемого связующего 12%. В качестве отвердителя использовали 20%-ный раствор хлористого аммония в количестве 5% от веса жидкой смолы. Режим прессования: температура плит пресса 150°C , удельное давление прессования $18\text{--}20 \text{ кгс/см}^2$ с плавным сбросом давления, продолжительность прессования 7 мин.

Ранее была доказана целесообразность совмещения карбамидных смол с поливинилацетатной эмульсией (ПВА) для изготовления ДСП. Установлено, что при использовании ПВА в качестве модификатора мочевиноформальдегидной смолы в количестве до 20% от веса смолы улучшаются свойства связующего и плит на его основе.

Для определения показателей по формальдегиду изготавливали плиты на комбинированном связующем, состоящем из 80% смолы М 19-62 и 20% смолы ПВА.

В настоящее время доказана экономическая целесообразность подсушки осмоленной стружки перед прессованием древесностружечных плит. Мы предполагаем, что в процессе подсушки в потоке горячего воздуха свободный формальдегид частично удаляется, поэтому готовые плиты будут выделять его меньше. Стружку, проклеенную смолой М 19-62, подсушивали на специальной лабораторной установке в кипящем слое в потоке горячего воздуха. Температура в слое $30\text{--}45^\circ\text{C}$, продолжительность подсушки 50—60 с.

В табл. 1 приведены сравнительные данные по количеству свободного формальдегида, выделяемого из плит, приготовленных на смоле М 19-62, с комбинированным связующим (80% М 19-62 и 20% ПВА) и с подсушкой проклеенной стружки. (Количество формальдегида, выделяемого из плиты на смоле М 19-62 через 14 сут, принято за единицу).

Таблица 1

| Характеристика плиты | Количество выделяемого формальдегида, условные единицы, через промежуток времени, сут | |
|---------------------------------|---|------|
| | 14 | 30 |
| На смоле М 19-62 | 1,00 | 0,80 |
| С подсушкой проклеенной стружки | 0,80 | 0,60 |
| На комбинированном связующем | 0,65 | 0,45 |

Из данных табл. 1 видно, что подсушка осмоленной стружки и, особенно, применение карбамидных смол, модифицированных поливинилацетатной эмульсией, дают положительный эффект.

Для выяснения влияния вида облицовочных материалов и вида клея, применяемого при облицовке, на выделение формальдегида плиты облицовывали строганым шпоном ясеня толщиной 0,8 мм, а также синтетическим шпоном средней плотности 125 г/м². В качестве клея использовали пластифицированную поливинилацетатную эмульсию средней вязкости, применяли также клеи на основе мочевиноформальдегидных смол М 19-62 и КС-68М и мочевиноформальдегиднополивинилацетатной композиции, состоящей из 80% смолы М 19-62 и 20% ПВА. В качестве отвердителя для карбамидных и комбинированной смол был взят хлористый аммоний в количестве 1 вес. ч. на 100 вес. ч. смолы.

Режимы облицовки для всех случаев были выбраны близкими к производственным: температура плит пресса 120°C при использовании мочевиноформальдегидных клеев и 20°C при использовании поливинилацетатной эмульсии, удельное давление 10 кгс/см², время выдержки под давлением для мочевиноформальдегидных клеев 3 мин, для поливинилацетатных 30 мин. Расход клея во всех случаях 200 г/м².

Таблица 2

| Характеристика испытываемых образцов | Вид облицовочного материала | Вид клея при облицовке | Количество выделяемого формальдегида условные единицы, через промежуток времени, сут | |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|------|
| | | | 14 | 30 |
| Необлицованные | — | — | 1,00 | 0,80 |
| Облицованные | Шпон ясеня | М 19-62 | 1,10 | 0,85 |
| " | " " | ПВА | 0,10 | 0,25 |
| " | " " | М 19-62 + ПВА | 0,75 | 0,75 |
| " | " " | КС-68М | 0,40 | 0,55 |
| " | Синтетический шпон | М 19-62 | 1,00 | 1,00 |
| " | " " | ПВА | 0,20 | 0,25 |

Результаты исследований по влиянию вида облицовочного материала и клея, применяемого при облицовке, приведены в табл. 2, из данных которой видно, что вид облицовочного материала на выделение формальдегида из ДСП практически не влияет; наибольшее влияние оказывает вид клея. Так, модификация смолы М 19-62 поливинилацетатной эмульсией несколько снижает токсичность плит. Применение малотоксичной смолы КС-68М дает еще лучший эффект. Особенно замедляет процесс выделения формальдегида облицовка плит с применением поливинилацетатной эмульсии.

Поступила 20 ноября 1978 г.

УДК 674.038.16:534-8

АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯДРОВОЙ И ЗАБОЛОННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

М. В. ЧАРИНА, В. М. МАШКОВ

Уральский лесотехнический институт

Экспериментальными исследованиями показано различие акустических свойств ядровой и заболонной части древесины сосны в воздушно сухом состоянии.

В связи с различной физиологической ролью ядровой (или спелой) и заболонной древесины имеются различия в клеточном строе-

нии, составе, содержании химических элементов этих частей древесины. Ядро и заболонь имеют разный цвет, плотность, различную проницаемость для жидкостей и газов [2]. Эти различия имеют существенное значение в процессах сушки, пропитки, антисептирования и гидрофобизации древесины.

При исследовании акустических свойств ядровой и заболонной древесины особое место занимает метод ультразвуковой (УЗ) акустики. Однако УЗ-локация древесины практически используется мало, что обусловлено большим поглощением и рассеиванием энергии сигнала на пути распространения, а также значительными трудностями обеспечения надежного акустического контакта [1, 4].

Цель данной работы — исследование поглощения ультразвука ядровой и заболонной древесиной.

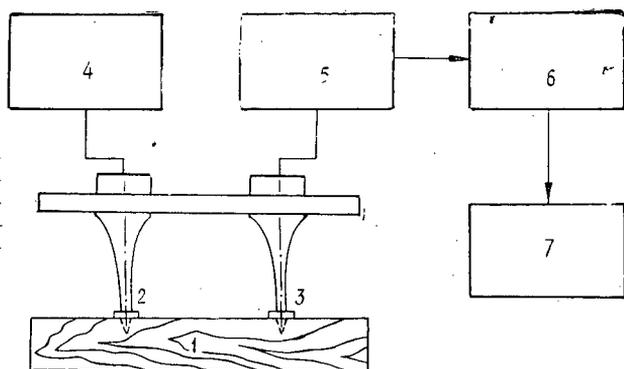


Рис. 1.

1 — исследуемый образец; 2 — излучающий кристалл; 3 — приемный кристалл; 4 — генератор; 5 — усилитель; 6 — формироваватель; 7 — измерительное устройство.

Эксперименты проводили с помощью специального прибора, разработанного сотрудниками группы физико-химических исследований на кафедре общей химии УЛТИ. Блок-схема прибора приведена на рис. 1. Частота следования импульсов генератора УЗ-колебаний — 30 ± 5 Гц, резонансная частота пьезокристалла — 150 кГц.

Датчики сконструированы в виде цилиндров для пьезокристалла ЦТС-19 с концентратором — острым концом, на котором имеется ограничитель, обеспечивающий постоянную глубину внедрения концентратора в древесину. Два датчика — излучательный и приемный — установлены на одной плате (с базовым расстоянием — 62 мм), имеющей ручку для удобства пользования. Датчики располагали вдоль волокон на радиальном r или тангенциальном tg срезе древесины.

Образцы в виде брусков $120 \times 15 \times 10$ мм выпиливали из заболонной и ядровой древесины сосны. После длительной выдержки при комнатной температуре их приводили к воздушно сухому состоянию с влажностью $5,88 \pm 0,36\%$. Среднее значение плотности для образцов из заболони — 402, из ядра — 479 $\text{кг}/\text{м}^3$. Поглощение ультразвука оценивали, измеряя среднее значение амплитуды приемных импульсов.

Статистические характеристики результатов приведены в табл. 1. Сравнение дисперсий по критерию Фишера [3] показало, что диспер-

Таблица 1

| Номер выборки | Образец | Количество образцов n | Среднее значение амплитуды приемных импульсов, В | Оценка дисперсии σ^2 |
|---------------|---------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| 1 | Заболонь tg | 88 | 11,95 | 27,85 |
| 2 | Заболонь r | 88 | 11,09 | 29,39 |
| 3 | Заболонь | 176 | 11,52 | 28,62 |
| 4 | Ядро tg | 100 | 14,18 | 42,59 |
| 5 | Ядро r | 66 | 14,24 | 39,08 |
| Обобщенная | Ядро | 166 | 14,21 | 41,20 |

сии 1- и 2-й, а также 3- и 4-й выборки соответственно однородны, а разница в средних значениях для тангенциальных и радиальных срезов по критерию Стьюдента незначима. Это позволило рассмотреть две новые выборки независимо от расположения слоев.

Средние значения поглощения ультразвука заболонной и ядровой древесиной сравнивали при помощи Т-критерия

$$T = \frac{\frac{S_1^2}{n_1} t_p(f_1) + \frac{S_2^2}{n_2} t_p(f_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

где S_1, S_2 — дисперсии выборок;

n_1, n_2 — количество образцов;

$t_p(f)$ — критерии Стьюдента для уровня значимости p при числе степеней свободы f_1 и f_2 .

Разница в средних равна 2,69 и превышает вычисленный для 5%-ного уровня значимости Т-критерий, что подтверждает ее значимость. Ядровая часть древесины, независимо от расположения слоев, характеризуется большей величиной поглощения ультразвука, чем заболонная часть. По-видимому, это связано с различным содержанием смолистых веществ, а также своеобразием клеточного строения ядра и заболони сосны.

Проведенное исследование подтверждает принципиальную возможность использования УЗ-акустики древесины для дифференцирования свойств ядра и заболони.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лакатош Б. К. Дефектоскопия древесины. М., «Лесная промышленность», 1966, 182 с. [2]. Перельгин Л. М. Древесиноведение. М., «Лесная промышленность», 1969. 318 с. [3]. Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., «Наука», 1968. 288 с. [4]. Уголев Б. Н. Испытания древесины и древесных материалов. М., «Лесная промышленность», 1965. 251 с.

Поступила 3 октября 1978 г.

УДК [678.746.22 + 674.06].004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРДРЕВЕСНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

И. А. ГАМОВА, Т. В. МАХОВА, В. Н. ВИХРЕВА,
А. В. БРЫСКОВСКАЯ, В. В. МИХАЙЛОВА, Е. В. УМАНСКАЯ
Ленинградская лесотехническая академия, ОНПО «Пластполимер»

Отходы, образующиеся при производстве полистирола, и мелкие отходы деревопереработки использовали для получения прессованных изделий, свойства которых зависят от способа изготовления материала.

Отходы, пластмасс в нашей стране составляют 0,4 млн. т, из них 200 тыс. т термопластов можно использовать в качестве вторичного сырья [1, 7, 10]. В частности, по данным на 1975 г. производственные отходы полистирола (ПС) составляют более 5 тыс. т/год, по данным на 1978 г. — более 9 тыс. т/год.

Один из рациональных способов утилизации отходов ПС — применение их в качестве связующих веществ при получении композиционных материалов, в том числе полимердревесных. Использование мелких отходов деревопереработки — опилок — в качестве наполнителя может явиться одним из путей решения актуальной задачи — комплексного использования древесины.

Получение полимердревесных материалов (ПДМ) из мелких древесных отходов с использованием нетрадиционных для древесных материалов связующих веществ, и в том числе отходов термопластичных полимеров, позволит не только полезно использовать отходы двух различных производств, но и открыть интересные возможности изготовления и использования ПДМ.

Имеется ряд зарубежных патентов на изготовление термопластичных полимерных материалов, содержащих различные наполнители (опилки, стружку, солому, картон, бумагу и т. д.) [4, 6]. Такие исследования проводятся и у нас в стране [2, 3, 5, 8].

Данная работа посвящена получению и изучению свойств ПДМ на основе промышленных отходов полистирольного производства и мелких древесных отходов.

Для эксперимента использовали воздушно сухие березовые опилки торцевой распиловки, прошедшие через сито с отверстиями диаметром 3 мм, а также образующиеся в наибольшем количестве отходы полистирольного производства: ударопрочный полистирол (УПС), полистирол общего назначения (ПС) и тройной сополимер (АБС). Композиции готовили двумя методами: методом сухого смешения компонентов и механо-термическим.

При сухом способе отходы ПС предварительно дробили в роторном измельчителе пластмасс до фракции, проходящей через сито с диаметром отверстий 0,3 мм. Измельченный ПС смешивали в омесителе с опилками при комнатной температуре, после чего получаемая композиция поступала на прессование.

При механо-термическом способе отходы ПС и опилки смешивали в пластосмесителе типа «Бенбери» при температуре 140—150°C. После смешения композиция поступала на вальцы (130°C), раскатывалась в полотно, которое дробилось в крошку. Дробленая композиция в виде крошки поступала на прессование.

Образцы для испытаний прессовали по режиму переработки термопластов при температуре 170°C и удельном давлении 25 МПа и после кондиционирования испытывали по ГОСТу 11368—69 «Массы древесные прессовочные».

Данные испытаний представлены на рис. 1—5. Оптимальным массовым содержанием полимера в композиции можно считать 50%. Снижение его количества ухудшает показатели физико-механических свойств, а при содержании в композиции более 70% показатели (за исключением водопоглощения) улучшаются незначительно.

Полученные результаты свидетельствуют, что как при сухом, так и механо-термическом способах более высокие показатели имеют образцы, содержащие в композиции отходы АБС пластика. Это, очевидно, объясняется большей полярностью используемого тройного сополимера, увеличивающего адгезию между полимером и древесиной.

При сухом способе ПДМ имеет более высокие механические свойства: предел прочности при статическом изгибе (рис. 1), удельную ударную вязкость (рис. 2), сопротивление истираемости (рис. 3). Увеличение содержания наполнителя положительно сказывается на теплостойкости материала (рис. 4), что можно объяснить более высокой теплостойкостью древесины по сравнению с полистиролом.

Поскольку древесина — гидрофильный компонент ПДМ, содержащий значительное количество гидроксильных групп, то водопоглощение растет пропорционально увеличению содержания наполнителя (рис. 5). При получении ПДМ нельзя было ожидать химического взаимодействия между ПС и компонентами древесины. Отсутствие предельного значения водопоглощения при длительном испытании — косвенное

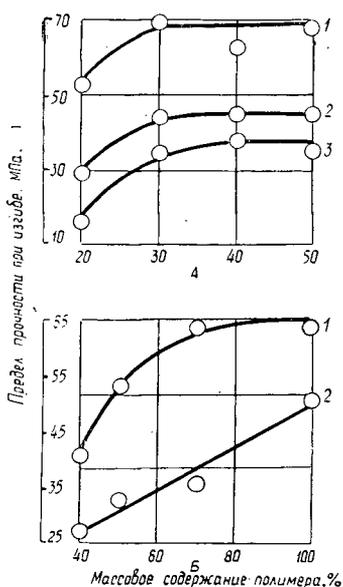


Рис. 1. Изменение предела прочности ПДМ при статическом изгибе в зависимости от массового содержания полимера при сухом (А) и механо-термическом (Б) способах совмещения.

1 — АБС; 2 — ПС-С; 3 — УПС.

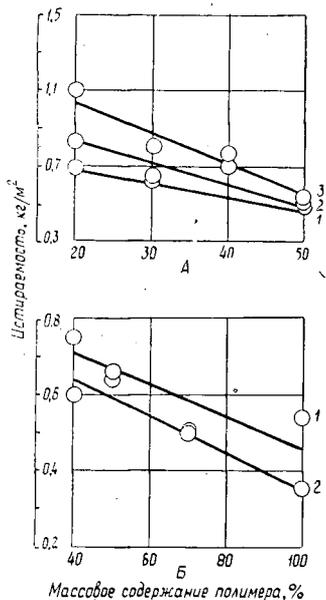


Рис. 3. Изменение истираемости ПДМ в зависимости от массового содержания полимера при сухом (А) и механо-термическом (Б) способах совмещения. Обозначения те же, что на рис. 1.

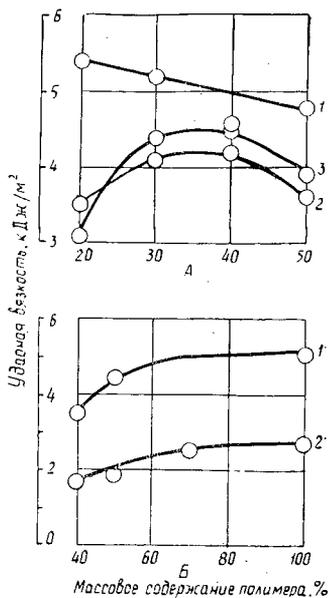


Рис. 2. Изменение удельной ударной вязкости ПДМ в зависимости от массового содержания полимера при сухом (А) и механо-термическом (Б) способах совмещения. Обозначения те же, что на рис. 1.

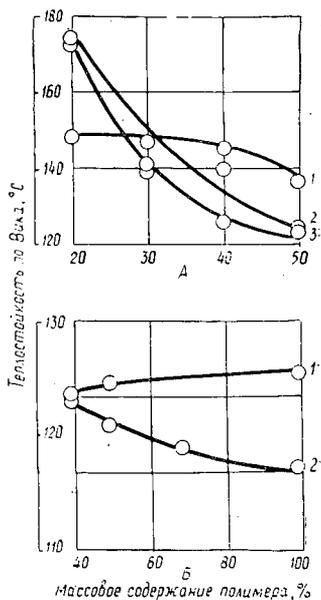


Рис. 4. Изменение теплостойкости ПДМ в зависимости от массового содержания полимера при сухом (А) и механо-термическом (Б) способах совмещения. Обозначения те же, что на рис. 1.

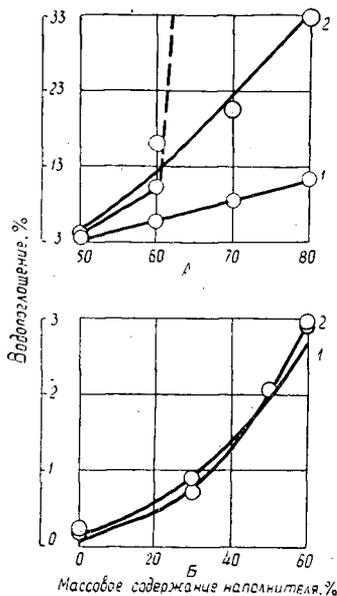


Рис. 5. Изменение водопоглощения ПДМ в зависимости от массового содержания древесного наполнителя и способа совмещения его с полимером (А — сухой; Б — механо-термический). Обозначения те же, что на рис. 1.

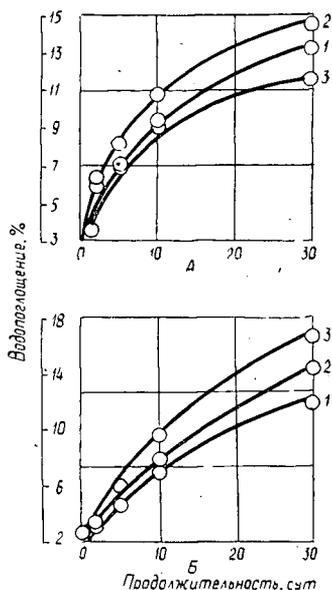


Рис. 6. Влияние продолжительности испытания на водопоглощение ПДМ при массовом содержании полимера 50% для сухого (А) и механо-термического (Б) способов совмещения. Обозначения те же, что на рис. 1.

свидетельство отсутствия блокировки гидрофильных ОН-групп компонентов древесины гидрофобными радикалами (рис. 6). Повышение водостойкости ПДМ с увеличением количества полимера в композиции можно объяснить тем, что пленка ПС образует механический барьер, препятствующий проникновению воды в поровые пространства древесины, причем эффект такой защиты тем больше, чем равномернее и глубже полимер распределяется на поверхности частичек наполнителя.

Механо-термический способ позволяет получать ПДМ с более высокими показателями водостойкости из-за более равномерного распределения на наполнителе и более глубокого проникновения ПС в древесину.

Этот вывод подтверждается данными исчерпывающей экстракции толуолом.

Из ПДМ, полученного сухим смешением, выделен весь ПС, в то время как разница между количеством введенного ПС в композицию и выделенного из ПДМ, получаемого механо-термическим способом, составляет 4%. Кроме того, в древесине при нагревании и наличии влаги происходят термогидролитические превращения компонентов с образованием и накоплением более гидрофобных веществ [9].

Таким образом, нами установлено, что совмещением мелких древесных отходов с производственными отходами полистирола можно получить ПДМ и переработать его в цельнопрессованные изделия. ПДМ, в зависимости от способа изготовления и вида полимерных отходов при

массовом содержании последних 50%, имеет следующие физико-механические свойства:

| | |
|---|-----------------------------|
| Плотность | 1110—1220 кг/м ³ |
| Предел прочности при статическом изгибе | 25—68 МПа |
| Водопоглощение за 24 ч | 2,1—4,2% |
| Удельная ударная вязкость | 1,9—4,8 кДж/м ² |
| Истираемость | 0,47—0,64 кг/м ² |
| Теплостойкость по Вика | 121—178°C |
| Твердость по Бринеллю | 1,04—1,62 МПа |

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Андрейцев Д. Ф. Эффективность использования вторичных пластмасс. «Пластические массы», 1975, № 6, с. 50—53. [2]. Вихрева В. Н., Наткина Л. Н., Солечник Н. Я. Водостойкие полимерные композиции с древесным наполнителем. — ТЭИ НИИПМа, вып. 7, 1970, с. 3—7. [3]. Гамова И. А. и др. Получение полимердревесного материала из измельченной древесины и радиационно привитого полимера. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 3, с. 113—126. [4]. Изготовление полимерного материала, содержащего древесные частицы. Франц. патент № 1575752. 1969, НКИ В 29. [5]. Мартинович Ф. С., Вахранев Г. С. Легкие плиты из мелких отходов древесины и пенополистирола. — В сб.: Механическая технология древесины, вып. 3. Минск, «Высшая школа», 1973, с. 64—69. [6]. Плиты из связанных термопластами частиц. Брит. патент № 4461. 1974, НКИ В 5А. [7]. Полимеры и экологические проблемы. — Polymers and Ecological Problems. Материалы симпозиума. New-York—London, 1972, 28—29 авг. [8]. Ревяко М. М. и др. Свойства композиционных древесных пластиков на основе полиэтилена. — В сб.: Механическая технология древесины, вып. 3. Минск, «Высшая школа», 1973, с. 140—145. [9]. Химия древесины. Т. 2. Под ред. Л. Уайза и Э. Джан. М., Гослесбумиздат, 1960, с. 54—55. [10]. Эффективность регенерации и вторичного использования полимерных материалов. Обзор. М., «Химия», 1968.

Поступила 23 августа 1978 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.16.036.2 : 676.1.022.131

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ
НАТРОННО-КИСЛОРОДНОЙ ВАРКИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ
ИЗЛОМУ ЛИСТВЕННИЧНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Б. Е. ФОМИН, И. Е. АРАКИН, Р. З. ПЕН

Сибирский технологический институт, ВНПОбумпром

Приведены результаты исследований по оптимизации процесса натронно-кислородной варки древесины лиственницы с использованием в качестве параметра оптимизации показателя сопротивления целлюлозы излому.

В наших предыдущих работах [1—3] найдены условия, позволяющие получать при двухступенчатой натронно-кислородной варке древесины лиственницы целлюлозу, обладающую достаточно высокими показателями механической прочности, за исключением сопротивления излому. Этот показатель, а также повышенное содержание остаточного лигнина в целлюлозе несколько ограничивают возможности применения ее в качестве полуфабриката бумажного производства.

Поэтому важное значение приобретает получение натронно-кислородным способом целлюлозы с высоким сопротивлением излому и с содержанием остаточного лигнина, соответствующим целлюлозам средней жесткости.

В предыдущих опытах в качестве щелочного реагента на второй (кислородной) ступени применяли кальцинированную соду и едкий натр. Результаты экспериментов [1—4] позволяют сделать вывод о предпочтительном использовании едкого натра в рассматриваемом способе варки.

Из работы [2] можно видеть характер изменения содержания лигнина в целлюлозе y_5 (%) и сопротивления излому y_9 (число двойных перегибов) в зависимости от изменения каждого из шести переменных факторов варки. Наиболее благоприятное воздействие на эти параметры оказывают увеличение глубины провара в первой ступени и большая продолжительность варки при максимальной температуре во второй ступени.

В подтверждение этого на ЭВМ были рассчитаны условия варки, позволяющие получать лиственничную целлюлозу с наибольшим значением сопротивления излому.

Полученные результаты показывают необходимость более глубокого провара щепы на натронной ступени и увеличения продолжительности кислородной обработки для повышения показателя сопротивления излому.

С целью получения математической модели и использования ее для оптимизации процесса варки по показателю сопротивления излому была спланирована и выполнена специальная серия опытов с варьированием двух переменных факторов варки: X_1 — выход массы после натронной ступени, %; X_3 — продолжительность варки с кислородом при конечной температуре, мин [1, 2].

Интервалы варьирования переменных X_1 и X_3 приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Уровень | Переменные факторы | |
|-----------------------|--------------------|-------------------|
| | $X_1, \%$ | $X_3, \text{мин}$ |
| Верхний X_{+1} | 57 | 76 |
| Основной 0 | 55 | 68 |
| Нижний X_{-1} | 53 | 60 |
| Интервал варьирования | 2 | 8 |

Значения остальных переменных факторов, рассчитанные на ЭВМ: X_2 — максимальная температура кислородной ступени варки 130°C ; X_4 — концентрация NaOH в растворе на кислородной ступени 0,60%; X_5 — гидромодуль 15:1; X_6 — начальное давление кислорода 1372 кПа.

Выходной параметр — показатель сопротивления излому y_9 (число двойных перегибов).

Матрица планирования и результаты экспериментов представлены в табл. 2 (варки № 1—4). Полученное уравнение регрессии имеет вид

$$y_9 = 862 - 43,8x_1 - 7,7x_3 + 30,3x_1x_3. \quad (1)$$

Величины коэффициентов регрессии показывают, что сопротивление излому при данном способе варки в более значительной степени зависит от глубины провара в первой ступени варки, чем от продолжительности второй ступени.

На рис. 1 приведены условия получения целлюлозы из древесины лиственницы с различными значениями сопротивления излому при не-

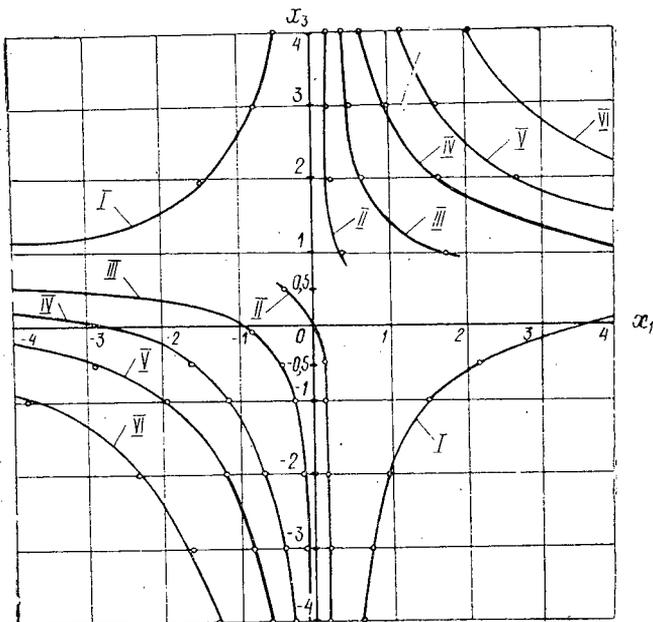


Рис. 1. Линии постоянных значений сопротивления излому $y_9 = \text{const}$.

I — $y_9 = 700$ дв. пер.; II — 862; III — 900; IV — 1000; V — 1100; VI — 1300 дв. пер.

Таблица 2

| Номер варки | Выход после первой ступени | | Продолжительность кислородной ступени | | рН щелоча | Выход, % к исходной древесине, | | | Содержание лигнина U_5 , % | Белизна U_7 , % | Разрывная длина U_8 , м | Сопротивление | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|--|-------------------------|------------------------------|
| | x_1 | x_1 , % | x_3 | x_3 мин | | целлюлозы U_2 | непривара U_3 | суммарный U_4 | | | | излому U_9 , число двойных перегибов | раздиранно U_{10} , Н | продавливанию U_{11} , кПа |
| 1 | - | 53 | + | 76 | 40,3 | 1,1 | 41,4 | 7,5 | 24,3 | 7000 | 828 | 1,09 | 280 | |
| 2 | - | 53 | + | 60 | 41,4 | 1,1 | 42,5 | 8,6 | 24,8 | 6440 | 984 | 1,12 | 260 | |
| 3 | + | 57 | + | 76 | 42,4 | 1,2 | 43,6 | 7,5 | 26,0 | 7420 | 881 | 1,04 | 300 | |
| 4 | + | 57 | + | 60 | 42,6 | 2,5 | 45,1 | 9,4 | 24,3 | 7050 | 756 | 1,02 | 290 | |
| 5 | - | 51 | 0 | 68 | 39,8 | 0,5 | 40,3 | 7,4 | 27,5 | 7040 | 1171 | 1,08 | 285 | |
| 6 | - | 49 | 0 | 68 | 40,2 | 0,1 | 40,3 | 6,5 | 25,0 | 7020 | 1083 | 1,26 | 280 | |
| 7 | - | 47 | 0 | 68 | 38,1 | <0,1 | 38,2 | 5,6 | 28,1 | 6610 | 1087 | 1,20 | 260 | |
| 8 (оптимальный режим) | - | 50 | 0 | 68 | 39,7 | 0,3 | 40,0 | 5,9 | 27,2 | 6620 | 1501 | 1,31 | 290 | |

которых сочетаниях переменных x_1 и x_3 (кодированные значения). Линии I—VI — линии равного сопротивления излому.

Для построения изолиний $y_9 = \text{const}$ уравнение (1) преобразовываем следующим образом:

$$x_1 = \frac{y_9 - 862 + 7,7x_3}{30,3x_3 - 43,8} \quad (2)$$

Придавая параметру y_9 очередное значения, указанные на рис. 1, и подставляя в уравнение (2) значения координаты x_3 , находим величину x_1 .

После реализации экспериментов по матрице планирования проведена оптимизация по параметру сопротивлению излому.

В табл. 2 показаны результаты контрольных варок (№ 5—7) при нахождении оптимума и результаты варки (№ 8) по найденному оптимальному режиму.

При содержании лигнина менее 6% целлюлоза обладает высокими показателями сопротивления излому и раздиранию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Фомин Б. Е., Аракин И. Е., Пен Р. З. Натронно-кислородная варка целлюлозы из лиственницы с применением кальцинированной соды на кислородной ступени. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 2, с. 132. [2]. Фомин Б. Е., Аракин И. Е., Пен Р. З. Натронно-кислородная варка целлюлозы из лиственницы с применением едкого натра на кислородной ступени. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 3, с. 101. [3]. Фомин Б. Е., Аракин И. Е., Пен Р. З. Целлюлоза из древесины лиственницы. Оптимизация натронно-кислородной варки. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 5. [4]. Фомин Б. Е., Никулина И. П. Исследование состава газовой фазы в процессе натронно-кислородной варки лиственницы. — «Целлюлоза, бумага и картон», Реф. информ. 1977, № 25, с. 9.

УДК 634.0.813.14

О ДЕГРАДАЦИИ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ, ПЕРЕШЕДШИХ В ЩЕЛОК ПРИ МОНОСУЛЬФИТНОЙ ВАРКЕ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Е. В. НОВОЖИЛОВ, Б. Д. БОГОМОЛОВ, Ю. Г. ХАБАРОВ

Архангельский лесотехнический институт

Изучена степень распада гемицеллюлоз, перешедших в щелок при моносультитной варке полуцеллюлозы высокого выхода. Установлено, что в отработанных щелоках присутствуют в значительном количестве гемицеллюлозы, степень полимеризации которых около 100.

Условия получения моносультитной полуцеллюлозы из лиственной древесины приводят к образованию щелоков с особыми физическими свойствами. Вязкость этих щелоков выше вязкости сульфитных и сульфатных щелоков даже при содержании сухих веществ ниже 30%. Это объясняется присутствием в моносультитном щелоке полисахаридов и лигносульфонатов с высокой степенью полимеризации. (СП) [1].

Рядом авторов [2, 6, 7] установлено, что к концу моносультитной варки в щелок переходят 30—50% гемицеллюлоз от их содержания в древесине. Данные относительно распада гемицеллюлоз, растворенных во время варки полуцеллюлозы, довольно противоречивы. Ли [11] показал, что СП гемицеллюлоз в щелоке от моносультитной варки осины равнялась 100—123. Квик [12], также изучавший моносультитную варку осинового древесины, обнаружил, что гемицеллюлозы, выделенные из проб щелока, взятых по ходу варки и в конце ее, имели СП, равную 9—30. Приведены и более низкие значения СП растворенных полисахаридов: от 2 [6] до 5 [3].

Цель нашего исследования — определение степени деградации гемицеллюлоз, содержащихся в моносультитном щелоке после варки полуцеллюлозы.

Гемицеллюлозы выделяли из производственных щелоков Архангельского и Котласского ЦБК, а также из щелоков лабораторных варок. На Архангельском ЦБК отбирали пробу регенерируемого щелока, в состав которого входили щелока, отжатый

Таблица 1

| Показатели | Численные значения показателей для варок | | | |
|---|--|-------------------|--------------|------|
| | производственных | | лабораторных | |
| | Котласский ЦБК | Архангельский ЦБК | I | II |
| Температура варки, °С | 180—185 | 170—175 | 180 | 180 |
| Продолжительность нагрева до температуры варки, мин | 6 | 6 | 10 | 10 |
| Длительность варки, мин | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Гидро модуль | 2,0—2,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Расход химикатов (ед. Na ₂ O) моносультит натрия и сода, % | 3,0 | 5,6—7,2 | 5,0 | 3,0 |
| черный щелок по общей щелоки, % | 1,5 | — | — | 2,0 |
| Выход полуцеллюлозы, % | 82 | 75 | 76,1 | 80,3 |

на прессе и с вакуум-промывной установки. Пробы щелока на Котласском ЦБК взяты с пресса и промывной установки раздельно.

Условия и режимы варок представлены в табл. 1. Сырьем для получения моносульфитной полуцеллюлозы служила листовая, в основном, березовая древесина с примесью хвойных пород до 10%.

Лабораторные варки березовой щепы, приготовленной вручную, проводили в глицириновой бане в автоклавах из нержавеющей стали емкостью 0,6 л. Баню предварительно разогревали до температуры варки. Для анализа отбирали только свободно стекающий щелок, составлявший около 60% от объема всего щелока.

Гемицеллюлозы выделяли следующим образом [9]. 50 мл щелока обрабатывали катионитом для удаления ионов натрия. Катионит отделяли путем фильтрации и промывали водой, содержащей 0,5 г/л NaCl. Промывную воду снова обрабатывали катионитом и присоединяли к фильтрату. К полученному раствору добавляли четырехкратный объем этанола и NH₄Cl до концентрации 1 г/л. Гемицеллюлозы отделяли центрифугированием, растворяли в небольшом количестве воды и осаждали этанолом, как описано выше. Выделенные гемицеллюлозы промывали этанолом, эфиром и сушили в вакууме до постоянного веса.

Делигнификацию гемицеллюлоз производили двуокисью хлора в ацетатном буфере при pH = 4,0 в течение 48 ч при температуре 20°C [10]. Избыток ClO₂ отдували азотом. Гемицеллюлозы из раствора выделяли, как описано ранее, исключая обработку катионитом. СП гемицеллюлоз определяли по значениям их характеристической вязкости в растворе кадоксен — вода в соотношении 1:1. Вязкость измеряли при 26 ± 0,03°C на капиллярном вискозиметре, устройство которого позволяло разбавлять раствор гемицеллюлоз до различных концентраций непосредственно в самом приборе [8]. СП гемицеллюлоз рассчитывали по формуле.

$$[\eta] = 9,2 \cdot 10^{-3} \cdot (\text{СП})^{0,84},$$

где $[\eta]$ — характеристическая вязкость раствора гемицеллюлоз, мл/г;
СП — степень полимеризации гемицеллюлоз.

Результаты анализа отработанных моносульфитных щелоков и выделенных из них гемицеллюлоз приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Показатели | Численные значения показателей для щелоков | | | | |
|---|--|--------------|---------------------------|---|---|
| | производственных | | | лабораторных | |
| | на регенерацию | после пресса | после промывной установки | после варки с моносульфитом натрия и бикарбонатом | после варки с моносульфитом натрия и черным щелоком |
| | | | | | |
| pH щелока | 5,30 | 7,63 | 6,85 | 4,88 | 5,30 |
| Плотность, г/см ³ | 1,039 | 1,045 | 1,028 | 1,035 | 1,037 |
| Содержание сухого остатка, % | 8,88 | 9,79 | 5,69 | 6,21 | 7,29 |
| Органические вещества, % от сухого остатка | 75,1 | 65,9 | 59,8 | 56,9 | 58,7 |
| Концентрация гемицеллюлоз, г/л | 16,20 | 16,31 | 6,77 | 9,92 | 7,52 |
| Количество гемицеллюлоз, % от сухого остатка щелока | 17,5 | 15,9 | 11,6 | 16,0 | 10,4 |
| от органических веществ щелока | 23,3 | 24,2 | 19,4 | 28,1 | 19,4 |
| от древесины | 4,86 | 2,65 | —3,10 | 2,46* | 1,83* |
| от абс. сухой полуцеллюлозы | 6,48 | 3,24 | —3,78 | 3,23* | 2,28* |
| Выход гемицеллюлоз после делигнификации, % | 87,0 | 86,9 | 87,8 | 97,7 | 97,4 |
| Степень полимеризации гемицеллюлоз | 103 | 94 | 80 | 86 | 88 |

Примечание. Все расчеты выполнены для делигнифицированных гемицеллюлоз. Звездочкой отмечены данные для свободно стекающего щелока.

Нами исследованы гемицеллюлозы, выделенные из щелоков после варки полуцеллюлозы с двумя различными варочными растворами. На

Архангельском ЦБК варку вели по обычному режиму с раствором моносulfита натрия, забуференным бикарбонатом. На Котласском ЦБК использовали способ получения полуцеллюлозы, при котором в качестве буфера применяли черный сульфатный щелок [5]. Сульфатный лигнин, присутствующий в черном щелоке, служил ингибитором процессов деструкции углеводной части древесины в процессе делигнификации. Это приводит к увеличению выхода полуцеллюлозы при сохранении ее высоких механических показателей.

При всех изученных режимах варки отработанные щелока содержали значительное количество гемицеллюлоз. Выделенные гемицеллюлозы представляли собой порошки от светло- до темно-коричневого цвета, так как в них присутствовало некоторое количество лигнина. Гемицеллюлозы лабораторных варок были полностью делигнифицированы с выходом 97,4—97,7% от выделенного количества. У гемицеллюлоз производственных щелоков потери при обработке SiO_2 были больше. Тем не менее полностью удалить лигнин из осажденных гемицеллюлоз не удалось. Это, по-видимому, связано с тем, что при лабораторных варках отбирали только свободно стекающий щелок и полуцеллюлозу не подвергали горячему размолу. При горячем размоле в щелок могло перейти дополнительное количество гемицеллюлоз, содержащих лигнин.

Делигнифицированные гемицеллюлозы составили 19,4—28,1% от органической части сухого остатка щелоков. Содержание в щелоках органических веществ зависит от выхода полуцеллюлозы и, чем он выше, тем меньше органических веществ древесины переходит в раствор. Как видно из данных табл. 2, наибольшее количество гемицеллюлоз (4,86% от древесины или 6,48% от абс. сухой полуцеллюлозы) было получено из производственного щелока Архангельского ЦБК. Щелока после варки древесины березы с моносulfитом и черным щелоком содержали меньше гемицеллюлоз, чем обычные моносulfитные щелока, так как выход полуцеллюлозы, полученной по режиму Котласского ЦБК, больше. Расчет количества гемицеллюлоз, приходящихся на 1 т древесины и полуцеллюлозы, проводили с учетом объема щелока, поступающего на регенерацию, и концентрации гемицеллюлоз в растворе.

СП выделенных гемицеллюлоз равнялась 80—103. Известно, что для 4-0-метилглюкуроноксилана березы средняя СП = $180 \div 240$ [8]. Относительно низкая СП гемицеллюлоз, находящихся в щелоках, объясняется, во-первых, тем, что при варке в первую очередь растворяются полисахариды с меньшей молекулярной массой, и, во-вторых, частичным распадом гемицеллюлоз в процессе варки.

Из данных табл. 2 видно, что СП гемицеллюлоз, выделенных из щелоков Котласского ЦБК, оказалась равной 94 и 80 соответственно для щелока с пресса и с промывной установки. Судя по значениям рН, это щелока различных варок. Кроме того, СП гемицеллюлоз, содержащихся в щелоке с промывной установки, могла уменьшиться вследствие того, что этот щелок до поступления на вакуум-фильтр некоторое время находился в горячем состоянии. Из литературных данных известно [4], что водно-тепловая обработка глюкуроноксилана приводит к его деполимеризации. Возможно также, что щелока, отжимаемые на прессе и отмываемые на вакуум-фильтре, имеют различный состав.

Гемицеллюлозы, выделенные из щелоков лабораторных варок, несмотря на различный состав варочного раствора, при одинаковом расходе химикатов имели равную СП.

Лучше всего полисахариды сохранились в щелоке Архангельского ЦБК. Это связано, по-видимому, не только с большим растворением

органических веществ древесины, а также и с тем, что температура варки на АЦБК ниже.

При получении моносльфитной полуцеллюлозы сохранению растворенных в щелоках гемицеллюлоз во многом способствует короткое время варки. Повышение температуры и увеличение продолжительности обработки вызывает разрушение гемицеллюлоз. Нагревание моносльфитного щелока Архангельского ЦБК при 200°C в течение 1 ч привело, вероятно, к их полному распаду. При этом вязкость обработанного щелока составила только 60% от вязкости исходного щелока.

Таким образом, при получении моносльфитной полуцеллюлозы в щелоке до конца варки сохраняются в значительном количестве гемицеллюлозы, имеющие высокую СП.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волков А. Д., Григорьев Г. П. Физические свойства щелоков целлюлозного производства. М., «Лесная промышленность», 1970, с. 57—59. [2]. Громов В. С. Сравнительное изучение интенсивности растворения лигнина и углеводов березовой древесины при различных методах варки. — «Химия древесины», 1968, № 2, с. 47—59. [3]. Игнатьева О. И., Сапотницкий С. А. Щелока моносльфитных варок — источник получения кормового белка. — «Бумажная промышленность», 1974, № 11, с. 14—15. [4]. Клевинская В. Я., Каткевич Р. Г., Громов В. С. Исследование полидисперсности глюкуронооксила и влияние степени полимеризации его на сорбцию целлюлозой. — «Химия древесины», 1974, № 1, с. 18—25. [5]. Крюков В. М. и др. Способ получения волокнистого целлюлозного полуфабриката. Авт. св. № 432256. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, № 22. [6]. Ласкеев П. Х. Производство древесной массы. М., «Лесная промышленность», 1967, с. 500—502. [7]. Прокшин Г. Ф. и др. Изменение содержания легкогидролизуемых углеводов в нейтрально-сульфитной полуцеллюлозе высокого выхода в процессе варки. — «Химия древесины», 1974, № 2, с. 44—47. [8]. Шарков В. И. Куйбина Н. И. Химия гемицеллюлоз. М., «Лесная промышленность», 1972, с. 215. [9]. Eriksson E., Samuelson O. Isolation of Hemicellulose from Sulphite Cooking Liquors. Part 1. — «Svensk Papperstidning», 1962, a. 65, N 16, s. 600—605. [10]. Eriksson E., Samuelson O. Isolation of Hemicellulose from Sulphite Cooking Liquors. Part 2. — «Svensk Papperstidning», 1963, a. 66, N 10, s. 407—411. [11]. Lea D. An Orienting Study of the Effect of the Neutral Sulphite Semichemical Cook on the Hemicellulose of Aspenwood. — «TAPPI», 1954, vol. 37, N 9, p. 393—399. [12]. Quick R. A. Study of the Hemicellulose Removed During a Neutral Sulphite Semichemical Cook of Aspenwood. — «TAPPI», 1956, vol. 39, N 6, p. 357—366.

Поступила 3 ноября 1978 г.

УДК 668.473.001.5

ПОЛУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ОКИСЛЕНИЕМ ТАЛЛОВОГО МАСЛА ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА

Н. В. ТЕРЕГЕРЯ, Ф. А. МЕДНИКОВ, В. В. ТЕРЕГЕРЯ, В. А. ВЫРОДОВ

Владимирский политехнический институт
Ленинградская лесотехническая академия

Подобран оптимальный режим получения смазочных материалов на основе гидроксированного таллового масла. Проведены производственные испытания, показавшие преимущество смазки на основе гидроксированного таллового масла по сравнению с заводской смазкой.

В работах [2, 3] авторами установлено, что смазочные свойства таллового масла низки, повышаются они с уменьшением непереносимости и увеличением функциональных групп.

Весьма актуален вопрос получения поверхностно-активных веществ (ПАВ) на основе реакции гидроксирования таллового масла перекисью водорода. Известно гидроксирование концентрированной перекисью водорода ненасыщенных монокарбоновых кислот в присутствии катализаторов — окислов металлов [6, 8], органических кислот [7]. В работе [4] показана возможность получения диоксистеариновой кислоты гидроксированием олеиновой кислоты концентрированной перекисью водорода в растворителе.

Нами изучено влияние времени гидроксирования и молярного соотношения таллового масла и 20%-ной перекиси водорода в растворе ацетона без применения катализаторов на скорость гидроксирования с целью выявления оптимальных режимов получения эффективных смазочных материалов для металлообработки. Опыты проводили на лабораторной установке в стеклянной колбе емкостью 0,5 л, снабженной обратным холодильником, контактным термометром и нагревательным прибором. Температура гидроксирования 353 К, время реакции 2—6 ч, содержание растворителя 50%. Физико-химический состав таллового масла: жирных кислот 49,4%; смоляных 39,8%; нейтральных веществ 10,8%: йодное число 160; гидроксильное 25.

Установлено, что процесс гидроксирования таллового масла без катализаторов в растворителе протекает через стадию образования перекисных и гидроперекисных соединений (рис. 1). Из рис. 1 видно, что кинетическая кривая перекисного числа в течение 2 ч протекания процесса интенсивно растет, от 2 до 4 ч — снижается, после 4 ч остается почти постоянной. При различном соотношении реагирующих компонентов (кривая 2) перекисное число повышается до соотношения таллового масла и перекиси водорода 1:0,6. Увеличение соотношения реагирующих компонентов до 1:1,5 приводит к незначительному изменению перекисного числа.

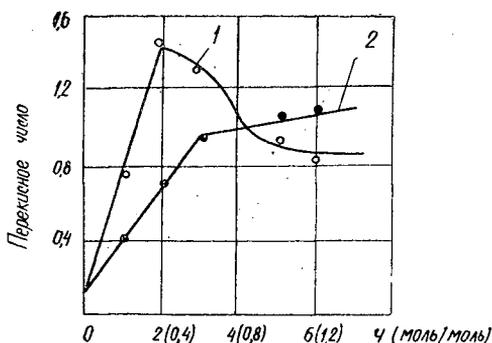


Рис. 1. Зависимость перекисного числа от длительности окисления (1) и количества окислителя (2).

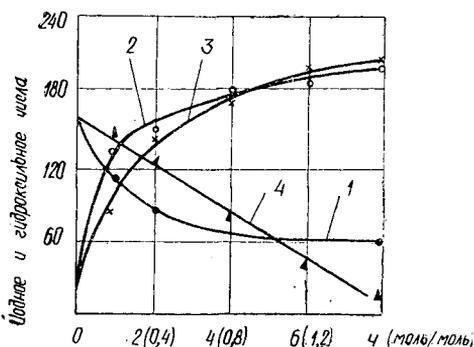


Рис. 2. Зависимость йодного (1, 3) и гидроксильного (2, 4) чисел таллового масла от длительности окисления и количества окислителя.

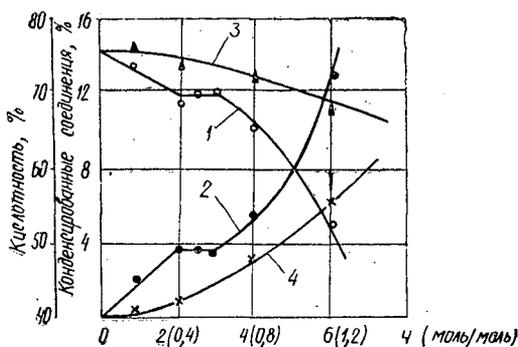
Следовательно, скорость образования и распад перекисных и гидроперекисных соединений зависят от длительности гидроксирования и соотношения реагирующих компонентов. В начальный период процесса, а также в присутствии небольших количеств перекиси водорода скорость образования перекисных соединений возрастает. В случаях увеличения продолжительности и количества окислителя процесс

идет с образованием вторичных продуктов окисления, что сказывается на уменьшении скорости образования перекисных соединений и повышении скорости их распада.

Изменение йодного и гидроксильного чисел таллового масла в зависимости от длительности гидроксирования и соотношений реагирующих компонентов показано на рис. 2, из которого видно, что за 2 ч ведения процесса йодное число (кривая 1) уменьшается от 162 до 90, а гидроксильное (кривая 2) возрастает от 25 до 152. Увеличение продолжительности гидроксирования до 6 ч приводит к незначительному понижению йодного числа, а гидроксильное число при этом возрастает более интенсивно. Это подтверждает предположение, что при гидроксировании происходит распад гидроперекисей с образованием как моно-, так и диоксикарбоновых кислот. При различном соотношении реагирующих компонентов йодное число (кривая 3) уменьшается с увеличением гидроксимирующего агента. Гидроксильное число (кривая 4) достигает наибольшей величины при соотношении таллового масла и перекиси 1:0,6. Увеличение мольного соотношения реагирующих компонентов не приводит к значительному повышению гидроксильного числа.

При исследовании процесса окисления таллового масла перекисью водорода нами обнаружены конденсированные соединения (лакто-

Рис. 3. Зависимость содержания конденсированных соединений (2, 4) и кислотности (1, 3) таллового масла от длительности окисления и количества окислителя.



ны, лактиды), которые образуются за счет конденсации карбоксильных и гидроксильных групп. В процессе омыления они разрушаются с переходом в оксикислоты.

Кинетические кривые образования конденсированных соединений при изменении кислотности приведены на рис. 3 (кривые 1, 2). За первые 2 ч реакции кислотность прямолинейно уменьшается, а количество конденсированных соединений повышается. При увеличении продолжительности синтеза от 2 до 3 ч кривые не изменяются, а при ведении реакции от 3 до 6 ч вновь возрастает количество конденсированных соединений и понижается кислотность.

Результаты анализов кислотности и конденсированных соединений процесса гидроксирования таллового масла в зависимости от количества окисляющего агента (рис. 3, кривые 3, 4) показали, что конденсированные соединения непрерывно возрастают, а кислотность уменьшается, и характер кривых не соответствует кинетическим.

На основании исследований определен оптимальный режим ведения процесса гидроксирования таллового масла с целью получения эффективных смазочных материалов для использования при «сухом»

волочении медных и латунных труб. Синтез целесообразнее вести с соотношением реагирующих компонентов 1 : 0,6 в течение 3 ч при температуре процесса 343—353 К.

По отработанной технологии нами получена в лабораторных условиях партия ПАВ на основе продуктов гидроксилирования таллового масла.

Состав и физико-химические показатели ПАВ: гидроксильное число 160; йодное число 82,3; содержание конденсированных соединений 3,5%.

Испытания лабораторной партии ПАВ при волочении медных и латунных труб выявили преимущества ПАВ по сравнению с талловым маслом и заводскими смазками. Эти ПАВ обладают такими структурно-механическими свойствами, при которых сопротивление сдвигу в пленке соответствует сопротивлению сдвигу в объеме молекул. Молекулы оксикарбоновых кислот C_{16} — C_{18} как поверхностно-активных веществ связаны между собой достаточно прочно, а пленка, которую они образуют на поверхности металла, не разрывается даже при больших усилиях в момент деформации при обработке металлов.

Прочность связи между молекулой кислоты и металлом объясняется содержанием гидрофильной и гидрофобной групп.

Благодаря значительному межмолекулярному взаимодействию, силы сцепления в гидрофильных группах зависят от полярных групп (COOH, OH и др.), а в гидрофобной части молекул обусловлены слабыми Ван-дер-Ваальсовыми силами. Из-за большого числа CH_2 -групп суммарная энергия связей между молекулами кислот довольно большая. Из работы [1] известно, что в молекулах мыла с числом углеродных атомов 18 энергия связи состоит из $1/3$ энергии связи по карбоксильным группам и $2/3$ энергии связи по гидрофобным группам.

Молекулы ПАВ не только адсорбируются на поверхности металла, но и проникают в дефектные области его кристаллической структуры, изменяют подвижность этих дефектов. Образуется развитая свободная поверхность, что приводит к своеобразному размягчению поверхностного слоя и облегчает пластическую деформацию металла [5].

Для проведения широких производственных испытаний партию ПАВ получали на укрупненной установке. Смазку готовили растворением ПАВ в горячей воде (343—353 К) с добавлением при перемешивании едкого натра в виде 5%-ной эмульсии, $pH = 7,2 \div 7,4$.

Таблица 1

| Смазка | Количество смазываний | Средняя потребляемая мощность при волочении, кВт | |
|--------------------|-----------------------|--|---------------|
| | | Первый проход | Второй проход |
| Трубы латунные Л63 | | | |
| ГТМ | 1 | 55,0 | 61,8 |
| Заводская | 2 | 65,2 | 71,6 |
| Трубы медные МЗР | | | |
| ГТМ | 1 | 50,2 | 56,0 |
| Заводская | 2 | 57,2 | 59,2 |

Сравнительные данные испытаний смазки ГТМ (водной эмульсии гидроксилированного таллового масла) и заводской (на основе хо-

зайственного мыла и олеиновой кислоты) показали (табл. 1), что по усилиям волочения синтезированные нами ПАВ значительно превосходят заводскую смазку, что позволяет при однократном нанесении смазки вести двух- и трехкратное волочение, уменьшает расход инструмента и смазочного материала на 1 т готовой продукции.

ПАВ на основе гидроксильированного таллового масла в несколько раз дешевле заводской смазки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Равич Г. Б., Цуринов Г. Г. Фазовая структура триглицеридов. М., Изд-во АН СССР, 1952. [2]. Терегеря Н. В., Медников Ф. А., Гундобин Н. В. Исследование смазочных свойств жирнокислотных фракций таллового масла в зависимости от их состава. — В кн.: Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Горький, Волго-Вятское кн. изд-во, 1970, с. 432—445. [3]. Терегеря Н. В. и др. Исследование процесса сульфатирования и гидратации таллового масла. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 1, с. 119—123. [4]. Тютюнников Б. Н. Химия жиров. М., Пищепромиздат, 1966. [5]. Физико-химические закономерности действия смазок при обработке металлов давлением. М., Изд-во АН СССР, 1960. [6]. Mugdan M., Young D. J. Chem. Soc. 2988, 1949. [7]. Swern D. Oxygenated Fatty Acids, Progress in chem. of Fette and other Lipids. N. I. 3, 1958. [8]. Treibs W., Franke G., Reichsenring G., Röder H. Chem. Ber., 86, 616, 1953.

Поступила 24 июля 1978 г.

УДК 546.13 : 543.257.1

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВУОКСИ ХЛОРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРАХ

В. Г. КРУНЧАК, А. М. ПИСАРЕВСКИЙ, И. П. ПОЛОЗОВА, И. М. БОХОВКИН,
К. Г. БОГОЛИЦЫН, В. Е. РОМАНЕНКО, Б. С. ТЕРЕХИН, Е. П. ФЕСЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Электрохимическими методами исследованы чистые окислительно-восстановительные системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ и Cl_2/Cl^- и производственные растворы Байкальского ЦЗ и Сыктывкарского ЛПК.

Двуокись хлора как отбеливающий агент находит все большее применение в отечественной целлюлозно-бумажной промышленности. Широко используются методы получения двуокиси хлора [3, 13], основанные на восстановлении хлоратов сернистым ангидридом и хлоридами. Примесями при этом являются молекулярный хлор, хлорноватистая кислота, ионы хлорида, хлорита и сульфата. В литературе [3, 6, 8, 13, 15, 19] описан ряд методов количественного определения двуокиси хлора и других соединений при совместном присутствии. Однако эти методы, в основном, титриметрические многоступенчатые дискретные и часто не обеспечивают нужную селективность к двуокиси хлора.

Для аналитических целей и целей управления процессом фирма «Раума-Репола» разработала прибор для контроля ClO_2 «Полярокс». Прибор основан на электрохимическом методе измерения — электролизе — при контролируемом потенциале. По данным лаборатории фирмы «Раума-Репола», этот способ позволяет селективно измерять содержание ClO_2 при изменении потенциала от +400 до —600 мВ для растворов, имеющих строго фиксированные значения pH, равные 2,0 или 5—6. При этом верхний предел измеряемой концентрации не должен превышать 1,0 г/л. Экспериментальные данные показали, что ионы

Cl^- и H^+ влияют на величину тока и, следовательно, на определяемую концентрацию ClO_2 .

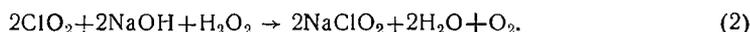
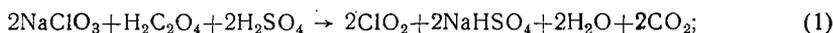
Известен способ измерения концентрации двуокиси хлора, основанный на потенциометрическом методе измерения ЭДС электродной парой платиновый электрод — электрод сравнения [11]. В работе [4] показано, что на потенциал платинового электрода сильное влияние оказывает молекулярный хлор или хлорноватистая кислота. Оценивая данные работы [11], можно заключить, что погрешность измерения содержания ClO_2 может достигать 100% при наличии Cl_2 , HClO или ClO^- в качестве примесей технологических растворов двуокиси хлора.

Селективность оксидометрии в многокомпонентных окислительно-восстановительных системах связана с концентрацией и значениями тока обмена конкурирующих систем. Ток обмена можно изменить путем подбора материала электрода с учетом его взаимодействия с исследуемым раствором.

Задача настоящей работы — разработка оксидометрического метода определения двуокиси хлора в технологических растворах в присутствии молекулярного хлора, хлорноватистой кислоты и хлорит-иона.

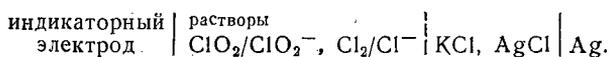
Вначале исследовали чистые окислительно-восстановительные системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ и Cl_2/Cl^- , затем полученные результаты проверяли на производственных растворах Байкальского ЦЗ и Сыктывкарского ЛПК.

Чистые растворы двуокиси хлора и хлорита получали по реакциям



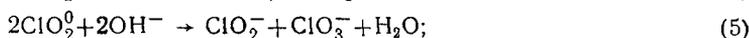
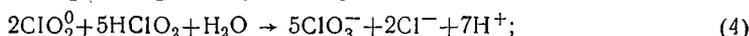
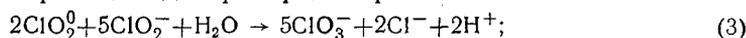
Избыток перекиси водорода удалялся кипячением растворов в течение 5 мин в присутствии черных платиновых электродов в качестве катализаторов. Смеси растворов $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ готовили из их чистых растворов, которые подвергали йодометрическому анализу в кислой среде с последующим оттитровыванием выделившегося йода раствором тиосульфата натрия. Смесь этих растворов анализировали по методике Флиса и Быняевой [15].

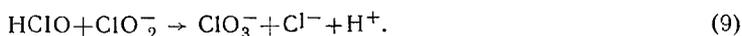
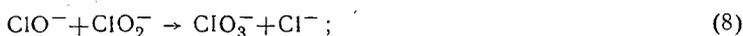
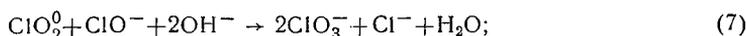
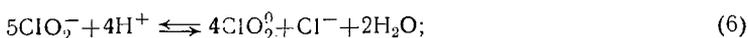
Промышленные растворы двуокиси хлора получали по способу Метисона [2, 14, 21], ЛТИ ЦБП [3] и Рэпсона [23]. В качестве измерительных оксидометрических электродов использовали электроды из платины и золота, а также стеклянные полупроводниковые типа ЭО-01 и ЭО-021. Для измерений составляли гальванический элемент



Измерения проводили на потенциометрической установке, собранной по компенсационной схеме. В качестве нуль-индикатора использовали рН-метр ЛПУ-01. Поляризационные кривые для стеклянных электродов снимали в системах $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6/\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ и Cl_2/Cl^- на установке, описанной в работе [22].

Двуокись хлора — сильный окислитель. Стандартный окислительный потенциал системы $\text{ClO}_2/\text{Cl}_2^-$, рассчитанный из значений свободных энергий, равен +0,927 В (н. в. э.) [7]. Окислительный потенциал системы ClO_2/Cl^- равен +0,76 В, что свидетельствует о меньшей окислительной способности хлорита. Высокая окислительная способность двуокиси хлора и хлорит-иона обуславливает легкость вступления их с заметной скоростью в различные окислительно-восстановительные взаимодействия и реакции диспропорционирования





Приведенный неполный перечень окислительно-восстановительных реакций двуокиси хлора и хлорит-иона свидетельствует о сложности состава их растворов. Для потенциометрических измерений важное значение имеет большая скорость электронного обмена в системе $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ обнаруженная методом радиоактивных индикаторов [20]; причем эта скорость существенно больше в сравнении с другими хлорсодержащими соединениями. Данный факт позволяет предполагать обратимость этой системы на индифферентном электроде. Экспериментально обратимость была обнаружена на платиновых и золотых электродах [12, 16, 17, 22]. Стандартные окислительные потенциалы системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$, рассчитанные из экспериментальных данных, равнялись +0,934; +0,940; +0,950 В (н. в. э.). Однако термодинамическая обратимость этой системы, по данным авторов, соблюдалась только в диапазоне $\text{pH} = 4,5 \div 7,5$.

На рис. 1 представлены полученные нами зависимости окислительного потенциала пластинчатых платинового (1) и золотого (2) электродов и стеклянных редоксметрических электродов ЭО-01 и ЭО-021 (3) от pH в растворах смеси двуокиси хлора и хлорит-иона. Из рис. 1 видно, что на всех исследованных электродах реализуется обратимость электродного процесса $\text{ClO}_2 + \bar{e} \rightleftharpoons \text{ClO}_2^-$ в широкой области $\text{pH} = 2,5 \div 11,5$ и измеряемый потенциал подчиняется уравнению Нернста

$$\varphi = \varphi_0 + 0,059 \lg \frac{a_{\text{ClO}_2}}{a_{\text{ClO}_2^-}}. \quad (10)$$

Рассчитанные значения φ_0 равны $+0,924 \pm 0,005$ В (н. в. э.), что наиболее близко соответствует приведенному выше значению φ_0 , определенному из термодинамических данных. За пределами $\text{pH} = 2,5 \div 11,5$ потенциал всех электродов изменяется в зависимости от pH , начиная со значений pH , меньших 4,0, в случае избытка хлорит-иона (кривая II на рис. 1) и со значений pH , больших 10,7, в случае избытка двуокиси хлора при некотором увеличении времени измерения. Однако и в диапазонах существования зависимости $\varphi = f(\text{pH})$ значения потенциалов всех исследованных электродов совпадают друг с другом независимо от материала поверхности. Последнее указывает на сохранение термодинамической обратимости электродного процесса, а изменение потенциала от pH следует отнести к изменению отношения концентраций двуокиси хлора и хлорит-иона за счет протекания окис-

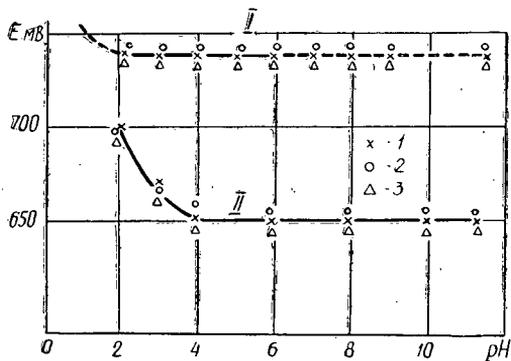


Рис. 1.

$$I - C_{\text{ClO}_2} / C_{\text{ClO}_2^-} = 4,45; \quad II - C_{\text{ClO}_2} / C_{\text{ClO}_2^-} = 0,17.$$

лительно-восстановительных реакций ClO_2 и ClO_2^- , например реакций (5) и (6).

Определенный нами интервал рН растворов $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ с обратимостью электродного процесса значительно шире интервала, приведенного в работах [12, 16, 17, 22], где на получение каждого значения потенциала затрачивалось несколько часов, а иногда и несколько суток. Как указывалось, реакции саморазложения ClO_2 и хлорита протекают с заметной скоростью и катализируются ионами H^+ и OH^-

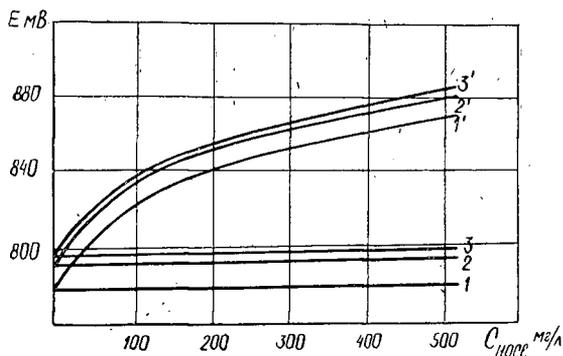
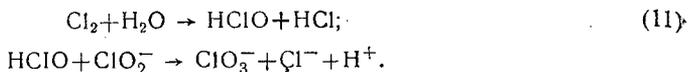


Рис. 2.

- 1 и 1' - $C_{\text{ClO}_2}/C_{\text{ClO}_2^-} = 0,40/0,018$ при $\text{pH}_0 = 4,5$;
 2 и 2' - $C_{\text{ClO}_2}/C_{\text{ClO}_2^-} = 1,20/0,05$ при $\text{pH}_0 = 5,0$;
 3 и 3' - $C_{\text{ClO}_2}/C_{\text{ClO}_2^-} = 0,68/0,26$ при $\text{pH}_0 = 6,0$
 (концентрации, г/л).

Поэтому диапазон устойчивости $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ при длительных измерениях, естественно, определяется значением рН растворов [10]. Быстрое же проведение эксперимента показывает, что за границами указанного интервала рН потенциалы всех электродов постоянны и одинаковы между собой. На рис. 1 (кривая 1) пунктиром показано быстрое изменение рН от 5,8 до 11,9 и снова до 5,8. Потенциалы электродов при этом не изменяются и равны друг другу. Следовательно, и за пределами области устойчивости растворов система $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ остается определяющей в электродном процессе на индифферентных электродах.

На рис. 2 представлены зависимости потенциалов стеклянных (кривые 1, 2, 3) и платиновых (кривые 1', 2', 3') электродов от концентраций молекулярного хлора, добавляемого к чистому раствору системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ при разных значениях рН исходного раствора. В области $\text{pH} = 4,5 \div 6,0$ добавка хлора в течение нескольких минут не влияла на потенциалы стеклянных электродов; потенциалы металлических электродов изменялись сразу после добавки молекулярного хлора. По методике, изложенной в работах [4, 9], спектрофотометрически определено, что отношения концентраций ClO_2 и ClO_2^- в момент измерения потенциалов не изменялись. Через несколько минут после добавки хлора потенциалы стеклянных электродов начинали изменяться, но при этом менялось отношение концентраций двуокиси хлора и хлорит-иона из-за протекания окислительно-восстановительных взаимодействий с образующейся в этой области рН хлорноватистой кислотой.



При пропускании хлора в результате протекания реакции (11) рН существенно уменьшалось. Если учесть это изменение и построить зависимость потенциалов металлических электродов от концентрации хлорноватистой кислоты, то градиент такой зависимости равен

29 мВ/lg[HClO]. Совпадение градиентов зависимостей $\varphi = f(\text{pH})$ и $\varphi = f(\lg \text{HClO})$, определенных в смеси растворов двуокиси хлора и хлорноватистой кислоты, с этими градиентами в чистых растворах HOCl [1, 4] свидетельствует о том, что на металлических электродах протекают два электродных процесса.

При измерениях в чистых растворах хлора (pH = 1,0 ÷ 3,0) и хлорноватистой кислоты (pH = 4,5 ÷ 7,0) стеклянные электроды не показывают воспроизводимых и устойчивых значений потенциалов. Следовательно, количество окислительно-восстановительной системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ можно определить селективно с помощью стеклянных редоксметрических электродов ЭО-01 и ЭО-021. Данный вывод полностью подтверждается результатами изучения электрохимических характеристик стеклянных электродов в системах $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ и Cl_2/Cl^- .

На рис. 3 представлены зависимости потенциала η от тока поляризации i для электродов ЭО-01 (кривые 1) и ЭО-021 (кривые 2) в растворах железацианидов калия системы $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightleftharpoons \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (стандартные растворы для проверки работы редоксметрических систем), а на рис. 4 — эти же зависимости в чистых растворах системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ для электродов ЭО-01 (кривая 1) и ЭО-21 (кривая 2) и системы Cl_2/Cl^- для электродов ЭО-01 (кривая 3) и ЭО-021 (кривая 4); $C_{\text{Cl}_2}/C_{\text{Cl}^-} = 0,1 \text{ н./} 0,1 \text{ н.}$ Рассчитанные из кривых (рис. 3, 4) токи обмена на электродах ЭО-01 и ЭО-021 в системе $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ имеют тот же порядок, что и для изученных ранее растворов обратимых редокс-систем [18]. Однако в растворе системы Cl_2/Cl^- электроды имеют намного меньшую скорость процесса, а токи обмена настолько малы, что потенциалы не могут установиться в разумные промежутки времени.

На рис. 5 представлена зависимость потенциала стеклянных электродов ЭО-021 от pH в технологических растворах двуокиси хлора, полученных по способам Мэтисона, ЛТИ ЦБП, Рэпсона и Кестинга. Зона отсутствия этой зависимости небольшая (до значений pH = 4,0 ÷ 6,8).

7*

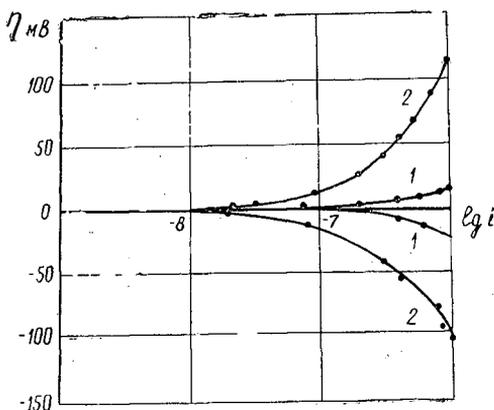


Рис. 3.

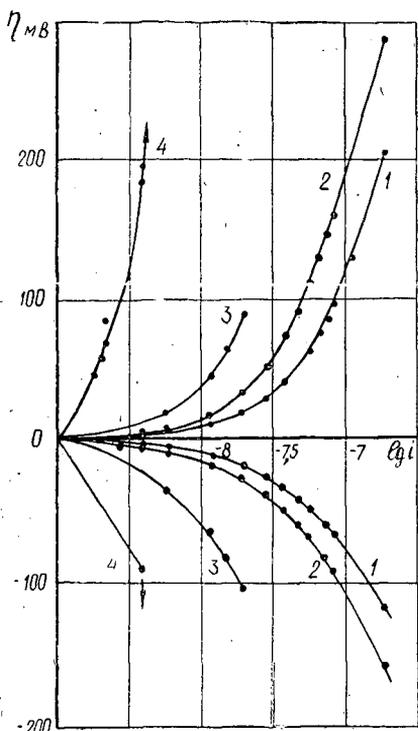


Рис. 4.

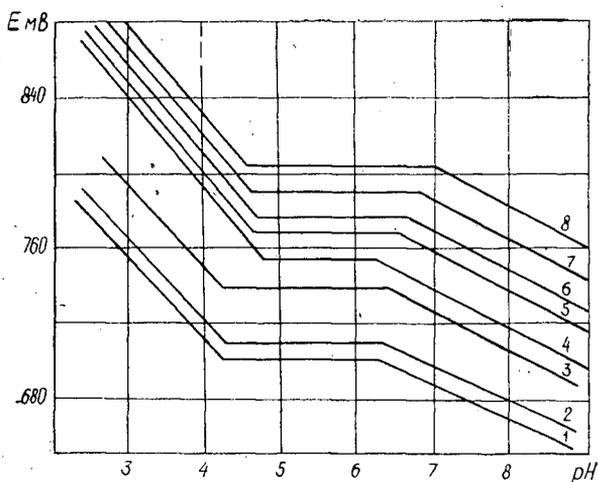


Рис. 5.

1 — $C_{ClO_2} = 0,08$ г/л и $C_{ClO_2^-} = 0,08$ г/л (способ Мэтисона);
 2 — соответственно 0,12 и 0,08 г/л (ЛТИ ЦБП); 3 — 0,29 и 0,058 г/л (Мэтисона); 4 — 0,38 и 0,042 г/л (Кестинга); 5 — 0,36 и 0,023 г/л (Рэпсона); 6 — 0,51 и 0,023 г/л (Рэпсона); 7 — 1,20 и 0,05 г/л (ЛТИ ЦБП); 8 — 1,45 и 0,023 г/л (Рэпсона).

При проверке концентрации системы ClO_2/ClO_2^- спектрофотометрическим методом оказалось, что в кислой и щелочной областях концентрации существенно меняются, в связи с чем понятно и изменение потенциала стеклянных электродов. Диапазон, в котором отсутствует зависимость $\varphi = f(pH)$, зависит от содержания $HClO$, Cl_2 и ClO^- в технологических растворах двуокиси хлора. Для растворов ClO_2 , полученных по способу Кестинга, при котором в качестве побочного продукта получается максимальное количество Cl_2 , диапазон устойчивости потенциала наименьший (кривая 4 на рис. 5). Постоянство градиентов γ зависимости потенциала от pH позволяет найти эмпирические зависимости потенциала от концентрации системы ClO_2/ClO_2^- при трех интервалах pH:

$$C_{ClO_2}/ClO_2^- = 10^{\frac{E - 924 + \gamma pH}{59}} \quad (12)$$

где $\gamma = 50$ при $pH = 4,5 \div 2,0$;

$\gamma = 0$ при $pH = 4,5 \div 6,5$;

$\gamma = 20$ при $pH = 6,5 \div 8,0$.

Для делигнификации древесины (окисление и перевод лигнина в раствор) определяющую роль играет потенциал окислительной системы. Если разница значений окислительного потенциала отбеливающего раствора и лигнина мала, то процесс окисления лигнина не осуществится [5]. Окислительный потенциал растворов двуокиси хлора устойчив и воспроизводим только при условии наличия окислительно-восстановительной буферности раствора, т. е. достаточного избытка двуокиси хлора и хлорит-иона. Как следует из полученных нами экспериментальных данных, такая буферность в технологических растворах двуокиси хлора достигается в области $pH = 4,5 \div 6,5$.

Сравнение данных о погрешности определения концентрации ClO_2 разными методами представлено в табл. 1.

Таблица 1

| рН | Состав раствора, моль/л | | | | Концентрация ClO_2 , моль/л, по методу | | | Погрешность, %, по методу | | |
|-----|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---|---------|-----------|---------------------------|---------|-----------|
| | ClO_2 | Cl_2 | HClO | Cl^- | предлагаемому нами | редокс- | поларокс- | предлагаемому нами | редокс- | поларокс- |
| 1,0 | 1,00 | 0,20 | — | 0,10 | 1,0100 | 1,4000 | 1,2900 | 1,0 | 40,0 | 29,0 |
| | 1,00 | — | — | — | 0,9700 | 1,1000 | 1,0300 | 3,0 | 10,0 | 3,0 |
| 2,0 | 0,50 | 0,20 | — | 0,10 | 0,5000 | 0,7600 | 0,7000 | 0 | 52,0 | 40,0 |
| | 0,50 | — | — | — | 0,4990 | 0,5100 | 0,5100 | 0 | 2,0 | 2,0 |
| 3,5 | 1,00 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,9800 | 1,5600 | 1,3800 | 2,0 | 56,0 | 38,0 |
| | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,0103 | 0,0200 | 0,0150 | 3,0 | 100,0 | 50,0 |
| 5,0 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | — | 0,0990 | 0,0350 | 0,0130 | 1,0 | 35,0 | 13,0 |
| | 0,01 | — | — | — | 0,0103 | 0,0096 | 0,0100 | 3,0 | 4,0 | 0 |
| 7,0 | 1,00 | — | — | — | 0,9700 | 0,9800 | 1,0600 | 3,0 | 2,0 | 6,0 |
| | 0,10 | — | 0,10 | 0,10 | 0,1020 | 0,1200 | — | 2,0 | 20,0 | — |
| | 0,01 | — | 0,10 | — | 0,0100 | 0,1000 | — | 0 | 100,0 | — |

Таким образом, с помощью стеклянных полупроводниковых электродов ЭО-01 и ЭО-021, выпускаемых гомельским ЗИП, можно селективно определять отношение концентраций двуокиси хлора и хлорит-иона в присутствии продуктов их саморазложения и других хлорных соединений.

Электроды из металлов платиновой группы и золота реагируют на изменение содержания хлорных соединений и не селективны к системе $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$.

Появление зависимости потенциала стеклянных полупроводниковых электродов от рН связано с процессом саморазложения или взаимодействия с другими хлорными соединениями, что приводит к изменению отношения $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ и соответственно потенциала.

Стеклянные электроды ЭО-01 и ЭО-021 можно с успехом применять для автоматического контроля за содержанием окислительно-восстановительной системы $\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-$ в процессах получения растворов окислителя и отбелики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Амелина М. В., Крунчак В. Г., Сосновский Р. И., Пальчевский В. В. Метод автоматического контроля и регулирования процессом приготовления гипохлорита. — «Труды ВНИИБа», 1969, т. 54, с. 64. [2]. Блоштейн И. И. Получение и применение двуокиси хлора. — ЦБТИ бумажной и деревообрабатывающей промышленности, М., 1961. [3]. Добрышин К. Д. Новые отбеливающие вещества. М., «Лесная промышленность», 1968. 152 с. [4]. Крунчак В. Г. Окислительно-восстановительные превращения в растворах гипохлорита и хлорноватистой кислоты. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. хим. наук. Л., 1971. 27 с. [5]. Крунчак В. Г., Боховкин И. М., Боголицын К. Г., Пальчевский В. В., Львова Т. И. Потенциометрический метод определения восстановительной емкости сульфатных щелоков. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1978, № 6. [6]. Кустодина В. А. Методика определения ClO_2 и Cl_2 в растворах при их совместном присутствии. — «Труды ЛТИ ЦБП», 1973, вып. 30, с. 87. [7]. Латимер В. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. М., 1954. с. 134. [8]. Неркус П. К. Применение катализатора OsO_4 в титриметрии. Сообщение 4. Определение двуокиси хлора и хлорита. — «ЖАХ», 1965, т. XX, № 5, с. 612. [9]. Никольский Б. П.,

Крунчак В. Г., Пальчевский В. В., Львова Т. И., Сосновский Р. И. Спектрофотометрическое исследование процессов саморазложения растворов гипохлорита. — ДАН СССР, 1970, т. 191. [10]. Прокопчик А. Ю. Каталитическое разложение гипохлоритов и хлоритов. Вильнюс, АН ЛитССР, 1964, с. 480. [11]. Регулирование отбелики двуокисью хлора путем измерения окислительно-восстановительного потенциала. — Патент США № 3486971, кл. 162—238; патент ФРГ № 1262117, кл. 55, с. Д21с. [12]. Троицкая Н. В., Мищенко К. П., Флис И. Е. Исследование равновесия $\text{ClO}_{2\text{p-p}} + e \rightleftharpoons \text{ClO}_{2\text{p-p}}$ в водных растворах при различных температурах. — «ЖФХ», т. XXXIII, № 7, 1959, с. 1614. [13]. Туманова Т. А., Флис И. Е. Физико-химические основы отбелики целлюлозы. М., «Лесная промышленность», 1972. 112 с. [14]. Уиснер В. Получение двуокиси хлора. — «Новости зарубежной техники», 1957, вып. 4, с. 34. [15]. Флис И. Е., Быняева М. К. Анализ хлоратов и хлоридов в белящих растворах. — «Труды ЛТИ ЦБП», 1956, вып. 4, с. 157. [16]. Флис И. Е., Васильева Т. М. Потенциометрическое исследование растворов хлоритов. — «ЖОХ», т. XXVI, № 5, 1956, с. 1272. [17]. Флис И. Е. Об окислительных потенциалах растворов хлорита и двуокиси хлора. — «ЖФХ», т. XXXII, № 3, 1958, с. 573. [18]. Шульц М. М., Писаревский А. М. Некоторые электрохимические параметры электропроводящих силикатных стекол. — «Электрохимия», 1973, т. 9, № 2, с. 211. [19]. Ascik K., Głinska M. Spectrofotometryczna metoda oznaczania dwutlenku chloru za powoca kwasnego fioletu chromawego. — «Przegląd Papierniowy», 1974, vol. 30, № 12, p. 466. [20]. Dodgen H., Tanbe H. The Exchange of Chlorine Dioxide with Chlorite Ion and with Chlorine in other Oxidation States. — «J. Amer. Chem. Soc.», 1949, vol. 71, p. 2501. [21]. Heitman J. B. ClO_2 generation by reduction of NaClO_2 with SO_2 . — «Paper Mill. News.», 1953, vol. 76, № 49, p. 84. [22]. Holst G. Oxidation potentials of ClO_2 and NaClO_2 of Solut. — «Svensk papperstidn.», 1945, vol. 48, p. 24. [23]. Rapson W. A. Comparison of Processes for the generation of Chlorine Dioxide in Pulp Mills. — «TAPPI», 1954, vol. 37, N 4, p. 129.

Поступила 11 сентября 1978 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 676.011.001.24

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАРТОННО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. И. ТЕМРУК, В. Л. КОЛЕСНИКОВ

Белорусский технологический институт

Реализация предложенных алгоритмов структурного анализа на ЭВМ даст возможность разработать моделирующую программу для автоматизированного расчета технологических систем по производству бумаги и картона, что позволит с минимальными трудозатратами определять оптимальную топологию для действующих и проектируемых систем.

Оптимизация технологической топологии сложных химико-технологических систем (ХТС) — важный резерв повышения эффективности функционирования промышленных ХТС как на стадии анализа существующих систем, так и при проектировании новых. Для определения системы с оптимальной топологией необходимо рассчитать все возможные альтернативные варианты [4] *. Расчет нескольких вариантов ХТС в приемлемые сроки можно произвести только с помощью ЭВМ и при максимальной автоматизации подготовительных операций, важнейшая из которых — структурный анализ системы [4].

Технологические системы картонно-бумажного производства относятся к сложным и, как правило, содержат обратные технологические связи, объединяющие группы элементов в замкнутые контуры, или циклы. ХТС, содержащая циклы, называется замкнутой; прямой расчет элементов в замкнутой системе невозможен [4].

Назначение структурного анализа — преобразовать исходную замкнутую систему в разомкнутую, не содержащую циклы. Для разомкнутой ХТС может быть определена упорядоченная последовательность расчета элементов.

В общем случае структурный анализ сложных ХТС следует проводить по следующим этапам [7]: 1) выделение циклов и комплексов в исходной замкнутой ХТС, представленной иконографической моделью (графом); 2) определение оптимальной последовательности расчета вершин в цикле; 3) замена циклов на супервершины; получение разомкнутой ХТС; 4) нахождение упорядоченной последовательности расчета элементов разомкнутой ХТС.

При разработке методов расчета ХТС математические модели элементов чаще всего [3, 4, 6, 10] описывают покомпонентным материальным балансом. В системах картонно-бумажного производства подобные математические модели можно получить из формул расчета материального баланса [2] на каждом технологическом элементе, решая баланс по всем видам волокнистых полуфабрикатов, наполнителю и проклеивающим веществам, применяемым для производства конкретной продукции.

* В статье применены термины из работ [4, 7].

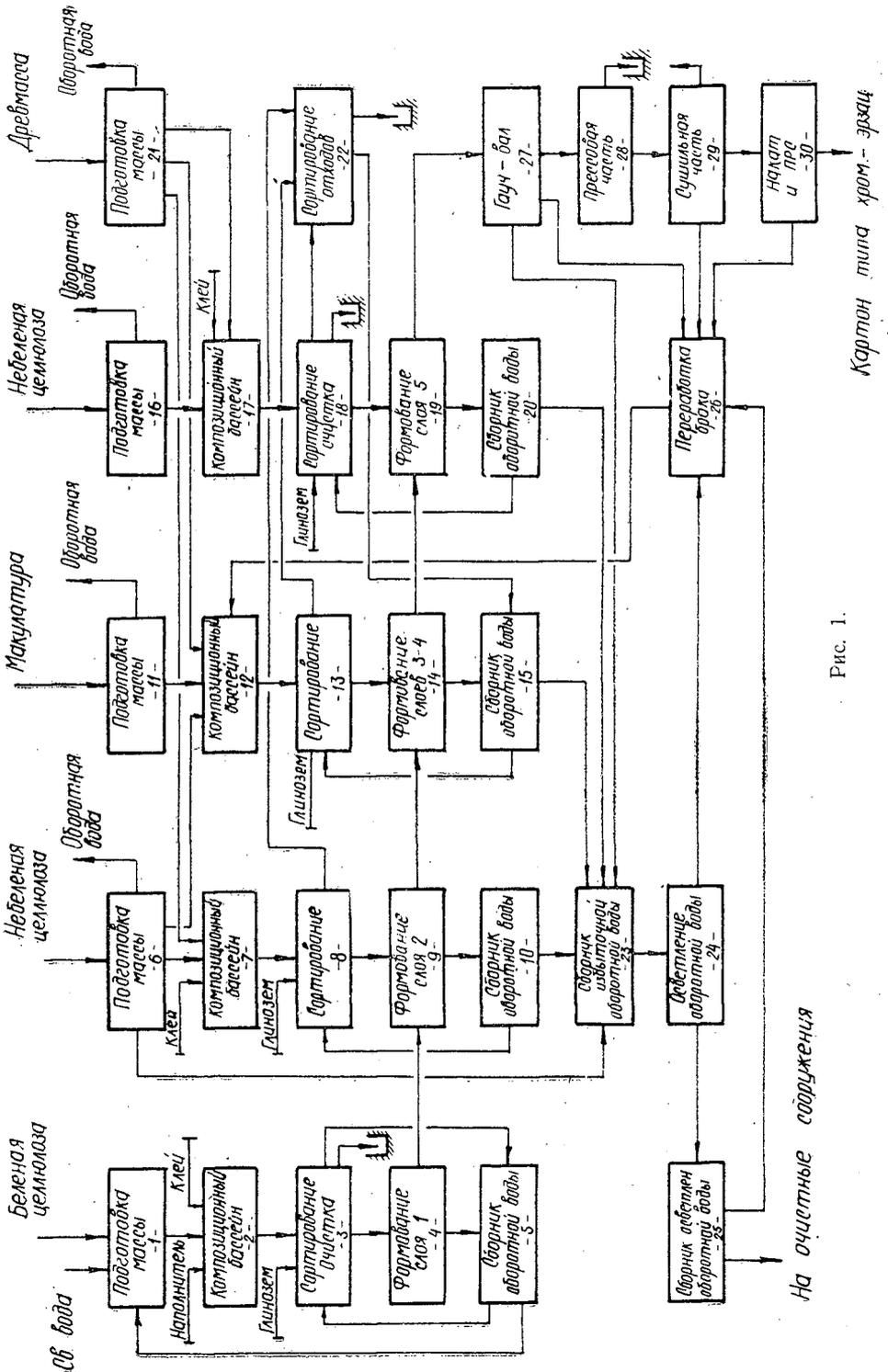


Рис. 1.

На очистные сооружения

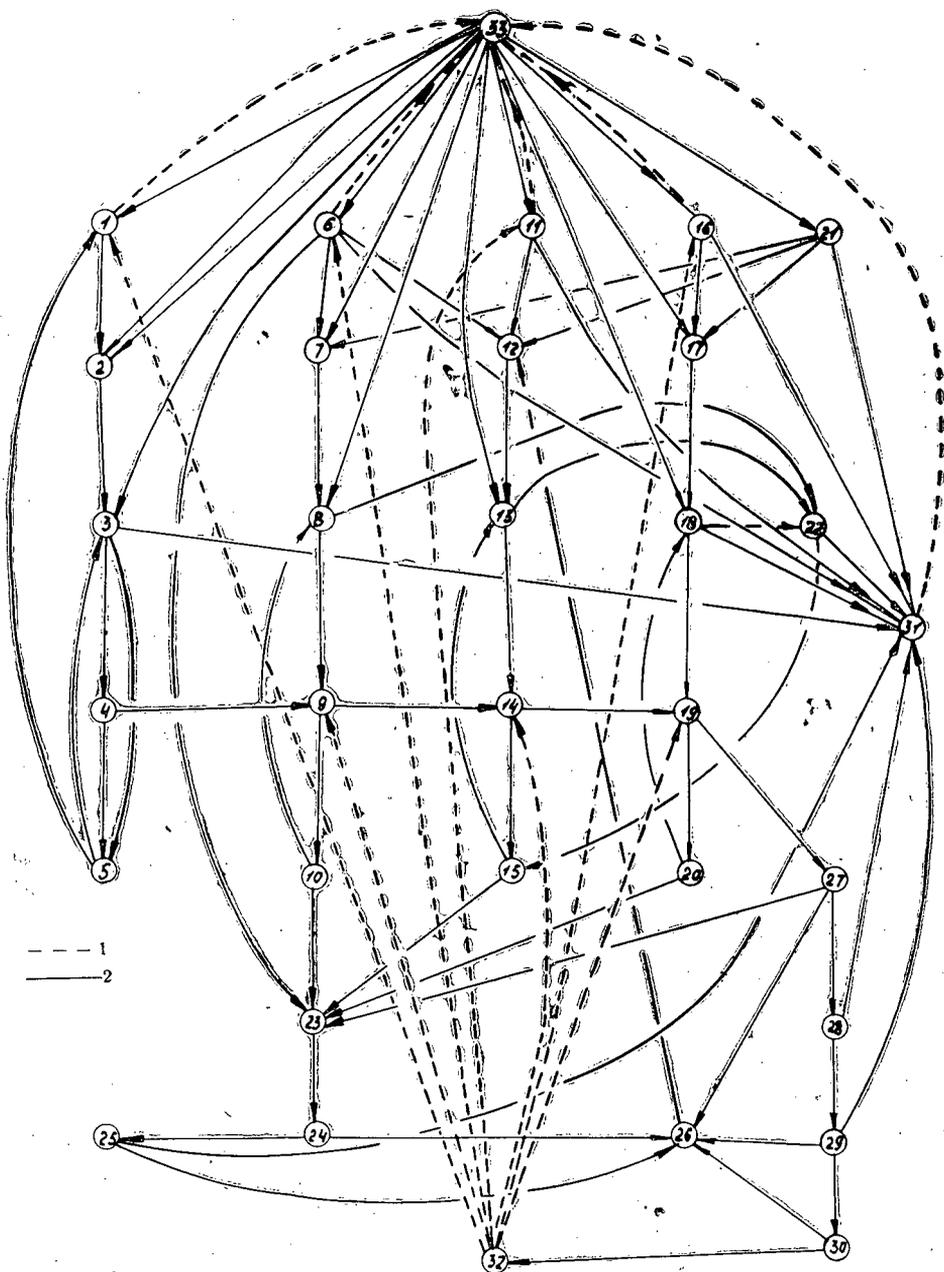


Рис. 2.

I — потоковые связи; *II* — информационные связи; обозначения вершин 1—30 те же, что и блоков на рис. 1, кроме того, 31 — условная вершина стоков системы; 32 — вершина ограничений по качеству; 33 — критерий оптимизации.

Расчет системы после получения математических моделей элементов сводится к последовательному их расчету, очередность определяется структурой связей между элементами.

В случае оптимизации технологической системы связи между элементами дополняются информационными потоками, участвующими в расчете уточненных математических моделей элементов, а также критерием оптимизации и ограничениями по качеству.

Описанную таким образом систему можно представить в виде иконографической модели — информационно-потокowego мультиграфа (ИПМ).

На рис. 1 приведена структурная модель технологической системы производства картона типа хром-эрзац на картоноделательной машине Инверформ, на рис. 2 — ИПМ, построенный по этой системе.

Для проведения структурного анализа ХТС на ЭВМ разработаны методы [1, 3—5, 7—9], основанные на преобразовании матриц, отражающих структуру материальных и информационных связей в системе. Все известные методы исходят из условия, что решение i -того элемента системы может быть осуществлено тогда, когда известно множество отрицательно инцидентных элементу i потоков [1, 3—5, 7].

В системах картонно-бумажного производства условие решения i -того элемента по известным входным потокам не соблюдается. Математические модели элементов решают при конкретном для каждого элемента «наборе» известных потоков. Следовательно, существующие алгоритмы структурного анализа ХТС не могут быть распространены на системы картонно-бумажного производства.

Требования к решению технологических элементов картонно-бумажного производства предлагаем формализовать в матричном виде.

Матрица решений (матрица R) квадратная. Ранг матрицы n равен числу вершин ИПМ, построенного по анализируемой системе. Элемент матрицы R определяем так:

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если для решения вершины } i \text{ требуется предварительное} \\ & \text{решение положительно инцидентной ей вершины } k. \\ -1, & \text{если для решения вершины } i \text{ требуется предварительное} \\ & \text{решение отрицательно инцидентной ей вершины } k. \\ 0, & \text{если предварительное решение вершины } k \text{ не требуется} \\ & \text{для решения вершины } i. \end{cases}$$

Матрица R однозначно определяет структуру потоков ИПМ; из условия нахождения элемента матрицы вытекает ряд следствий.

Следствие 1. Ненулевые элементы i -той строки определяют множество вершин D_i , предварительное решение которых необходимо для решения вершины i .

Следствие 2. Ненулевые элементы k -того столбца определяют множество вершин C_k , для решения которого необходимо предварительное решение вершины k .

Следствие 3. Если $|a_{ik}| = |a_{ki}| = 1$, то поток $i-k$ замыкает цикл.

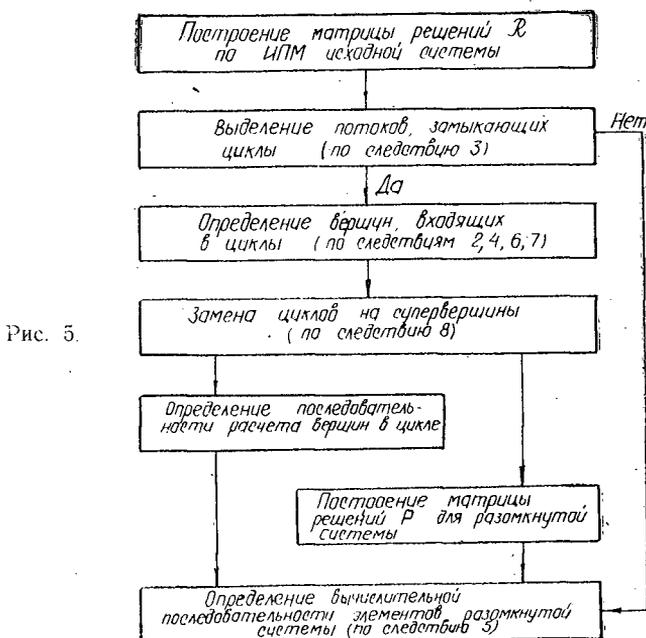
Следствие 4. Если $a_{ik} + a_{ki} = -2$, где индексы i и k выделены по следствию 3, то вершины i, k образуют цикл из двух вершин.

Следствие 5. Если $\sum_{k=1}^n |a_{ik}| = 0$, т. е. $D_i = \emptyset$, то вершина $i \in B$,

где B — упорядоченное множество вершин ИПМ, или последовательность расчета математических моделей элементов системы.

Следствие 6. Если в выделенных по следствию 3 элементах $a_{ik} = 1$ и $a_{ki} = -1$, то поток $i-k$ ориентирован в направлении $i \rightarrow k$.

Упорядоченную последовательность расчета элементов системы определяем по следствию 5. При выполнении этого следствия по i -той строке из матрицы R вычеркиваем i -тый столбец, т. е. $C_i = \emptyset$. Затем следующую строку матрицы R проверяем на выполнение следствия 5 и т. д. В результате пошагового циклического просмотра матрицы R , представленной на рис. 4, получено множество $B = 32; 30; 29; 28; 27; 19; 14; 18; 20; 9; 17; 4; 8; 10; N_2; 16; 23; 24; 26; N_1; 7; 12; 21; 25; 2; 6; 11; 31; 33$, являющееся упорядоченной последовательностью расчета математических моделей элементов системы производства картона типа хром-эрзац на КДМ Инверформ.



На рис. 5 приведены блок-схема алгоритмов структурного анализа систем картонно-бумажного производства и применяемые на этапах анализа следствия, вытекающие из свойств матрицы R .

Таким образом, мы предлагаем требования к решению i -того элемента технологической системы кодировать i -той строкой двухмерной матрицы решений R . Нами сформулированы свойства матрицы R , позволяющие проводить структурный анализ системы, и разработаны алгоритмы структурного анализа систем картонно-бумажного производства, которые можно применять для решения задачи оптимизации технологической топологии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волин Ю. М., Островский Г. М., Хансель К. Программа для автоматизированного расчета сложных химико-технологических систем. — «Теоретические основы химической технологии», 1975, т. 9, № 2, с. 254—262. [2]. Иванов С. Н. Технология бумаги. М., «Лесная промышленность», 1970, с. 455. [3]. Кафаров В. В., Перов В. Л., Мешалкин В. П. Алгоритмы определения оптимального порядка расчета математической модели химико-технологической системы. — Теоретические основы химической технологии», 1975, т. 9, № 1, с. 152—156. [4]. Кафаров В. В.,

Перов В. Л., Мешалкин В. П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. М., «Химия», 1974. 344 с. [5]. Кроу К., Гамилец А., Хоффман Т., Джонсон А., Вудс Д., Шеннон П. Математическое моделирование химических производств. М., «Мир», 1973. 392 с. [6]. Нагиев М. Ф. Учение о рециркуляционных процессах в химической технологии. М., «Наука», 1965. 474 с. [7]. Островский Г. М., Волин Ю. М. Моделирование сложных химико-технологических схем. М., «Химия», 1975. 312 с. [8.] Biardi G., Pierucci S., Ruggieri R., Dente M., Ranzi E. Determination of the sequence of solution of modular units in a chemical plant simulation program.—«Quad. ing. chim. Ital.», 1974, 10, N. 4, 55—61. [9]. Pho T. K., Lapidus L. Topics in computeraided design. Part 1. An optimum tearing algorithm for recycle systems.—«A. I. Ch. E. Journal», 1973, 19, N. 6, 1170—1181. [10]. Vaclavek V., Vosolsobe I. Methodology of material multicomponent balans measurements in complex chemical processes. Symp.—«Computers in the Design and Erection of Chemical Plants.» Karlovy Vary, Czechoslovakia, 1975, pp. 409—422.

Поступила 4 июля 1977 г.

УДК 634.0.848-83.

ВЫБОР МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИВОДА БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛЯ ПО УСЛОВИЯМ ДОПУСТИМОГО НАГРЕВА

В. А. МЕЛЬНИК

Архангельский лесотехнический институт

Изложены результаты исследования возможности использования электродвигателей серий АО2, АО, АОП, АОП2, АОС, АОС2, МТК и МТКВ в повторно-кратковременном режиме работы приводов бревнобрасывателей. Приведена методика выбора мощности электродвигателей по условиям допустимого нагрева, перегрузочной способности и пусковому моменту.

Мощность электродвигателя привода бревнобрасывателя выбирают в соответствии с ожидаемой нагрузкой и режимом работы [2].

Рычажные бревнобрасыватели работают при переменной нагрузке. При этом рабочие периоды чередуются с паузами (отключениями двигателя).

Режим, при котором период работы электродвигателя значительно меньше времени, необходимого для его полного нагревания, а паузы между периодами включения существенно короче времени полного охлаждения, называют повторно-кратковременным [1].

Повторно-кратковременный режим характеризуется продолжительностью включения

$$ПВ = \frac{t_p}{t_p + t_n} 100\%, \quad (1)$$

где t_p — время работы двигателя (рабочий период);

t_n — время паузы, в течение которого двигатель отключен.

В соответствии с ГОСТом 183—55 установлены следующие величины ПВ: 15; 25; 40 и 60% при продолжительности цикла ($t_{ц} = t_p + t_n$) не более 10 мин.

Время работы t_p двигателя привода бревнобрасывателя равно времени $T_{сбр}$ полного цикла сброски. ($T_{сбр} = t_{сбр} + t_x$; здесь $t_{сбр}$ — время рабочего хода рычагов, t_x — время холостого хода рычагов).

Время паузы t_n определяется равномерностью поступления одноименных сортиментов на сортировочный транспортер. Аналогично времени паузы меняется время цикла $t_{ц}$, равное $t_p + t_n$.

При расчетах продолжительности включения рекомендуют пользоваться средним арифметическим значением времени паузы, определяемым по формуле [1]:

$$t_{п.ср} = \frac{t_{п1} + t_{п2} + t_{п3} + \dots + t_{п(m-1)} + t_{пm}}{m}, \quad (2)$$

где $t_{п1}, t_{п2}, \dots, t_{пm}$ — время пауз между отдельными сбросками бревен;

m — число пауз за период рабочего времени.

Скорость сброски бревен должна согласовываться со скоростью движения тягового органа в целях обеспечения высокой производительности сортировочного транспортера.

С увеличением скорости сброски растет динамическая составляющая момента нагрузки, оказывающая влияние на величину установленной мощности электродвигателя привода бревнобрасывателя.

При скорости тягового органа транспортера 1,2 м/с оптимально необходимое время $t_{сбр}$ рабочего хода сбрасывающих рычагов можно принять равным 0,9 с, время холостого хода 0,7 с, а полное время цикла сброски $T_{сбр} = 1,6$ с.

Раньше было отмечено, что время $T_{сбр}$ равно времени t_p рабочего периода.

Установлено также, что максимально возможная производительность транспортера при скорости тягового органа 1,2 м/с и времени $T_{сбр} = 1,6$ с составляет примерно 600—650 м³ в смену.

Среднее арифметическое время паузы $t_{п.ср}$ зависит от процентного содержания данного сортимента в общем количестве сортируемых бревен, скорости тягового органа транспортера и количества накопителей для этого сортимента. Время паузы $t_{п.ср}$ при условии равномерного распределения объема сортируемых бревен между всеми накопителями составляет 66,4 с.

Тогда продолжительность включения

$$ПВ = \frac{t_p}{t_p + t_n} 100 = \frac{1,6}{1,6 + 66,4} 100 = 2,36\%.$$

В бревнобрасывателе, оборудованном муфтой сцепления, время t_p работы электродвигателя, предварительно разгоняемого до номинального числа оборотов, на 2—3 с больше $T_{сбр}$.

В этом случае продолжительность включения

$$ПВ = \frac{1,6 + 3,0}{1,6 + 3,0 + 63,4} 100 = 6,75\%.$$

Из приведенного расчета видно, что ПВ электродвигателей привода бревнобрасывателей намного меньше минимального значения ПВ, составляющего 15% по ГОСТу 183—55.

Электродвигатели серий АО2, АО, АОП, АОП2, АОС и АОС2 предназначены для работы в длительном режиме, а МТК и МТКВ — в повторно-кратковременном режиме. Однако электродвигатели приводов бревнобрасывателей работают только в повторно-кратковременном режиме.

Мощность двигателя выбирают по условиям допустимого нагрева с последующей проверкой по перегрузочной способности.

Большие потери при переходных процессах (особенно при пуске под нагрузкой) вызывает дополнительный нагрев в асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором. При большой частоте включений динамические потери могут оказаться решающими в определении мощности двигателя.

Условия нагревания и охлаждения двигателя привода бревнобросывателя отличаются от условий работы механизма с длительным режимом.

Для выбора мощности асинхронных двигателей АО2, АО, АОП, АОП2, АОС, АОС2, используемых для повторно-кратковременного режима работы с частыми включениями, применяют метод средних потерь [1]. Так как потери в переходных процессах накладывают ограничения на частоту включений, то при расчетах удобнее непосредственно определять для выбранного двигателя допустимую частоту включений и сравнивать ее с требуемой. Если известны потери, выделяемые в двигателе, то определение допустимой частоты включений не представляет затруднений.

Допустимое число включений в 1 ч двигателей с короткозамкнутым ротором, предназначенных для длительного режима, а работающих в повторно-кратковременном режиме приводов бревнобросывателей, в зависимости от мощности двигателя находится в пределах 300—500. Требуемое (по количеству сбрасываемых бревен) число включений в 1 ч электродвигателя привода бревнобросывателя составляет 50—60.

Следовательно, допустимое число включений намного превышает требуемое, т. е. электродвигатели серий АО2, АО, АОП, АОП2, АОС и АОС2 удовлетворяют условиям допустимого нагрева при использовании их в повторно-кратковременном режиме работы приводов бревнобросывателей.

Мощность двигателя серий МТК и МТКВ, предназначенных для повторно-кратковременного режима и работающих в повторно-кратковременном режиме приводов бревнобросывателей, выбирают следующим образом. Сначала по зависимости (1) определяют продолжительность включения $PВ$. Если она окажется стандартной (15, 25, 40 или 60%), то по ней выбирают двигатель, мощность которого равна расчетной или ближайшая к ней. Если же $PВ$ не соответствует стандарту (как в рассмотренном примере, где $PВ$ оказалась равной 2,36 и 6,75%), то необходимо пересчитать найденную эквивалентную мощность $P_э$ на ближайшее стандартное значение $PВ$. Эквивалентная мощность

$$P_э = \sqrt{\frac{t_p (P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{\sum_1^n t_p}}, \quad (3)$$

где P_1, P_2, \dots, P_n — значения мощности, развиваемой двигателем при сброске бревен различной массы;

$\sum_1^n t_p$ — суммарное время работы двигателя при сброске n -го числа бревен.

Мощность пересчитывают, исходя из равенства потерь энергий действительного и приведенного режимов [3].

Если пренебречь постоянными потерями, то приближенный пересчет от рабочей продолжительности к каталожной можно выполнить из условия равенства переменных потерь, которые за цикл работы пропорциональны квадрату мощности и продолжительности включения

$$P_э^2 PВ_{раб} \% = P_{кат}^2 PВ_{кат} \%,$$

откуда

$$P_{кат} = P_э \sqrt{\frac{PВ_{раб} \%}{PВ_{кат} \%}}. \quad (4)$$

Для рассмотренного примера

$$P_{\text{кат}} = P_{\text{э}} \sqrt{\frac{6,75\%}{25\%}} = 0,520P_{\text{э}}$$

т. е. электродвигатели серий МТК и МТКВ с $PB = 25\%$ вполне удовлетворяют условиям допустимого нагрева.

Проверка мощности двигателя по перегрузочной способности заключается в сравнении максимального момента или тока при перегрузке с допустимым для двигателя значением.

Большинство электродвигателей с короткозамкнутым ротором (серии АО2, АО, АОП, АОП2) имеет пусковой момент значительно меньше критического. Поэтому при выборе двигателя в качестве привода бревнобрасывателя, обеспечивающего сброску бревен под нагрузкой, нужно проверять двигатель не только по нагреву и перегрузочной способности, но и по пусковому моменту.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Андреев В. П., Сабинин Ю. А. Основы электропривода. М., Госэнергоиздат, 1963. [2]. Ласточкин П. В., Мельник В. А. Некоторые результаты исследования электромеханического привода бревнобрасывателей — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 1. [3]. Чибликин И. Г. Общий курс электропривода. М., «Энергия», 1965.

Поступила 11 мая 1978 г.

УДК 634.0.323.4

ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РАСКРЯЖЕВКИ ДРЕВЕСНЫХ ХЛЫСТОВ С УЧЕТОМ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗОН

В. А. ЧЕРВИНСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

Предложена методика составления оптимальных схем раскряжевки древесных хлыстов на сортименты с абсолютно максимальным выходом цилиндрической части с учетом качественных зон и составлены оптимальные схемы раскряжевки березовых и буковых хлыстов.

Ранее [2] нами была доказана возможность составления оптимальных схем раскряжевки с абсолютно максимальным выходом цилиндрической части сортиментов при помощи метода Залгаллера.

Цель данного исследования — разработка схем раскряжевки хлыстов для получения сортиментов с абсолютно максимальным объемом цилиндрической части с учетом качественных зон хлыста.

Образующие для буковых и березовых хлыстов и границы качественных зон построены по результатам работ [1, 2]. На рис. 1 показано очертание сбеговой зоны березовых хлыстов, на рис. 2 — буковых. Толстые вертикальные линии разграничивают их качественные зоны. Первая зона — бессучковая — находится в пределах 0—0,3 длины хлыста, вторая зона — несросшихся, частично сросшихся и заросших сучков — в пределах 0,3—0,7 длины для буковых хлыстов и 0,3—0,9 для березовых.

Оптимальные длины отрезков хлыста отыскивали по методике, описанной в работе [2], но построения мы проводили в пределах сбеговой зоны каждого отрезка, характеризующего ту или иную качественную зону хлыста.

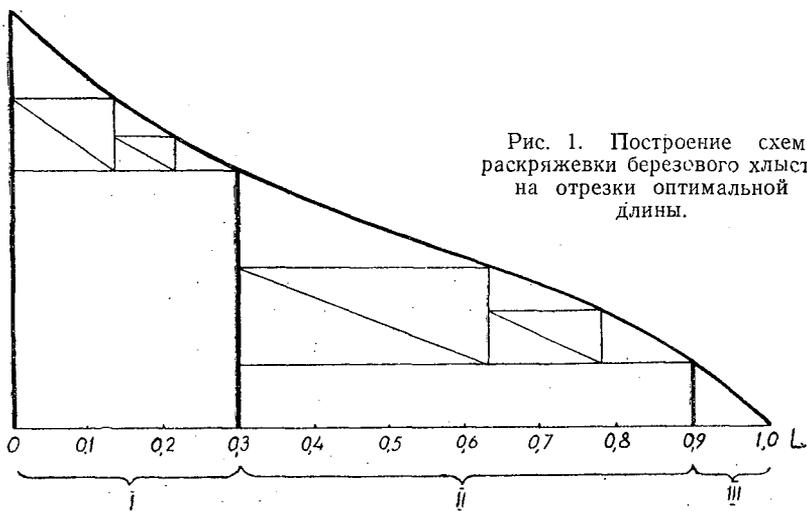


Рис. 1. Построение схемы раскряжевки березового хлыста на отрезки оптимальной длины.

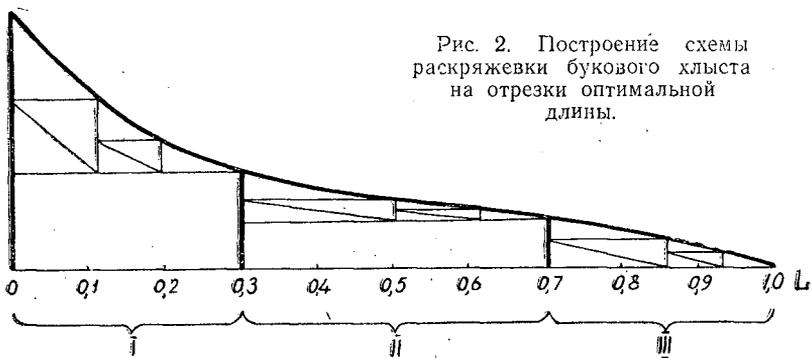


Рис. 2. Построение схемы раскряжевки букового хлыста на отрезки оптимальной длины.

В результате построений получены базовые схемы раскряжевки древесных хлыстов на сортименты с абсолютно максимальной цилиндрической частью с учетом качественных зон (табл. 1).

Таблица 1

| Порода | Количество сортиментов в хлысте | Длина сортиментов в долях длины хлыста по качественным зонам | | |
|--------|---------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| | | I | II | III |
| Береза | 3 | 0,300 | 0,600 | 0,100 |
| | 5 | 0,135—0,165 | 0,330—0,270 | 0,100 |
| | 7 | 0,135—0,078—0,087 | 0,270—0,150—0,120 | 0,100 |
| Бук | 3 | 0,300 | 0,400 | 0,300 |
| | 6 | 0,112—0,188 | 0,200—0,200 | 0,155—0,145 |
| | 9 | 0,112—0,080—0,108 | 0,200—0,110—0,090 | 0,155—0,070—0,075 |

Из данных табл. 1 видно, что для березовых хлыстов во всех трех случаях в третьей зоне взят один сортимент, а для буковых хлыстов в каждой качественной зоне взяты соответственно 1, 2 и 3 сортимента. Это сделано по той причине, что длина третьей качественной зоны у березовых хлыстов составляет одну десятую часть общей длины хлы-

ста и в несколько раз короче других зон. Поэтому деление ее на несколько сортиментов нерационально.

Показанные в табл. 1 схемы раскряжевки — базовые, так как с их помощью можно составить все остальные схемы путем перебора сочетаний из m элементов по n в каждом таким образом, чтобы общая сумма количества элементов (сортиментов) в хлысте и в любой качественной зоне для каждой схемы не превышала принятой величины по условиям задачи. Расчет количества сортиментов в каждой качественной зоне сведен в табл. 2. Расчетная программа составлена для условия раскряжевки качественных зон на количество сортиментов не более 3 при общем количестве сортиментов в хлыстах, не превышающем 6.

Таблица 2

| Порода | Количество сортиментов, | | | | Количество схем раскряжевки |
|--------|-------------------------|----------------------|----|-----|-----------------------------|
| | в хлысте | в качественных зонах | | | |
| | | I | II | III | |
| Береза | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | | 2 | 1 | 1 | |
| | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| | | 2 | 2 | 1 | |
| | | 3 | 1 | 1 | |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 3 | 2 | 1 | | |
| Бук | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | | 1 | 2 | 1 | |
| | | 2 | 1 | 1 | |
| | | 2 | 1 | 1 | |
| | 5 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| | | 1 | 3 | 1 | |
| | | 3 | 1 | 1 | |
| | | 1 | 2 | 2 | |
| | | 2 | 2 | 1 | |
| | | 2 | 1 | 2 | |
| | 6 | 1 | 2 | 3 | 7 |
| | | 1 | 3 | 2 | |
| | | 2 | 2 | 2 | |
| | | 2 | 3 | 1 | |
| 2 | | 1 | 3 | | |
| 3 | | 2 | 1 | | |
| 3 | | 1 | 2 | | |

Имея базовые схемы раскряжевки (табл. 1) и расчетные программы (табл. 2), можно легко составить все схемы раскряжевки хлыстов на сортименты с абсолютно максимальным объемом цилиндрической части с учетом качественных зон. В табл. 3 приведены такие схемы для максимального количества сортиментов в хлыстах, не превышающего 6.

Границы качественных зон для разных пород могут быть различными. В некоторых случаях, когда трудно отделить зону несросшихся и частично сросшихся сучков от зоны сросшихся сучков, можно производить деление на две качественные зоны: бессучковую и сучковую. Независимо от этого методика составления схем раскряжевки останется такой же, как описана выше.

Таким образом, нами предложена методика составления оптимальных схем раскряжевки древесных хлыстов на сортименты с абсолютно максимальным выходом цилиндрической части с учетом ка-

Таблица 3

| Порода | Количество сортиментов в хлысте | Длина сортиментов в долях длины хлыста | |
|--------|---------------------------------|---|---|
| Береза | 3 | 0,300—0,600—0,100 | |
| | 4 | 0,300—0,330—0,270—0,100 0,135—0,165—0,600—0,100 | |
| | 5 | 0,300—0,270—0,150—0,120—0,100 0,135—0,165—0,330—0,270—0,100 0,135—0,078—0,087—0,600—0,100 | |
| | 6 | 0,135—0,165—0,270—0,150—0,120—0,100 0,135—0,078—0,087—0,330—0,270—0,100 | |
| | Бук | 3 | 0,300—0,400—0,300 |
| | | 4 | 0,300—0,400—0,155—0,145 0,300—0,200—0,200—0,300 0,112—0,188—0,400—0,300 |
| 5 | | 0,300—0,400—0,155—0,070—0,075 0,300—0,200—0,110—0,090—0,300 0,112—0,080—0,108—0,400—0,300 0,300—0,200—0,200—0,155—0,145 0,112—0,188—0,200—0,200—0,300 0,112—0,188—0,400—0,155—0,145 | |
| 6 | | 0,300—0,200—0,200—0,155—0,070—0,075 0,300—0,200—0,110—0,090—0,155—0,145 0,112—0,188—0,200—0,110—0,090—0,300 0,112—0,080—0,108—0,200—0,200—0,300 0,112—0,188—0,400—0,155—0,070—0,075 0,112—0,080—0,108—0,400—0,155—0,145 0,112—0,188—0,200—0,200—0,155—0,145 | |

чественных зон, а также предложены оптимальные схемы раскряжевки березовых и буковых хлыстов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Тюриков Ф. Т., Червинский В. А., Лобжанидзе Э. И. Посортный состав строганого шпона из буковых хлыстов. — «Плиты и фанера», 1977, № 9. (ВНИПИИЛеспром). [2]. Червинский В. А. Методы максимизации выхода цилиндрического объема сортиментов при раскряжевке древесных хлыстов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1978, № 3.

Поступила 24 ноября 1978 г.

УДК 634.0.323:62-52

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УЧЕТА ХЛЫСТОВ И БРЕВЕН, НА ОСНОВЕ МИНИ-ЭВМ

В. Н. ВАСИЛЬЕВ, В. С. ПЕТРОВСКИЙ

Сибирский технологический институт

Рассмотрено решение задачи автоматизации учета хлыстов и бревен в составе поточной линии с поперечным перемещением. Приведены функциональная схема автоматизации, структурная схема и алгоритм устройства обработки и регистрации информации.

Известные устройства автоматического определения объемов круглого леса построены по принципу автокубатурников [2].

Наибольшее применение имеют автокубатурники табличных объемов бревен, их используют в составе поперечных и продольных транспортеров или полуавтоматических линий. Для этих приборов характерно наличие цифровых вычислительных устройств, позволяющих реализовать алгоритмы с применением таблиц ГОСТа 2708—44. Ввод информации о размерных (длине, диаметре) и адресных признаках бревен осуществляется либо непосредственно от специфичных датчиков, входящих в их состав, и от релейно-контактных элементов устройств управления транспортными механизмами, либо с помощью промежуточного носителя информации, например, перфоленты. Вывод информации осуществляется или на световую индикацию, или на бумажный лист с помощью цифropечатающего устройства.

Характерным примером табличного автокубатурника может служить устройство для учета круглых лесо- и пиломатериалов*, в основе построения которого лежит алгоритм определения объемов круглых лесоматериалов, реализуемый путем вычисления объема одного сортамента по формуле

$$V = D_T^2 L_{\text{пр}},$$

где D_T — диаметр в верхнем отрезе согласно таблицам ГОСТа 2708—44;

$L_{\text{пр}}$ — приведенная длина, вычисленная с применением таблиц ГОСТа 2708—44.

Общий объем сортиментов определяли суммированием (нарастающим итогом) полученных таким образом парных произведений.

Несмотря на явную простоту алгоритма, его реализация потребовала применения в составе устройства всех узлов, характерных для универсальной цифровой вычислительной машины: блоков ввода-вывода, блока управления, арифметического устройства, блоков постоянной памяти, а также других. Однако все блоки рассматриваемого устройства связаны жестким алгоритмом решения двух типовых задач на основе использования одной математической зависимости.

Такой принцип построения ограничивает алгоритмическую гибкость устройства учета. Кроме того, при создании автоматизированной системы учета, работающей в составе полуавтоматической линии по первичной обработке круглого леса и основанной на использовании автокубатурника табличных объемов, не представляется возможным обеспечить объективность результирующих объемов всех видов круглого леса, находящихся в обработке (хлыстов, сортиментов отходов). Это вызвано тем, что для определения объема поступающих в обработку хлыстов (первичного продукта) используются так называемые таблицы, дающие погрешность $\pm 20\%$, а для определения объема сортиментов (вторичного продукта) используются таблицы ГОСТа 2708—44, дающие погрешность $\pm 6\%$.

В результате в такой системе не может быть достигнута полная объективность показателей учета из-за нарушения баланса

$$V_{\text{хл}} = \Sigma V_{\text{бр}} + V_{\text{отх}},$$

где $V_{\text{хл}}$ — объем хлыста, м³;

$\Sigma V_{\text{бр}}$ — объем выпиленных из хлыстов бревен, м³;

$V_{\text{отх}}$ — объем отходов, м³.

* Жук В. И., Серов Б. В. Устройство для учета объемов круглых лесоматериалов и пиломатериалов. Авт. свид. № 161147. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1964, № 6.

С учетом вышеизложенного на кафедре автоматизации Сибирского технологического института были проведены исследования с целью создания устройства, обладающего алгоритмической гибкостью и позволяющего получить объективные учетные показатели всех видов круглого леса при его первичной обработке на высокопроизводительных полуавтоматических линиях.

Для этой цели в состав устройства была введена малогабаритная электронная цифровая вычислительная машина с программируемым управлением и возможностью автоматического ввода-вывода информации. Устройство определяет объемы хлыстов и выпиленных из них сортиментов в процессе работы полуавтоматической линии единым методом, основанным на использовании математических моделей образующих хлыстов древесных пород [4]

$$d_{\tau} = d_{0,5} \sum_{n=0}^4 a_n \left(\frac{l}{H} \right)^n,$$

где d_{τ} — текущий диаметр хлыста без коры, начиная от комля, см;
 $d_{0,5}$ — диаметр хлыста на середине длины без коры, см;
 l — текущая длина хлыста, считая от комля, м;
 H — полная длина хлыста, м;
 a_n — эмпирические коэффициенты, значение которых определяется породой древесины.

Суть метода заключается в том, что на основании схемы раскря хлыста на бревна, геометрических размеров хлыста (H , $d_{0,5}$) и породы получают следующие зависимости:

$$V_{\text{хл}} = \frac{\pi}{4} \int_0^H d_{\tau}^2 dl = F \frac{\pi}{4} d_{0,5}^2 H;$$

$$v_i = \frac{\pi}{4} \int_{l_{i-1}}^{l_i} d_{\tau}^2 dl,$$

здесь $V_{\text{хл}}$ — объем хлыста, м³;
 v_i — объем i -того бревна, получаемого из хлыста;
 F — обобщенный эмпирический коэффициент формы хлыста древесной породы;
 $i = 1, 2, \dots, m$;
 m — число распилов хлыста.

В результате, пренебрегая опилками, можно утверждать, что объем древесины хлыста равен сумме объемов полученных из него бревен и объемов верхних и комлевых отходов.

На рис. 1 представлена структурно-функциональная схема устройства автоматической обработки информации для учета хлыстов и бревен.

Устройство состоит из малогабаритной (масса 18 кг) ЭВМ (1) типа «Электроника-С50М» с программируемым управлением, блока синхронизации (2), блока (3) формирования и ввода машинных кодов значений диаметра на середине длины хлыста в коре $D_{0,5}$, длины хлыста H и длины откомлевки l_0 , блока (4) формирования и ввода машинных кодов значений длин выпиленных бревен l_1, l_2, \dots, l_5 , блока (5) постоянного запоминающего устройства для хранения и ввода машинных кодов значений постоянных коэффициентов древесных пород, блока (6) формирования машинных кодов обращения к подпрограммам, выходного блока (7).

ЭВМ 1 предназначена для выполнения всех вычислительных операций и основной части логических, необходимых при реализации алгоритма работы устройства по про-

грамме, вводимой в ее оперативную память с магнитной ленты встроенного магнитофона перед началом работы полуавтоматической линии. Блок 2 осуществляет выработку синхросигналов и команды «Пуск», обеспечивающих режим обмена информацией между ЭВМ и остальными блоками в реальном масштабе времени при поштучной обработке хлыстов на полуавтоматической линии. Он же вырабатывает синхросигналы, по которым осуществляется прием информации от устройства автоматического измерения (УАИ) геометрических параметров хлыстов. Блок 3 осуществляет прием от УАИ и преобразовывает в машинные коды информацию о значениях параметров $D_{0,5}$, H , l_0 . Поступающая от УАИ информация для значений $D_{0,5}$ должна быть в виде длительности одного или серии импульсов потенциала, для значений H и l_0 — в виде количества импульсов. Желательно, чтобы изменение уровня потенциала и сами уровни находились в соответствии с характеристиками элементной базы устройства (микросхемы серии К155). Поступающая в блок 3 информация преобразуется в двоично-десятичные машинные коды за время измерения. Блок 4 формирует машинные коды значений l_1, l_2, \dots, l_5 по сигналам от релейно-контактных устройств системы управления полуавтоматической линии, отвечающих за фиксацию сменных пил при смене программы раскроя, и по логическим сигналам от УАИ, свидетельствующих о наличии или отсутствии выпиленного сорта между соответствующими пилами. Блок 5 предназначен для хранения машинных кодов постоянных коэффициентов $F, A, B, C_1, C_2, \dots, C_9$ для каждой из древесных пород и ввода их в ЭВМ при производстве вычислений (здесь F — обобщенный коэффициент формы хлыстов древесной породы; A и B — коэффициенты для вычисления поправки на толщину коры; C_1, C_2, \dots, C_9 — коэффициенты полинома для вычисления объема бревен).

Блок 5 построен по принципу диодных запоминающих устройств [1] и состоит из набора диодных матриц (по одной для каждой из древесных пород), узла выбора матриц и узла выбора коэффициента. Причем допускается смена информации либо путем замены матрицы, либо путем перепайки диодов. Выбор матрицы осуществляется по сигналу от оператора раскрывочного агрегата полуавтоматической линии, а выбор коэффициентов происходит по инициативе ЭВМ.

Блок 6 формирует коды обращения к подпрограммам, входящим в основную программу. Программа записывается в оперативную память машины и обеспечивает хранение, с накоплением итоговых показателей, системы учета в фиксированных ячейках оперативной памяти и распечатку на АЦПУ значений количества штук и объема сортиментов того из карманов-накопителей линии, из которого произошла выгрузка.

Соответствующие коды обращения к подпрограммам формируются по логическим сигналам от релейно-контактных устройств управления исполнительными механизмами, распределяющими бревна по адресам их накопления после распиловки хлыста, и по сигналам от конечных выключателей, срабатывающих при выгрузке соответствующего кармана-накопителя.

Блок 7 предназначен для вывода цифровой информации содержимого операционного регистра ЭВМ на автоматическое цифropoleчатющее устройство (АЦПУ) типа Ф595К.

Блок-схема алгоритма, определяющего последовательность функционирования и работу устройства, представлена на содержательном уровне на рис. 2.

Работу устройства в составе автоматизированной системы учета для полуавтоматической линии с поперечным перемещением хлыстов [3] можно рассмотреть по функциональной схеме автоматизации на рис. 3.

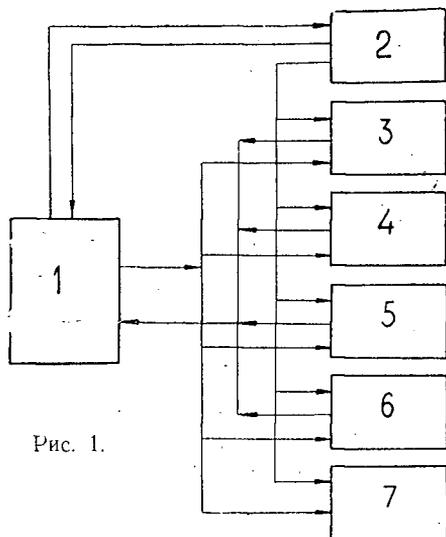


Рис. 1.

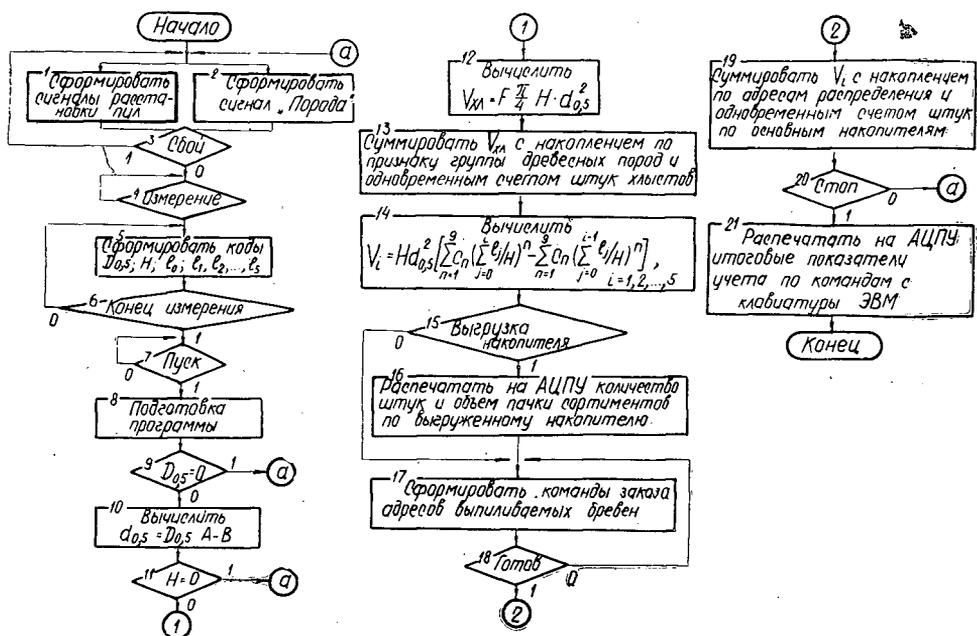


Рис. 2.

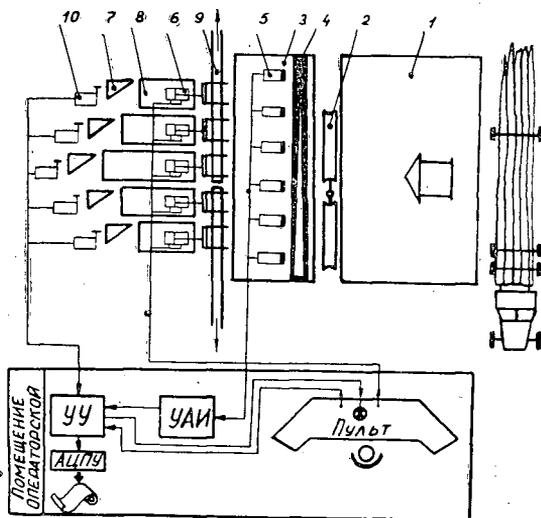


Рис. 3.

Подвозимые с верхних складов пачки хлыстов выгружают на эстакаду 1, на которой посредством транспортно-распределительных механизмов пачки растаскивают и формируют обгороженную поперечную сеть хлыстов. Далее из этой сети посредством вращающихся лотковых барабанов 2 поштучно захватывают хлысты и подают их на многоцильный раскряжевочный агрегат 3. При поперечном надвигании на пилы раскряжевочного агрегата хлыст проходит зону измерения 4. Геометрические параметры измеряют с помощью датчиков 5 УАИ. (В качестве УАИ предлагают использовать многокамерный телевизионный автомат, однако принципиально до-

пускают применять УАИ, основанное на любых технических принципах, например в виде системы рычажных датчиков, примененных в устройстве*.

В процессе измерения в устройстве для учета хлыстов и бревен (УУ) поступают сигналы о значениях $D_{0,5}$, H , l_0 , а также сигналы, свидетельствующие о наличии или отсутствии выпиливаемого сортамента между соответствующими пилами. По окончании момента измерения оператору выдается световой сигнал о необходимости заказа адреса выпиливаемых бревен. По истечении 10 с сигнальная лампочка гаснет, а сформированные оператором с помощью кнопок команды поступают в УУ (блок 6) и через схему временной задержки, синхронизированную с движением транспортеров раскряжевочного агрегата, — к исполнительным механизмам 6, положение которых определит попадание выпиленных бревен либо в карманы-наполнители 7 деловой древесины (с помощью поперечных транспортеров 8), либо в накопители фаутной и лиственной древесины (при помощи продольных выносных транспортеров 9).

Сигналы о перестановке пил раскряжевочного агрегата и сигнал «Порода» (при смене породы поступающего в обработку хлыста), имеющие в основном эпизодический характер, должны вводиться в УУ до момента попадания хлыста в зону обмера.

В момент выгрузки какого-либо из карманов-накопителей 7 (которая может произойти в произвольный момент времени по мере наполнения) УУ, выполняя подпрограмму, обращение к которой произойдет на основании сигнала от соответствующего конечного выключателя 10, выдаст в выходной блок информацию по выгруженному карману: номер кармана, количество выгруженных бревен (шт.) и суммарный объем выгруженной пачки (m^3).

Через требуемый промежуток времени, например по окончании рабочей смены, УУ по команде с клавиатуры ЭВМ произведет распечатку итоговых показателей: суммарный объем древесины в хлыстах, суммарный объем деловой древесины, суммарный объем фаутной и лиственной древесины, суммарный объем отходов.

Предлагаемое устройство обеспечивает учет хлыстов и сортиментов на основе единого метода и дает возможность получить полную объективность учетных показателей, допускает гибкое программирование, позволяющее вносить корректирующие изменения в исходный алгоритм без реконструкции устройства при перспективных технологических и производственных изменениях внутренней структуры промышленного предприятия по переработке круглого леса, допускает сопряжение со стандартными информационно-техническими средствами, что упрощает использование устройства в составе АСУ-ТП.

Проведенные летом 1977 г. на нижнем складе Придивинского ЛПХ производственные испытания экспериментального образца устройства учета дали положительные результаты.

* Жодзишский Г. А., Кричевский М. В., Пивоварчук Б. В. Измерительное устройство информационно-логической системы автоматического учета объемов и количества лесоматериалов. Авт. свид. № 301525. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1971, № 14.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев В. Н. Заполняющее устройство для постоянных коэффициентов древесных пород. — Механизация и автоматизация деревообрабатывающих производств. Межвуз. сб. научн. тр. Вып. 5. Красноярск, РИО СибТИ, 1977, с. 34—42.
- [2]. Вильке Г. А. Автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. М., «Лесная промышленность», 1972. 416 с. [3]. Гуслицер И. И. Полуавтоматическая линия с поперечно-продольным перемещением круглого леса для склада сырья лесозавода. — Механизация и автоматизация деревообрабатывающих производств. Межвуз. сб. научн. тр. по механической технологии древесины. Раздел II, Вып. 3. РИО СибТИ, Красноярск, 1975, с. 92—98. [4]. Петровский В. С. Автоматическая оптимизация раскрытия древесных стволов. М., «Лесная промышленность», 1970. 184 с.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.61

О РАСЧЕТНОЙ ЛЕСОСЕКЕ *

Л. И. ИЛЬЕВ

Гомельский государственный университет

Рассматриваются роль и значение показателя объема лесопользования как важного инструмента планирования производства лесопродукции и степени использования лесных ресурсов страны, а также различные принципиальные методологические подходы к определению величины расчетной лесосеки.

Практика свидетельствует, что в ряде случаев по объективным причинам объем пользования превышает расчетную лесосеку, а когда объемы рубок находятся в пределах расчетной лесосеки, положение считается удовлетворительным. Расчетная лесосека, таким образом, выступает как мерило уровня ведения хозяйства в лесу, степени использования лесных ресурсов.

Разделяя мнение, что расчетная лесосека является важным инструментом планирования и проведения заготовок древесины, фактором лесоводственного и биологического регулирования пользования лесом, мы хотим коснуться экономического аспекта принципов определения расчетной лесосеки и вытекающих отсюда последствий.

Прежде всего о научной основе принципа определения расчетной лесосеки. Н. П. Анучин в учебнике «Лесоустройство» [1] отмечает, что основой ведения лесного хозяйства является его построение по принципу непрерывности (постоянства) и относительной равномерности пользования. Нормальная лесосека (расчет пользования, определяемый путем деления покрытой лесом площади хозяйства на число лет в обороте рубки), по мнению Н. П. Анучина, «служит исходной теоретической базой для всех последующих расчетов пользования лесом, которые носят разные названия» (с. 371). Это относится к лесосеке по спелости, первой и второй возрастной лесосеке, лесосеке по приросту. «По существу, — подчеркивает Н. П. Анучин, — они представляют собой ту же нормальную лесосеку, но определяемую не по всей площади хозяйства и общему числу лет в обороте рубки, а по определенной части или доле этих величин» (с. 371). И далее автор заключает: «Таким образом, нормальная лесосека, как основной способ расчета, определяющий размер пользования лесом, оправдывается теорией, практикой и длительной историей лесоустройства» (с. 372).

Изложенное означает, что теоретической основой различных модификаций расчетной лесосеки является нормальная лесосека, принципы которой, по нашему мнению, полностью соответствовали ведению хозяйства в частных лесных дачах и совершенно недостаточно вписываются в современное лесное хозяйство в связи с отсутствием четкой экономической основы.

Расчетная лесосека, как известно, определяет количество леса, проектируемого под ежегодную рубку. В основу расчета годичной ле-

* Печатается в порядке обсуждения.

сосеки должен быть положен учет лесобиологических, экономических и технических факторов. Фактически же учитывается лишь наличие запасов спелых, перестойных и средневозрастных насаждений и распределение насаждений по возрастам и состоянию древостоев. Экономические факторы в силу ряда причин лесоустроителями не учитываются.

На это обстоятельство совершенно справедливо обращает внимание Н. П. Анучин [2]. Он правильно отмечает, что объемы лесозаготовок не всегда пропорциональны имеющимся лесосырьевым ресурсам. Они зависят от комплекса экономических условий (наличия рабочей силы, объемов капиталовложений, технической вооруженности производства и т. д.). Поскольку в конечном счете именно экономические факторы определяют объемы лесозаготовок, последние не соответствуют наличию сырьевых ресурсов.

Бесспорно, принцип неистощительного и непрерывного пользования лесом должен соблюдаться в целом по стране или крупным экономическим районам. Но требовать его неукоснительного выполнения применительно к каждой лесной даче или отдельному хозяйству представляется неправильным.

Видимо, в дополнение к определяемым расчетным лесосекам, характеризующим лесоводственные и биологические возможности леса, следует добавлять экономические факторы и с их помощью корректировать конечный объем пользования. Расчетная лесосека должна быть не механической суммой расчетных величин по отдельным объектам, а тщательно обоснованной и с позиций экономических возможностей расширения пользования лесом и обеспечения лесовосстановительных работ.

При определении объема пользования в каждом конкретном случае должны быть учтены технические возможности организации лесозаготовок, наличие транспортных магистралей и способов транспортировки древесины, сроки амортизации основных производственных фондов и др. Обязателен учет возможностей научно-технического прогресса (развитие вахтового метода лесозаготовок, внедрение новой лесозаготовительной техники, высокая мобильность трудовых ресурсов).

Значительные коррективы в размеры расчетной лесосеки внесет и внедрение в лесозаготовительные работы методов первичной транспортировки древесины с помощью летательных аппаратов. Журнал «Курьер Юнеско» (май 1978 г.) сообщает об успешном применении вертолетов в США при транспортировке спецсортиментов из труднодоступных участков леса.

С позиций учета экономических факторов вопросы концентрации рубок, форсированная рубка спелых и перестойных насаждений приобретают иную окраску.

Оторванность методологии определения расчетной лесосеки от экономических принципов породила в последнее время попытки увязать объемы лесопользования с комплексом экономических факторов. Один из заслуживающих внимания подходов предлагает Т. С. Лобовиков [4, 5]. Последовательно и аргументированно он развивает концепцию стадийности лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности. При этом автор справедливо подчеркивает, что лесные предприятия, организация лесопромышленного и лесохозяйственного производства динамичны, меняются в связи с развитием различных форм лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов. Т. С. Лобовиков подходит к оценке деятельности лесных предприятий с строго экономических и лесоводственных позиций, отражающих диалектику движения.

Предлагаемая им теория стадийности зиждется на принципе форсированной рубки спелых и перестойных насаждений с последующей интенсификацией деятельности постоянно действующих лесных предприятий, за счет расширения рубок ухода и других видов пользования лесом. В данном случае имеют место переменные объемы и структура деятельности комплексных лесных предприятий. Это дает полное основание считать концепцию Т. С. Лобовикова последовательной и логичной. При этом автор четко увязывает стадийность деятельности лесных предприятий с вопросами воспроизводства лесных ресурсов.

На поставленный вопрос «чем достигается расширенное воспроизводство лесных ресурсов?» автор дает четкий ответ, удовлетворяющий как лесоводственным, так и экономическим требованиям. С точки зрения развиваемых Т. С. Лобовиковым принципиальных схем чередования сплошных, выборочных рубок и рубок ухода за лесом вполне оправдана форсированная рубка спелых и перестойных насаждений, как средство повышения продуктивности леса и увеличения объема пользования. С подобной постановкой вопроса полностью солидаризируется и позиция Н. П. Анучина, который в написанных им главах книги «Лесоустройство» Н. Н. Чикилевского [6] подчеркивает необходимость ускоренной, интенсивной эксплуатации спелых и перестойных насаждений в целях замены их молодыми, хорошо продуцирующими насаждениями (с. 202, 212).

В этой связи вызывает недоумение выступление Н. П. Анучина со статьей [3], в которой подвергается критике концепция Т. С. Лобовикова и делается вывод об отсутствии приемлемых конструктивных предложений, которые можно было бы положить в основу организации постоянно действующих лесных предприятий.

В последовательно развиваемых концепциях Т. С. Лобовикова делаются (может быть, и не во всех случаях бесспорные) попытки решить насущные проблемы дальнейшего развития лесных отраслей, которые со всей остротой поставлены практикой.

В этих условиях подобная полемика не дает желаемых результатов, тем более, что Н. П. Анучин ранее неоднократно занимал аналогичную позицию, о чем свидетельствует рассмотренная выше его точка зрения на теоретическую основу расчетной лесосеки и принципы ее определения.

Н. П. Анучин считает, что предложения Т. С. Лобовикова о стадийности развития противоречат идее постоянства пользования лесом. Но ведь сама идея постоянства пользования содержит противоречия экономического порядка (хотя бы принципа расширенного воспроизводства). Так что наличие противоречия еще не служит основанием для критики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Лесоустройство. М., Сельхозгиз, 1962. [2]. Анучин Н. П. Обоснование резервов предприятий с непрерывным неистощительным использованием. — «Лесное хозяйство», 1977, № 2. [3]. Анучин Н. П. В защиту постоянно действующих лесных предприятий. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1978, № 2. [4]. Лобовиков Т. С. Лесные предприятия будущего. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 3. [5]. Лобовиков Т. С. Лесные предприятия будущего и воспроизводство лесных ресурсов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 4. [6]. Чикилевский Н. Н. Лесоустройство. М.—Л., Гослесбуиздат, 1957.

УДК 630* : 65.0.14

К ВОПРОСУ О ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВЕДЕНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Г. С. ХИТРИНА

Уральский лесотехнический институт

Рассматриваются возможные пути совершенствования организационной структуры предприятий лесного хозяйства Свердловской области с учетом достигнутого уровня лесопользования и интенсивности лесного хозяйства.

Интенсивность лесного хозяйства во многом определяется достигнутым в отдельных районах уровнем лесопользования. Характер лесопользования и то, кем оно осуществляется, оказывают влияние на формирование структуры деятельности предприятий лесного хозяйства, усложнение которой вызывает, в свою очередь, необходимость совершенствования управления производством.

При поиске новых организационных форм учитываются особенности ведения хозяйства в каждом конкретном предприятии, сложившийся уровень интенсивности лесного хозяйства, а также перспективные направления лесовыращивания и лесопользования.

Свердловская область отличается разнообразием природно-экономических условий, что вызвало создание предприятий лесного хозяйства с неодинаковым уровнем интенсивности.

Если северные лесхозы области характеризуются значительными площадями (до 1,6 млн. га) и экстенсивными формами ведения хозяйства, то предприятиям южных районов свойственно развитие интенсивных форм.

На территории области в зависимости от состояния лесопользования, плотности населения, густоты дорожной сети и других экономических факторов можно выделить три группы предприятий [4]: с низкой (I); средней (II) и высокой (III) интенсивностью, с обособлением подгрупп очень низкой (Ia) и очень высокой (IIIa) интенсивности (табл. 1).

Таблица 1

Показатели интенсивности лесного хозяйства Свердловской области в расчете на 1 га

| Группы интенсивности | Операционные затраты, р. | | Основные фонды, р. | | Объем лесохозяйственного производства, р. | Промежуточное пользование, м ³ | Товарная продукция, р. |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|---|---|------------------------|
| | всего | из них производственные | всего | в том числе лесного хозяйства | | | |
| Ia | До 0,50 | До 0,25 | До 0,50 | До 0,20 | До 0,50 | До 0,10 | До 0,50 |
| I | 0,51—1 | 0,26—0,5 | 0,51—1,6 | 0,21—0,45 | 0,51—1 | 0,11—0,2 | 0,51—2 |
| II | 1,01—2 | 0,51—1 | 1,51—4 | 0,46—1,2 | 1,01—2 | 0,21—0,35 | 2,01—5 |
| III | 2,01—4 | 1,01—2 | 4,01—7 | 1,21—3,5 | 2,01—4 | 0,36—0,6 | 5,01—9 |
| IIIa | Свыше 4 | Свыше 2 | Свыше 7 | Свыше 3,5 | Свыше 4 | Свыше 0,6 | Свыше 9 |

У предприятий, входящих в одну группу, есть общие направления хозяйства, им присущ определенный комплекс лесохозяйственных мероприятий.

В подгруппу очень низкой интенсивности вошло четыре значительных по площади лесхоза, расположенных в северной части области. На их территории действуют крупные лесозаготовительные предприятия, что обуславливает большие объемы отвода лесосек главного пользования и лесокультурных мероприятий. При этом в общем комплексе лесокультурных работ преобладают посев и уход за лесными культурами.

К группе низкой интенсивности отнесены восемь лесхозов северной и центральной части области, для которых также характерны значительные площади, малая населенность территории. Древесина от рубок ухода здесь имеет ограниченный сбыт. Лесокультурные работы (посев и посадка) проводятся в больших объемах. Развиваются хозрасчетные производства.

Четырнадцать лесхозов центральной части вошли в группу средней интенсивности. В них в больших объемах ведется посадка леса. Во всех лесхозах данной группы имеются цехи ширпотреба.

Группа высокой интенсивности включает четырнадцать лесхозов, находящихся вблизи крупных промышленных центров южной части области. Они невелики по площади. Здесь хорошо развита дорожная сеть. Расширению хозрасчетных производств в этих лесхозах способствует наличие потребителей продукции. Значительное место в объеме производства занимает охрана и защита леса.

В подгруппу очень высокой интенсивности обособились три лесхоза, прилегающие к г. Свердловску. Лесокультурные работы ведутся в них в ограниченных объемах. Основное внимание уделяется охране и защите леса. Лесной фонд данных лесхозов включает лесопарковые зоны. В этих лесхозах наиболее высок объем товарной продукции на 1 га площади.

Состояние ведения хозяйства в предприятиях, отнесенных к определенной группе интенсивности, не остается на одном уровне. Происходит постоянное развитие во времени интенсивных форм, но проявление их в лесхозах неоднозначно, что ведет к формированию разных типов предприятий.

В ряде лесхозов, расположенных вблизи г. Свердловска, назревает необходимость специализации их как предприятий рекреационного пользования (Верх-Исетский лесхоз).

В центральной и особенно южной части области наблюдается развитие двух процессов, ведущих к формированию комплексных предприятий. С одной стороны, лесхозы данных районов, выполняя значительные объемы рубок ухода за лесом, осуществляют рубки главного пользования, лесопиление, производство тары. В них имеются возможности для развития производств на базе побочных пользований лесом и выпуска хвойно-витаминной муки. Таким образом, лесхозы становятся многоотраслевыми.

С другой стороны, некоторые расположенные здесь лесозаготовительные предприятия, в связи с истощением лесосырьевых ресурсов, близки к выбытию или трансформации в комплексные [2], осуществляющие, наряду с лесозаготовками и переработкой древесины, работы по лесовыращиванию. Примером такого комплексного предприятия может служить действующий в настоящее время Бисертский леспромхоз Свердловского научно-производственного лесозаготовительного объединения [3].

Полагаем, что в условиях центральной и южной частей области организация комплексных лесных предприятий может идти двумя путями.

1. Создание производственных лесохозяйственных объединений, включающих специализированные подразделения и службы, занятые выполнением функций управления лесами, производством комплекса работ по лесовыращиванию и использованию лесных ресурсов. Такое направление возможно для тех лесхозов, где рубки главного пользования ведутся мелкими лесозаготовительными организациями — самозаготовителями (Егоршинский, Режевской, Ирбитский лесхозы и др.).

2. Формирование комплексных предприятий на основе производственных лесозаготовительных объединений (Полевсклес, Талицалес и др.). Однако создание подобного типа предприятий не должно вести к ослаблению функции управления лесами. Этой стороне вопроса мало уделяется внимания в имеющихся разработках Уралгипролеспрома по обоснованию предприятий постоянного действия в условиях Свердловской области. Передача в многолесных районах функций лесофондодержателя предприятиям, где ведущая роль принадлежит лесозаготовкам, как показал опыт, не дает положительных результатов.

Считаем, что при организации комплексных предприятий на базе действующих лесозаготовительных объединений целесообразно сохранить выполнение функций лесофондодержателя за лесохозяйственными предприятиями, полностью или частично освободив их от выполнения комплекса работ по воспроизводству леса. Это не означает возврата к экстенсивным формам ведения хозяйства, так как подобная специализация позволила бы осуществлять функции управления лесами на качественно новом уровне.

Выполнение производственных работ по лесовосстановлению, уходу за лесом входило бы в сферу деятельности комплексных предприятий, работающих на территории лесофондодержателя, но лишенных функции управления лесами [1]. Предприятие-лесофондодержатель принимало бы законченные лесохозяйственные объекты, оценивая качество выполненных работ, что дало бы возможность производить оплату их по планово-расчетным ценам и способствовало развитию хозрасчетных отношений в лесовыращивании.

Для северных предприятий области структура деятельности остается традиционной, с преобладанием функции управления лесами. Улучшению выполнения этой функции способствовало бы сокращение площади лесничеств, участков, обходов. В данных лесхозах нет цехов ширпотреба, что объясняется недостатком рабочей силы, ограниченностью сбыта продукции, отсутствием дорожной сети. Комбинирование в этих условиях можно направить по пути развития охотничьих промыслов, производств по заготовке грибов, ягод, привлекая сезонных работников на период сбора.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Джикович В. Л. Экономика лесного хозяйства. М., «Лесная промышленность», 1970. 320 с. [2]. Петрова Л. А. К анализу процесса развития и трансформации лесозаготовительных предприятий. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 5, с. 145—148. [3]. Сударев В. Г., Михеев Н. И. Экономическая оценка организации комплексных лесных предприятий. М., ВНИПИЭИлеспром, 1971, с. 49. [4]. Хитрина Г. С., Калужная Н. Г., Широких В. И. Интенсивность ведения лесного хозяйства в Свердловской области. — Сборник трудов УЛТИ. Экономика лесной промышленности. 1976, № 33, с. 91—96.

УДК 333.32 : 634.0.79

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ДОХОДОВ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т. И. НОВГОРОВОДА

Архангельский лесотехнический институт

В статье рассмотрен уровень эксплуатационных затрат и доходов жилищно-коммунального хозяйства предприятий объединения Архангельсклеспром за 1968—1975 гг. и сделана попытка их прогнозирования к 2000 г.

Социализму присущи новые по характеру и социальной направленности принципы распределения и потребления жилищ. В отличие от капитализма, при социализме распределение и потребление жилищного фонда в государственном секторе утрачивает эквивалентно-возмездный характер. Это выражается в том, что квартиры предоставляются бесплатно, а квартирная плата не определяется стоимостью жилья и расходами по его содержанию.

Для определения эксплуатационных расходов предприятия составляют сметы, в которых сосредоточены все основные показатели хозяйства, связанные с реализацией услуг жилищно-коммунального хозяйства.

Основными источниками доходов при эксплуатации жилищного фонда являются: квартирная плата, плата за площадь в общежитиях коечного типа и арендная плата за нежилые помещения. Несмотря на низкий уровень квартирной платы, она составляет наибольшую часть общих доходов по эксплуатации жилищного фонда.

Из чего же складываются расходы жилищного хозяйства? По разделу А сметы по эксплуатации жилищного фонда, представляемой в составе годового отчета (форма 19), они сгруппированы по следующим разделам.

Содержание аппарата управления. Здесь отражается заработная плата аппарата управления жилищным хозяйством, начисления на нее, канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы, затраты на разъезды, отопление и освещение конторы.

Содержание обслуживающего персонала. По этому разделу предусматриваются расходы на заработную плату дворников, уборщиц мест общего пользования в жилых домах, расходы на спецодежду и социальное страхование.

Содержание домохозяйства. Все виды работ, которые должны обеспечивать необходимый уровень санитарно-гигиенического состояния домохозяйства, финансируются по этому разделу, независимо от того, кем они выполняются.

Текущий ремонт. Сюда относятся профилактические работы, т. е. планово-предупредительный ремонт и ликвидация мелких повреждений. Специальных фондов текущего ремонта и отчислений в этот фонд не существует, а расходы производятся за счет и в пределах собственных доходов домового хозяйства. За счет средств текущего ремонта выплачивается заработная плата ремонтно-строительным рабочим,

возмещается стоимость материалов, износ инструмента и оборудования, используемого при текущем ремонте.

Отчисления в фонд амортизации. По жилым зданиям амортизационные отчисления направляются на капитальный ремонт. По жилищным хозяйствам, находящимся в ведении хозрасчетных предприятий, сумма амортизации складывается из 20% отчислений от арендной платы за нежилые помещения и превышения доходов над расходами. Если этих сумм недостаточно или нет совсем, то расходы или разрыв покрываются за счет средств, предусмотренных на эти цели финансовыми планами предприятий.

В целом по объединению Архангельсклеспром уровень расходов по эксплуатации жилищно-коммунального хозяйства превысил доходы в 5,5 раза. Расходы по содержанию коммунального хозяйства составили 41,2% общих расходов. Наибольшая часть расходов по эксплуатации жилищного фонда приходится на амортизацию и текущий ремонт (86,2%).

Рассмотрим уровень эксплуатационных затрат жилищного фонда предприятий объединения Архангельсклеспром и рассчитаем соотношение доходов и расходов на 1 м² жилой площади и на одного проживающего.

Таблица 1

| Годы | Количество проживающих, тыс. чел. | Доходы (числитель) и расходы (знаменатель) | | | |
|------|-----------------------------------|--|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | | общие, тыс. р. | на одного проживающего, р. | на 1 м ² жилой площади, р. | на одну койку в общежитии, р. |
| 1968 | 217,5 | 2221 | 10,21 | 1,43 | 18,1 |
| | | 10292 | 47,32 | 6,65 | 195,0 |
| 1970 | 214,4 | 2281 | 10,63 | 1,46 | 21,8 |
| | | 10099 | 47,10 | 6,49 | 203,1 |
| 1974 | 200,0 | 2508 | 12,50 | 1,54 | 19,6 |
| | | 10707 | 53,50 | 6,62 | 215,0 |
| 1975 | 203,7 | 2626 | 12,89 | 1,57 | 21,4 |
| | | 13110 | 64,37 | 7,85 | 234,4 |

Данные табл. 1 наглядно отражают уровень и соотношение доходов и расходов по эксплуатации жилфонда квартирного типа и общежитий. Соотношение меняется в пользу бесплатных услуг. Доля, покрываемая государством, увеличивается; только за один год она возросла с 76,7 до 80%. В 1975 г. расходы на содержание жилищного хозяйства в расчете на 1 м² площади возросли на 19% при стабильных доходах. Расходы по эксплуатации общежитий только на 9% покрываются платой за пользование ими.

Доходы коммунального хозяйства полностью состоят из платы населения за коммунальные услуги (водопровод, теплофикация, канализация, бани) и возмещают совсем незначительную часть всех расходов по его эксплуатации (в 1975 г. — 17,6%). Амортизационные отчисления, которые, в отличие от объектов жилищного хозяйства, идут не только на капитальный ремонт, но и на полное восстановление, составляют 22% расходов коммунального хозяйства. Растут ассигнования на проведение благоустройства населенных пунктов, в 1975 г. они равнялись 96,7 тыс. р.

Расходы по коммунальному хозяйству на одного проживающего в 1975 г. составили 12,28 р., а по предприятиям объединения колеб-

лются от 25 до 6,28 р. Эта разница в известной мере характеризует степень благоустройства жилого фонда.

С ростом благоустройства жилфонда увеличиваются убытки, связанные с его эксплуатацией. В 1975 г. по объединению Архангельсклеспром они составили 14,3 млн. р., в том числе по коммунальному хозяйству — 2,1 млн. р., или 14,4%. Характерно, что около трети убытков коммунального хозяйства объединения приходилось на долю Луковецкого леспромхоза, который имеет современный жилфонд со всеми необходимыми коммунально-бытовыми услугами.

При прогнозировании изменения эксплуатационных затрат в будущем мы вправе полагать, что:

1) прирост жилищного фонда и улучшение его качества повлекут за собой увеличение затрат на его содержание. Затраты в расчете на одного проживающего будут увеличиваться ускоренными темпами по сравнению с затратами на 1 м² жилой площади, ввиду увеличения прогнозируемой нормы жилья на человека. За период 1976—1990 гг. расходы на 1 м² жилой площади возрастут примерно в 1,33, а на проживающего — в 1,65 раза. Увеличение расходов за этот период объясняется частично принятием удвоенных норм амортизации на капитальный ремонт, ввиду большой доли жилья, требующего ремонта. После приведения жилищного фонда в надлежащее состояние можно отказаться от повышенных амортизационных норм, что приведет к снижению затрат на 1 м² жилой площади до уровня 1975 г.;

2) доходы на одного проживающего (квартирная плата) будут увеличиваться только по мере увеличения обеспеченности жилплощадью;

3) развитие коммунального хозяйства не может быть лишь пропорциональным приросту жилфонда, ибо оно связано с повышением степени благоустройства всего эксплуатируемого жилищного фонда. Ввиду низкого уровня благоустройства существующего жилфонда необходимо опережающее развитие коммунального хозяйства по сравнению с жилищным. Кроме того, в районах нового строительства создание коммунального хозяйства должно опережать по времени жилищное строительство, а в целом строительство объектов жилищно-коммунального хозяйства должно предшествовать производственному строительству. Расходы по эксплуатации коммунального хозяйства к 1990 г. увеличатся по сравнению с 1975 г. примерно в 6 раз;

4) с ростом уровня обеспеченности фондами жилищно-коммунального хозяйства доходы будут увеличиваться ускоренно, что приведет к повышению доли платных услуг с 0,19 до 0,31 к 2000 г.

Поступила 9 ноября 1978 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 576.8.094.83 : 581.821.2.

СОСТОЯНИЕ ПИГМЕНТОВ КОРЫ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

С. О. ЦАРЕГОРОДЦЕВА

Институт леса Карельского филиала АН СССР

Кора березы, ели и сосны содержит сравнительно высокое количество хлорофилла и каротиноидов в зимнее время. С увеличением возраста дерева в его коре заметно возрастает содержание зеленых и, особенно, желтых пигментов и повышается прочность связи пигментов с белками.

Пигменты коры древесных растений способствуют повышению морозостойкости растений. Литературные данные свидетельствуют о высокой прочности связи пигментов коры с белковым носителем у различных южных вечнозеленых и плодовых культур в зимнее время [3, 4, 5, 8]. В условиях Севера такие исследования не проводились.

Мы изучали содержание и состояние пигментов в коре разновозрастных деревьев ели, сосны и березы, произрастающих в Карелии.

Содержание пигментов определяли по Т. Н. Годневу [1], прочность связи пигментов с белками — по О. П. Осиповой [2]. Для анализа брали кору с двухлетних побегов и анализировали в свежем виде.

Результаты исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Рис. 1. Извлекаемость пигментов коры древесных растений в зимний период 60%-ным ацетоном (% от общего содержания).

а — хлорофилл А; б — хлорофилл В; в — сумма хлорофиллов; г — сумма каротиноидов; I — береза; II — ель; III — сосна; 1 — 10–12-летние деревья; 2 — 25–30-летние; 3 — 50–60-летние.

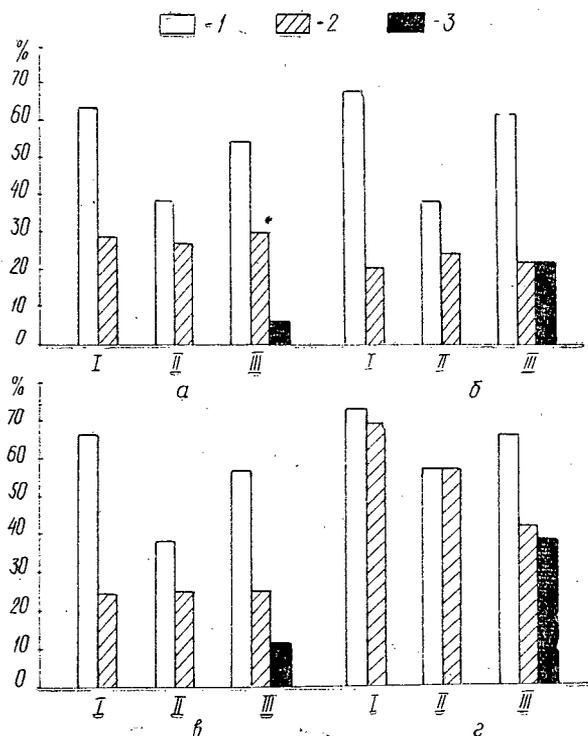


Таблица 1

| Порода | Возраст деревьев, лет | Содержание пигментов, мг/г сырого веса | | | | | Отношение пигментов | | |
|--------|-----------------------|--|---------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|--|--|
| | | Хлорофилл А | Хлорофилл В | Сумма хлорофиллов | Сумма каротиноидов | Хлорофилл А / Хлорофилл В | Хлорофиллы / Каротиноиды | | |
| Береза | 10—12 | 0,056 ± 0,002 | 0,077 ± 0,003 | 0,133 ± 0,002 | 0,180 ± 0,002 | 0,7 | 0,8 | | |
| | 25—30 | 0,291 ± 0,008 | 0,072 ± 0,001 | 0,368 ± 0,008 | 0,291 ± 0,015 | 4,1 | 1,3 | | |
| Ель | 10—12 | 0,193 ± 0,003 | 0,115 ± 0,007 | 0,308 ± 0,004 | 0,130 ± 0,002 | 1,7 | 2,4 | | |
| | 25—30 | 0,245 ± 0,005 | 0,102 ± 0,006 | 0,347 ± 0,011 | 0,507 ± 0,003 | 2,4 | 0,7 | | |
| Сосна | 10—12 | 0,192 ± 0,004 | 0,135 ± 0,002 | 0,327 ± 0,002 | 0,120 ± 0,002 | 1,4 | 2,7 | | |
| | 25—30 | 0,240 ± 0,005 | 0,100 ± 0,003 | 0,340 ± 0,003 | 0,458 ± 0,006 | 2,4 | 0,7 | | |
| | 50—60 | 0,300 ± 0,007 | 0,131 ± 0,006 | 0,431 ± 0,013 | 0,203 ± 0,008 | 2,3 | 2,1 | | |

нием возраста дерева содержание пигментов в коре повышается, особенно желтых.

В коре молодых деревьев березы, ели и сосны связь пигментов с белковым комплексом очень слаба. С повышением возраста дерева эта связь становится намного прочнее, что, очевидно, наряду с другими факторами, повышает и зимостойкость.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Годнев Т. Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск, Изд-во АН БССР, 1952. [2]. Осипова О. П. О белковом компоненте хлорофилл-белкового комплекса. — «Труды Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева», 1953, т. 8, вып. 1. [3]. Проценко Д. Ф. О природе зимостойкости и морозостойкости растений. — Конференция по физиологии устойчивости рас-

Как видно из таблицы, у всех исследуемых пород содержание зеленых и желтых пигментов в коре заметно увеличивается с возрастом дерева. Исключение составляет сосна 50—60-летнего возраста. Содержание каротиноидов у нее уменьшается. Повышение суммы зеленых пигментов происходит преимущественно за счет хлорофилла А, вследствие чего отношение хлорофилла А к хлорофиллу В с возрастом дерева увеличивается.

Содержание и соотношение всех форм пигментов в коре ели и сосны близкое.

Кора молодых деревьев березы отличается от коры хвойных пород низким количеством зеленых и более высоким содержанием желтых пигментов. У деревьев березы более старшего возраста количество хлорофилла возрастает и оказывается даже выше, чем в коре хвойных пород. Степень повышения содержания желтых пигментов в связи с увеличением возраста у разных пород неодинакова. Она ниже у березы, по сравнению с елью и сосной, в результате чего соотношение хлорофилла и каротиноидов у березы возрастает, а у хвойных деревьев — снижается. Сравнивая зимнее содержание пигментов в различных хлорофиллоносных органах сосны и ели: в хвое [6], почках [7] и коре, можно сказать, что по количеству зеленых пигментов кора занимает промежуточное положение, а по содержанию каротиноидов — первое.

О прочности связи пигментов с белково-липидным комплексом мы судили по степени их извлекаемости слабополярным растворителем (60%-ным водным раствором ацетона). Следовательно, чем меньше извлекается пигментов данным растворителем, тем прочнее их связь с белково-липидным носителем.

Результаты наших исследований состояния связи пигментов с белками в коре древесных растений зимой (рис. 1) показывают, что на эту связь влияет возраст дерева. С увеличением возраста деревьев у всех изучаемых пород наблюдалось повышение прочности связи пигментов с белково-липидным комплексом, особенно хлорофилла А. Среди молодых деревьев (10—12 лет) наибольшей прочностью связи пигментов с белками отличается ель. У деревьев более старшего возраста (25—30 лет) прочность связи зеленых пигментов с белковым компонентом почти одинакова у всех исследуемых пород. Самая прочная связь каротиноидов с белками отмечена у сосны.

Таким образом, кора древесных растений в зимний период содержит сравнительно высокое количество пластидных пигментов. С увеличе-

тений. Тезисы докладов. Киев, «Наукова думка», 1968. [4]. Проценко Д. Ф., Богомаз Е. И. Характеристика пигментной системы коры у различных по морозостойкости плодовых культур. — В сб.: Физиология устойчивости растений. М., Изд-во АН СССР, 1960. [5]. Проценко Д. Ф., Богомаз Е. И. Сезонные изменения пигментов в коре различных по морозостойкости плодовых культур. — «Вісник Київ. ун-ту, сер. біол.», 1962, вып. 1, № 5. [6]. Царегородцева С. О., Новицкая Ю. Е. Устойчивость хлорофилл-белкового комплекса хвои ели в зимних условиях Севера. — «Биологические науки», 1970, № 7. [7]. Царегородцева С. О., Новицкая Ю. Е. О состоянии пигментов в почках хвойных растений в зимне-весенний период. — «Физиология растений», 1973, т. 20, вып. 5. [8]. Чрелашвили М. Н., Джапаридзе Л. И. Изменение пластидного аппарата у вечнозеленых растений в зимний период. — В сб.: Физиология устойчивости растений. М., Изд-во АН СССР, 1960.

УДК 674.049.2 : 684.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССКАМЕР ПРИ ЭЛАСТИЧНОМ СПОСОБЕ ПРЕССОВАНИЯ ГНУТОКЛЕЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

П. В. КОСТРИКОВ, Р. А. БОГАТЫРЕВ

Конструкторский проектно-технологический институт
Минмебельдревпрома МССР

Выведены зависимости по определению давления, развиваемого пресскамерами в гидравлических прессформах для придания пакету шпона окончательного профиля, и толщины стенки пресскамеры.

Определение давления, развиваемого пресскамерами

После того, как пакет шпона изогнется под действием пуансона до требуемого радиуса R_0 , включаются в работу гидрокамеры [2].

В камеры подается жидкость (масло) под давлением. Задача сводится к определению необходимого давления масла, обеспечивающего равномерный прижим пакета шпона к формообразующему элементу-пуансону. В качестве расчетной схемы принимаем гибкую балку (арку) на двух подвижных шарнирных опорах под действием произвольно распределенной нагрузки с интенсивностью q (рис. 1). При этом считаем, что давление перпендикулярно деформированной оси балки и распределено симметрично относительно вертикали, проходящей через середину оси.

Уравнение изогнутой оси гибкой балки (если материал подчиняется закону Гука) можно записать в следующем виде:

$$\psi(S) - \psi_0(S_0) = -\frac{M(S)}{EI}, \quad (1)$$

где $\psi(S)$ — кривизна изогнутой оси балки на данной стадии изгиба;
 $\psi_0(S_0)$ — первоначальная кривизна оси балки, от которой идет процесс деформации;
 R_0 — радиус кривизны балки в момент включения в работу камер;
 S — длина дуги, отсчитываемая вдоль деформированной изогнутой оси и представляющая собой текущую координату поперечного сечения; начало отсчета идет от точки A ;
 $M(S)$ — изгибающий момент в сечении с координатой S ;
 E — модуль упругости шпона вдоль волокон;
 I — момент инерции поперечного сечения пакета листов шпона относительно нейтральной оси сечения.

Уравнения равновесия для элемента, вырезанного из непологой арки, имеют вид [1]

$$\frac{dN(S)}{dS} - Q(S)\psi(S) = 0; \quad (2)$$

$$\frac{dQ(S)}{dS} + N(S)\psi(S) = q(S); \quad (3)$$

$$\frac{dM(S)}{dS} = Q(S). \quad (4)$$

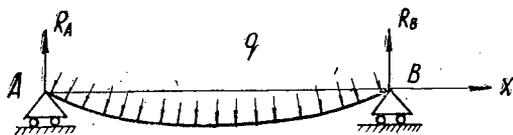


Рис. 1.

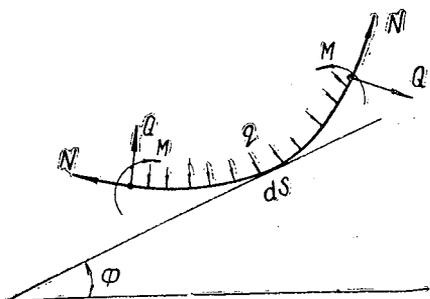


Рис. 2.

здесь $N(S)$, $Q(S)$, $M(S)$ — продольное усилие, поперечная сила и изгибающий момент в произвольном поперечном сечении арки с координатой S ;

$q(S)$ — интенсивность поперечной нагрузки;

$\psi(S)$ — кривизна оси в деформированном состоянии (рис. 2).

После соответствующих математических преобразований получим для $\psi(S)$

$$\frac{d^2\psi(S)}{dS^2} + \frac{1}{2}\psi^3(S) + \frac{C}{EI}\psi(S) = \frac{q(S)}{EI}, \quad (5)$$

где константу C определяем из следующего соотношения:

$$C = -N(0) - \frac{EI}{2}\psi^2(0). \quad (6)$$

Усредним члены в уравнении (5). При этом на интервале $0 \leq S \leq l$ под средним значением f_{cp} какой-то функции понимаем

$$f_{cp} = \frac{1}{e} \int_0^l f(S) dS; \quad (7)$$

среднюю кривизну после деформации вычисляем по формуле

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{e} \int_0^l \psi(S) dS. \quad (8)$$

Получаем

$$\frac{1}{e} \int_0^l \frac{d^2\psi(S)}{dS^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{e} \int_0^l \psi^3(S) dS - \frac{C}{e} \int_0^l \psi(S) dS = \frac{1}{EI} \int_0^l q(S) dS, \quad (9)$$

где l — длина дуги деформированной оси.

Если в среднем кривизна постоянна, то производная от этой величины весьма мала, т. е. близка к нулю. Поэтому первый член в уравнении (9) можно считать пренебрежимо малым по сравнению с остальными членами. Тогда из равенства (9) запишем следующее приближенное соотношение:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{R^3} - \frac{C}{R} = \frac{q_{cp}}{EI}. \quad (10)$$

Исследуем уравнение (10). Усилие в начале координат $N(0) = 0$. Изгибающие моменты на шарнирных опорах $M(0)$ тоже равны нулю. Учитывая это, из выражений (6) и (4) получим

$$C = -\frac{EI}{2}\psi_0^2(0) = -\frac{EI}{2} \cdot \frac{1}{R_0^2}, \quad (11)$$

здесь R_0 — радиус кривизны пакета шпона в момент включения давления в гидрокамере.

Из уравнения (10) с учетом равенства (11) получим выражение для среднего давления $q_{\text{ср}}$ в камере для доводки профиля от формы с радиусом R_0 до окончательной формы с радиусом R

$$q_{\text{ср}} = \frac{EI}{2R^3} \left[1 - \left(\frac{R}{R_0} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

Давление, которое должно быть передано на блок, примерно в 2 раза больше среднего.

Для всего пакета шпона момент инерции

$$I = \frac{b\delta^3 n}{12}.$$

где n — число листов шпона в пакете;
 δ — толщина одного листа шпона;
 b — ширина пакета.

При $b = 1$ давление в гидрокамере, необходимое для прессования,

$$q = \frac{E\delta^3 n}{12R^3} \left[1 - \left(\frac{R}{R_0} \right)^2 \right] \text{ кгс/см}^2. \quad (13)$$

Определение толщины стенки пресскамеры

Камера представляет собой замкнутый резино-кордовый цилиндр, находящийся под действием равномерного внутреннего давления. По форме сечения камеры в прессформах могут быть двух типов: 1) под прямолинейным участком профиля; 2) под криволинейным участком профиля.

Камера, находящаяся под прямолинейным участком профиля (рис. 3). После подачи давления контур поперечного сечения камеры имеет вид узкого вытянутого прямоугольника с округленными сторонами. Для расчета этих камер применима мембранная (безмоментная) теория оболочек. Исходя из этого, подсчитаем напряжения σ_1 , возникающие в широтном сечении, расположенном в плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа на рис. 3.

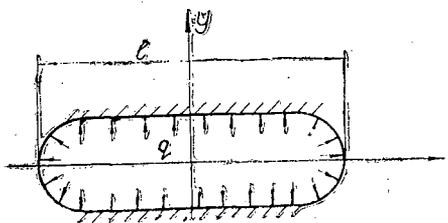


Рис. 3.

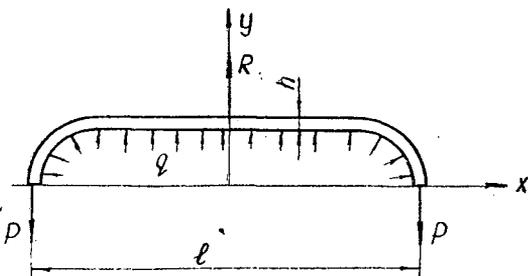


Рис. 4.

Наиболее опасное сечение проходит через ось x . Отсекаемая таким сечением часть оболочки изображена на рис. 4. Усилия P , очевидно, уравновешивают равнодействующую всех сил давления q , действующего на отсеченную часть оболочки.

Доказано, что какова бы ни была форма кривой, по которой очерчена средняя линия поперечного сечения, равнодействующая $R = q l H$, следовательно,

$$P = \frac{q l H}{2}, \quad (14)$$

где H — длина оболочки (камеры) в направлении оси z , перпендикулярной к плоскости чертежа (рис. 4).

Действующее в широтном сечении искомое напряжение

$$\sigma_1 = \frac{P}{hH} = \frac{R}{2hH} = \frac{ql}{2h}. \quad (15)$$

Найдем напряжение σ_2 , действующее в поперечном сечении. Это — растягивающее напряжение, которое возникает в результате действия давления на торцы оболоч-

ки камеры. Обозначим площадь торца (крышки) камеры через F , тогда усилие, действующее в поперечном сечении, равно qF и

$$\sigma_2 = \frac{qF}{2Lh}, \quad (16)$$

здесь $2Lh$ — площадь поперечного сечения оболочки.

Оценим приблизительно величину σ_2 . Для этого контур сечения, изображенного на рис. 3, заменим прямоугольником с основанием l и высотой η . Тогда

$$F \approx \eta l \text{ и } L \approx l + \eta.$$

Отсюда

$$\sigma_2 = \frac{q\eta l}{2(l + \eta)h} = \frac{qh}{2h \left(1 + \frac{\eta}{l}\right)}. \quad (17)$$

Ввиду того, что поперечное сечение камеры весьма вытянуто в направлении оси x , имеем

$$\eta \ll l \text{ и } \frac{\eta}{l} \ll 1.$$

Если сравним между собой соотношения (15) и (17), то заметим, что

$$\sigma_2 \ll \sigma_1.$$

Тело оболочки находится в плоском напряженном состоянии. Поэтому при расчете на прочность необходимо применить какую-либо из теорий прочности. Наиболее употребительна теория Мора, которую записывают в плоском случае в виде

$$\sigma_1 - \sigma_2 < [\sigma], \quad (18)$$

где $[\sigma]$ — допускаемое напряжение на растяжение, определяемое экспериментальным путем.

Поскольку $\sigma_1 > 0$ и $\sigma_2 > 0$, то в уравнении (18) можно пренебречь величиной σ_2 по сравнению с σ_1 . При этом мы несколько увеличиваем запас прочности. Тогда расчетная формула примет вид

$$\sigma_1 < [\sigma] \text{ или } \frac{ql}{2h} < [\sigma]. \quad (19)$$

Прежде чем пользоваться соотношением (19) для определения толщины стенки камеры h , необходимо учесть следующее обстоятельство. Размеры l и h входят в выражение (19) в деформированном состоянии, а поскольку материал камеры — резина, то эти размеры заметно отличаются от первоначальных значений, которые обозначим соответственно через l_0 и h_0 . Учтем эти изменения. Коэффициент Пуансона для резины $\mu \approx 0,5$, следовательно, объем тела практически не изменится вследствие деформации. Отсюда следует равенство

$$lh = l_0 h_0, \quad (20)$$

но, с другой стороны, имеем

$$l = l_0 (1 + \epsilon), \quad (21)$$

здесь ϵ — относительное удлинение в широтном направлении.

Тогда, учитывая уравнения (20) и (21), из соотношения (19) получим

$$\frac{ql_0(1 + \epsilon)^2}{2h_0} < [\sigma]. \quad (22)$$

Отсюда имеем окончательную расчетную формулу для определения толщины стенки камеры

$$h_0 \geq \frac{ql_0(1 + [\epsilon])^2}{2[\sigma]}. \quad (23)$$

Поясним, как пользоваться расчетным соотношением (23). Необходимо, например, испытать материал оболочки камеры на растяжение. При этом определяем

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пр}}}{k},$$

где $\sigma_{\text{пр}}$ — напряжение, при котором материал выходит из строя;
 k — коэффициент запаса прочности.

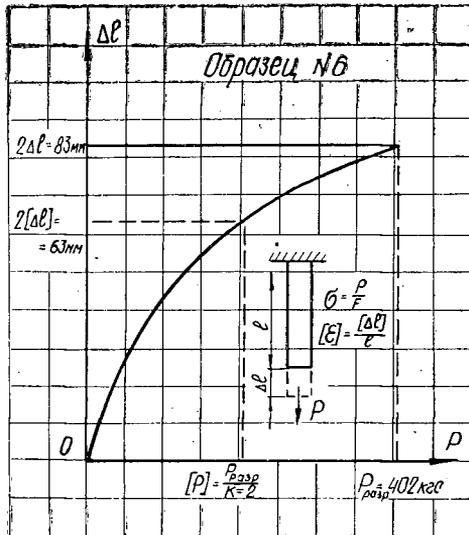


Рис. 5.

Имея диаграмму растяжения материала (рис. 5), определяем относительное удлинение $[\epsilon]$, которое наблюдается при $\sigma = [\sigma]$. Подставляя найденные величины $[\sigma]$ и $[\epsilon]$ в уравнение (23), получаем искомую толщину стенки камеры. Все остальные размеры камеры принимаем конструктивно в зависимости от типа прессформы.

Камера, находящаяся под криволинейным участком профиля. В этом случае расчет можно осуществить так же как и в предыдущем случае, так как равнодействующая R не зависит от формы срединной кривой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вопросы нелинейной теории оболочек и стержней. Сборник. Под ред. Д. И. Шилькрут. Кишинев, 1969. [2]. Костриков П. В., Богатырев Р. А., Черноуцан М. А. Исследование давления прессования гнуклееных блоков в гидравлических прессформах с эластичной передачей давления. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 2.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.453(049.3)

КНИГА О ВРЕДИТЕЛЯХ ШИШЕК И СЕМЯН
ХВОЙНЫХ ПОРОД*

В отдельные, в особенности слабоурожаиные, годы повреждается до 50—100% семян хвойных (равно и лиственных пород). За счет семян живут некоторые виды птиц, грызунов и насекомых. В вузовских учебниках по лесной энтомологии описано 7—9 видов губителей семян, в определителях по повреждениям — около 20 видов (Гусев и Римский-Корсаков, 1956; Воронцов, 1976). Действительный видовой статус насекомых — вредителей семян, оставшихся до последнего времени мало изученным или вовсе не известным лесным работникам, достигает почти 100 видов. Рецензируемая книга, написанная коллективом авторов под руководством проф. Г. В. Стадницкого, посвятившего изучению вредителей 20 лет, в значительной степени восполняет этот пробел. Пожалуй, это первая такая работа не только для нашей страны, но и за ее пределами.

Книга разделена на четыре главы. В первой главе описана специфика биологии обитателей шишек и подчеркнуто, что главная ее особенность — латентность образа жизни и дискретность динамики популяций. Авторами установлена у ряда видов личиночная диапауза вредителей, обычно синхронная с динамикой плодоношения насаждений. Диапауза, по мнению авторов, является наследственно закрепленным состоянием у конобионтов для переживания неурожайных лет.

Во второй главе охарактеризован видовой состав конобионтов. В ней представлен выявленный авторами перечень видов, многие из которых имеют хозяйственное значение не меньшее, чем еловая шишковая листовертка, огневка или лиственничная муха, фигурировавшие в учебниках по лесной энтомологии. Авторы дают морфологические характеристики всех стадий, подробно описывают фенологические и другие особенности, новые и важные для лесоводов.

Лесная энтомология пополнилась сведениями о вредителях шишек древесных пород Кавказа, до сих пор остававшихся не выявленными (например мухи-лонхеиды).

В третьей главе предлагаются разработанные авторами способы надзора, учета и прогноза опасности от конобионтов-фитофагов. Эти работы ориентированы на интенсивное лесосеменное хозяйство. Авторы обоснованно считают, что в первую очередь необходимо знать, какой конкретный ущерб конкретному урожаю в конкретном семенном участке нанесут те или иные виды. Предлагаются различные методы, разработанные семеноводами, а также предложенный Г. В. Стадницким, основанный на энтомологических показателях. Заслугой авторов следует считать стремление к экономическому обоснованию целесообразности защитных мероприятий. Основа для такого обоснования теперь имеется, она может быть построена на расчетах потерь от отдельных видов насекомых.

Четвертая глава посвящена вопросам, совсем плохо разработанным в лесном хозяйстве — защите семян от насекомых. Авторы предлагают дифференцированные технологические схемы защиты шишек и семян, включающие как авиационную обработку временных семенных участков, так и индивидуальную обработку деревьев ме-

* Стадницкий Г. В., Юрченко Г. И., Сметанин А. Н., Гребенщикова В. П., Прибылова М. В. Вредители шишек и семян хвойных пород. М., «Лесная промышленность», 1978. 164 с.

тодом инъекции системных инсектицидов в стволы посредством инъекционных игл А. Н. Сметанина.

Очевидно, наиболее перспективна и технологически обоснована технология наземного мелкокапельного опрыскивания, базирующаяся на новых ранцевых и навесных опрыскивателях — аэромониторах.

Применение внутривольной инъекции, напоминающей метод внутренней терапии И. Я. Шевырева, заманчиво, однако нуждается в лучшем обосновании. Аппаратуру, которую предлагают авторы (в частности иглы А. Н. Сметанина), пока нельзя признать совершенной. Сам метод инъекции заслуживает внимания не только из-за своей «четкости», но и с позиций минимального загрязнения среды ядохимикатами.

Представляет интерес раздел, касающийся биологических методов защиты семян, впервые дающий представление о биологии и видовом составе перепончатокрылых-энтомофагов, являющихся паразитами растительноядных конобионтов. Оригинальные исследования биологии энтомофагов пополняют имеющиеся в литературе скудные сведения о них. Однако к перспективе использования энтомофагов, микробиологических препаратов авторы относятся довольно скептически, считая, что главное — это сохранение энтомофагов при обработках в качестве неотъемлемых звеньев трофических цепей.

Завершает книгу оригинально составленный Г. В. Стадницким определитель повреждений. Но поскольку авторы, наряду с признаками повреждений, в ряде случаев рассматривают особенности самих насекомых, пользование определителем не кажется простым. Пожалуй, им смогут пользоваться специалисты уровня межрайонных инженеров-лесопатологов, прошедшие специальную стажировку и вооруженные современной оптикой.

Книга хорошо иллюстрирована, качество полиграфического исполнения довольно высокое, но многие фотографии недостаточно четки. Вынос основных рисунков и фотоснимков в группу отдельных таблиц, к сожалению, отрывает иллюстративный материал от текста, тем более, что не только рисунки в таблицах, но и сами таблицы не пронумерованы. Не указаны на рисунках и масштабы, соотношение размеров насекомых не соблюдено. В результате оказывается, что паразитическая хальцида-аногмус по размерам во много раз больше, чем крупный браконид, а должно быть наоборот. Едва ли уместно среди рисунков, показывающих строение насекомых, изображение опрыскивателей.

Следовало более подробно охарактеризовать технику борьбы с вредными конобионтами посредством метода маскировки, разработанного Г. В. Стадницким. Об упомянутых в качестве средств маскировки камуфлянтах в виде терпеноидов и эфирных масел и провитаминном концентрате нужно было сказать более подробно. Известную ценность книге придает представленный в ней перечень литературы по вредителям семян, хотя он далеко не полон.

Указанные недостатки не снижают значимости книги для лесохозяйственного производства и, в частности, лесосеменного хозяйства. Она будет использована и как учебное пособие студентами и преподавателями техникумов и вузов.

Отметим, что объем книги мог быть и больше, ряд вопросов заслуживает более обстоятельного рассмотрения, например, важный для науки и производства вопрос о многолетней динамике популяций.

Думаем, что этой работе суждено стать настольной книгой специалистов лесного хозяйства, энтомологов, работников лесозащиты.

П. А. Положенцев

Воронежский лесотехнический институт

УДК 624.131 (049.3)

О НОВОМ УЧЕБНИКЕ ПО ДОРОЖНОМУ ГРУНТОВЕДЕНИЮ

Студенты лесотехнических институтов получили нужный учебник по дорожному грунтоведению с основами механики грунтов*.

Почти во всех дисциплинах, читаемых на разных курсах, имеются вопросы по дорожному грунтоведению, поскольку грунт — основа почти всех инженерных сооружений. Однако материал по грунтам в учебниках сухопутного транспорта недостаточен, дан сжато.

В вышедшем учебнике материал о грунтах излагается с позиций использования их в дорожном строительстве. В то же время теоретические вопросы грунтоведения непопулярны, а приведены в сокращении, но так, что они поясняют природу грунтов, всю их сложность.

Положительно, на наш взгляд, и то, что в главу 6 учебника включен материал о технической мелиорации грунтов, а не об укреплении грунтов, обычно рассматриваемом в специальной литературе. В этой главе авторы знакомят с задачами и методами, в том числе комплексными и пока еще мало применяемыми в лесной промышленности (например, термическое и при использовании электрического тока). Однако приведенный материал, безусловно, расширит представление студентов о трудных для их понимания вопросах улучшения качества грунтов.

Положительно и то, что в учебнике рассмотрены как дорожно-климатические, так и почвенно-растительные зоны.

Есть в учебнике и недостатки (вернее, спорные вопросы). Теоретический материал совмещен с методами лабораторного определения некоторых свойств грунтов, причем некоторые методы даны очень подробно и в нескольких вариантах. Это дезориентирует студента, и он может «утонуть» в обилии материала. По некоторым свойствам грунтов, по изготовлению образцов из улучшенного грунта и т. д. такого материала нет. Лучше бы методы и способы определений вынести в виде приложения.

Водно-тепловой режим рассматривается во всех учебниках сухопутного транспорта, и едва ли следовало повторять этот материал в данном учебнике. Нам представляется, что вопросы устойчивости земляного полотна на слабых основаниях и расчет осадки насыпей (гл. 4, § 4.8, 4.9) можно было и не включать в учебник. Это вопросы инженерные, входящие в учебники сухопутного транспорта.

В изыскательской практике в настоящее время для определения вида грунтов широко применяются буровые установки различного типа. К сожалению, в учебнике ничего о них не сказано.

Материал о полевой лаборатории (гл. 5, § 5.6) необязателен, так как без приведения фотографий или схемы с расположением всех приборов в ней студент не разберется, да и сам материал этого параграфа больше относится к учебной практике.

Изложенный в книге материал значительно превышает объем курса, указанный в программе. При переиздании материал, не предусмотренный программой, лучше набрать более мелким шрифтом, отделив от обязательного.

Следует отметить хорошее полиграфическое оформление учебника.

Б. И. Кувалдин, Т. Д. Сулова
Московский лесотехнический институт

* Вyrко Н. П., Леонович И. И. Дорожное грунтоведение с основами механики грунтов Минск, «Высшая школа», 1977. 224 с.

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА Б. Д. ЖИЛКИНА

5 марта 1979 г. после тяжелой непродолжительной болезни ушел из жизни заслуженный лесовод Белорусской ССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Борис Дмитриевич Жилкин — известный ученый в области лесоведения и лесного хозяйства.

Б. Д. Жилкин родился 15 марта 1895 г. в семье помощника лесничего Гостынского лесничества Варшавской губернии. Еще в 1915 г., будучи студентом Петербургского лесного института, начал работать в лесном хозяйстве. После окончания в июне 1917 г. Петроградского лесного института был направлен на работу помощником лесничего Мамадышского лесничества Казанской губернии. Затем работал лесничим, лесоинспектором и заведующим лесоустроительной партией.

С 1921 г. начинается его непрерывная плодотворная педагогическая и научно-исследовательская деятельность. Первые пять лет Б. Д. Жилкин работает в Лубянском лесном техникуме и Лубянском учебно-опытном лесхозе, созданных по его инициативе и при непосредственном и деятельном участии.

С 1926 г. Б. Д. Жилкин — доцент, декан лесохозяйственного факультета Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, затем — исполняющий обязанности директора Казанского лесотехнического института.

С 1930 г. по 1947 г. он работал в Брянском лесохозяйственном (ныне технологическом) институте. В 1931 г. Б. Д. Жилкин был утвержден в ученое звание профессора по лесоведению и лесоводству. В Брянском институте, кроме заведования кафедрой лесоводства, он многие годы был деканом лесохозяйственного факультета и заместителем директора по научной и учебной работе.

С 1947 г. начинается белорусский период жизни и деятельности Б. Д. Жилкина. В Белорусском лесотехническом (ныне технологическом) институте он в течение 28 лет заведовал кафедрой лесоводства, вел большую учебно-воспитательную, научно-исследовательскую и общественную работу.

Имя Бориса Дмитриевича Жилкина широко известно в нашей стране и за ее пределами. Им написано свыше 100 научных работ по вопросам дендрологии, биологии, экологии и типологии леса, ухода за лесом, влияния леса на водный баланс и повышения продуктивности лесов. Особенно большое научное и практическое значение имеют проведенные под его руководством многолетние стационарные исследования повышения продуктивности лесов биологической мелиорацией культурой многолетнего люпина. По этой теме Б. Д. Жилкиным в 1965 г. была защищена докторская диссертация, а в 1974 г. вышла в свет монография «Повышение продуктивности основных насаждений культурой люпина», обобщающая многолетний опыт исследований автора и его учеников. Монография получила высокую оценку специалистов разных отраслей знания. Над вторым изданием монографии Б. Д. Жилкин интенсивно и целеустремленно трудился до конца своих дней.

За многолетнюю и безупречную работу по подготовке специалистов лесного хозяйства и развитию науки Б. Д. Жилкин был награжден орденом Ленина и многими медалями. Ему было присвоено почетное звание заслуженного лесовода Белорусской ССР.

Многие ученики Б. Д. Жилкина успешно защитили докторские и кандидатские диссертации. Более 6000 лесоводов высшей и средней квалификации подготовлено в нашей стране при его непосредственном участии.

Широкая эрудиция, страстность и увлеченность, энтузиазм и убежденность в правоте своих научных воззрений, всепоглощающая бескорыстная любовь к нашему Зеленому Другу в соединении с чутким, внимательным отношением к сотрудникам и студентам на долгие годы останутся в памяти тех, кто знал Б. Д. Жилкина, учился у него и работал вместе с ним.

Коллектив кафедры лесоводства
Белорусского технологического института

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

| | |
|---|----|
| В. П. Разумов. Природно-хозяйственная модель леса | 3 |
| Я. М. Шляхта. Селекционная характеристика насаждений дугласии в Закарпатье | 7 |
| П. А. Феклистов, Л. А. Байдина. Естественное возобновление хвойных на осушенных площадях в северной подзоне тайги Архангельской области | 9 |
| Е. Н. Наквасина. О ритмах питания однолетних семян ели в лесном питомнике | 12 |
| О. В. Трофимова. Определение оптимального размера пробной площадки для учета куколок сосновой совки (<i>Panolis flammae</i> Schiff.) | 16 |
| П. С. Нартов, В. И. Вершинин, А. Н. Попов. Исследование работы лесного дискового плуга с активным приводом | 22 |
| В. В. Прогунков. Сезонный рост и нектаропродуктивность дальневосточных видов лип | 24 |

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

| | |
|--|----|
| Г. М. Анисимов. Техничко-эксплуатационные показатели трелевочных тракторов | 28 |
| Н. И. Библиук. О выборе расчетной модели при исследовании поперечных колебаний лесовозного автопоезда | 32 |
| В. Г. Кочегаров, А. И. Фурин. Параметры сталкивающего устройства ударного действия | 38 |
| А. В. Дуров. Об аппроксимации нагрузочных характеристик дизелей лесотранспортных машин | 42 |
| Ю. Я. Дмитриев, Л. Ф. Мажарцева. К вопросу о перераспределении поверхностных скоростей течения потока в зависимости от формы профиля гидросопротивления | 47 |
| Л. В. Коротяев, А. В. Ростовцев. Экспериментальное исследование коэффициента сопротивления сдвигу с места пачек деревьев и хлыстов при трелевке в полупогруженном положении. | 50 |

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

| | |
|--|----|
| В. К. Лобастов. Определение параметров циклоидальных механизмов приводов деревообрабатывающих станков | 56 |
| И. П. Остроумов, Е. А. Богданов. Влияние параметров зубьев на их напряженное состояние | 61 |
| А. Д. Голяков, С. А. Коптяков, С. Е. Попов. О влиянии влажности древесины на модуль упругости образцов с сучками | 65 |
| А. С. Красиков, В. К. Пашков. Определение коэффициентов теплоотдачи вращающихся дисков пил | 70 |
| В. Т. Дудник, В. М. Хрулев. Водостойкость клеевых соединений древесины листовенницы | 73 |
| И. М. Дыскин, Ю. В. Лаптев. К вопросу снижения выделения формальдегида из древесностружечных плит | 76 |
| М. В. Чарина, В. М. Машков. Акустические свойства ядровой и заболонной древесины | 78 |
| И. А. Гамова, Т. В. Махова, В. Н. Вихрева, А. В. Брысковская, В. В. Михайлова, Е. В. Уманская. Использование отходов полистирола для получения полимердревесного материала из измельченной древесины | 80 |

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

| | |
|--|----|
| Б. Е. Фомин, И. Е. Аракин, Р. З. Пен. Изучение влияния переменных факторов натронно-кислородной варки на сопротивление излому листовенничной целлюлозы | 85 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Е. В. Новожилов, Б. Д. Богомолов, Ю. Г. Хабаров. О деградации гемицеллюлоз, перешедших в щелок при моносльфитной варке полуцеллюлозы | 88 |
| Н. В. Терегеря, Ф. А. Медников, В. В. Терегеря, В. А. Выродов. Получение поверхностно-активных веществ окислением таллового масла перекисью водорода | 91 |
| В. Г. Крунчак, А. М. Писаревский, И. П. Полозова, <u>И. М. Боховкин</u> , К. Г. Боголицын, В. Е. Романенко, Б. С. Терехин, Е. П. Фесенко. Потенциометрический метод определения двуоксида хлора в технологических растворах | 95 |

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

| | |
|---|-----|
| В. И. Темрук, В. Л. Колесников. Разработка алгоритмов структурного анализа технологических систем картонно-бумажного производства | 103 |
| В. А. Мельник. Выбор мощности электродвигателя привода бревнобрасывателя по условиям допустимого нагрева | 110 |
| В. А. Червинский. Оптимальные схемы раскряжевки древесных хлыстов с учетом качественных зон | 113 |
| В. Н. Васильев, В. С. Петровский. Устройство автоматической обработки информации для учета хлыстов и бревен на основе мини-ЭВМ | 116 |

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

| | |
|--|-----|
| Л. И. Ильев. О расчетной лесосеке | 122 |
| Г. С. Хитрина. К вопросу о дифференцированном ведении лесного хозяйства | 125 |
| Т. И. Новгородова. Современный уровень эксплуатационных затрат и доходов жилищно-коммунального хозяйства лесозаготовительных предприятий | 128 |

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

| | |
|---|-----|
| С. О. Царегородцева. Состояние пигментов коры древесных растений в зимний период | 131 |
| П. В. Костриков, Р. А. Богатырев. Определение параметров пресскамер при эластичном способе прессования гнукотклеенных элементов | 133 |

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

| | |
|---|-----|
| П. А. Положенцев. Книга о вредителях шишек и семян хвойных пород | 138 |
| Б. И. Кувалдин, Т. Д. Сулова. О новом учебнике по дорожному грунтоведению | 139 |

НЕКРОЛОГ

| | |
|--|-----|
| Коллектив кафедры лесоводства Белорусского технологического института. Памяти профессора Б. Д. Жилкина | 141 |
|--|-----|

CONTENTS

FORESTRY

| | |
|--|----|
| V. P. Razumov. Natural and economic model of the forest | 3 |
| Ya. M. Shlyakhta. Selection description of Douglas-fir plantations in Transcarpathian region | 7 |
| P. A. Feklistov, L. A. Baidina. Natural reproduction pine on drained areas in the north sub zone of Archangel region | 9 |
| E. N. Nakvasina. On nourishment rythms of one-year spruce seedlings in the forest tree nursery | 12 |
| O. V. Troftmova. Determination of the optimum size of experimental plot for taking stock of the pine beauty moth pupae (<i>Panolis flammea</i> Schiff.) | 16 |
| P. S. Nartov, V. I. Vershinin, A. N. Popov. Studying the work of the forest plough with an active drive | 22 |
| V. V. Progunkov. Seasonal increase and nectar productivity of the far-eastern species of linden | 24 |

FOREST EXPLOITATION

| | |
|---|----|
| G. M. Anistmov. Technical and exploitation indices of skidding tractors | 28 |
| N. I. Biblyuk. On the choice of rated model when investigating the transversal fluctuations of a log truck train | 32 |
| V. G. Kochegarov, A. I. Furin. Parameters of a shocking action pusher bar | 38 |
| A. V. Durov. On approximation of load characteristics of log trucks diesels | 42 |
| Yu. Ya. Dmitriev, L. F. Mazhartseva. On the problem of redistribution of current flow surface velocities depending on the form of hydroresistance profile | 47 |
| L. V. Korotyayev, A. V. Rostovtsev. Investigation of resistance to moving of the bundles of trees and tree lengths when skidding them in half-loadid position | 50 |

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOOD SCIENCE

| | |
|--|----|
| V. K. Lobastov. The definition of the parameters of the cycle driving mechanisms of wood working lathes | 56 |
| I. P. Ostroumov, E. A. Bogdanov. Influence of saw teeth parameters on their strained state | 61 |
| A. D. Golyakov, S. A. Koptyakov, S. E. Popov. On the influence of wood moisture content upon the modulus of elasticity of specimens with knots | 65 |
| A. S. Krasikov, V. K. Pashkov. Determination of heat emission coefficients of revolving saw disks | 70 |
| V. T. Dudnik, V. M. Khrulev. Water resistance of glue joints of larch wood | 73 |
| I. M. Dy skin, Yu. V. Laptev. On the problem of reducing formaldehyde separation out of flakeboards | 76 |
| M. V. Charina, V. M. Mashkov. Acoustic properties of heartwood and sapwood | 78 |
| I. A. Gamova, T. V. Makhova, V. N. Vikhreva, A. V. Bryskovskaya, V. V. Mikhailova, E. V. Umaskaya. Utilization of polysteryne wastes for making polymer-wood materials from ground-up wood | 80 |

CHEMICAL WOODWORKING

| | |
|---|----|
| B. E. Fomin, I. E. Arakin, R. Z. Pen. The study of the influence of soda-oxygen cooking variables on the folding strength of larch pulp | 85 |
| E. V. Novozhilov, B. D. Bogomolov, Yu. G. Khabarov. On the degradation of hemicelluloses passing into liquor in the monosulphite half-pulp process | 88 |
| N. V. Teregerya, F. A. Mednikov, V. V. Teregerya, V. A. Vyrodov. Investigation of the problem of formation of surface-active substances on the basis of tall oxidation by hydrogen peroxide | 91 |

Contents

- V. G. Krunchak, A. M. Pisarevsky, I. P. Polozova, **I. M. Bokhovkin**, K. G. Bogolitsyn, V. E. Romanenko, B. S. Terekhin. Potentiometric method of determination of chlorine dioxide in technological solutions 95

COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

- V. I. Temruk, V. L. Kolesnikov. Designing algorithms of structural analysis of paper and board production technology systems 103
- V. A. Melnik. Choosing the power of a log kicker electro-motor drive according to the conditions of allowed heating 110
- V. A. Chervinsky. Optimum schemes of tree-lengths bucking in accordance with qualitative zones 113
- V. N. Vasiliev, V. S. Petrovsky. The device for automatic information processing on the basis of mini-computers to account tree-lengths and logs . . 116

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- L. I. Iliev. On calculated wood-cutting area 122
- G. S. Khitrina. On differentiated forest management 125
- T. P. Novgorodova. Modern level of operation expenses and profits of the housing-communal services of logging enterprises 128

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- S. O. Tsaregorodtseva. The state of pigments in the bark of trees in winter . 131
- P. V. Kostrikov, R. A. Bogatyrev. Determining parameters of presschambers at elastic method of pressing bent-glued elements 133

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- P. A. Polozhentsev. The book about the „enemies“ of cones and seeds of conifers 138
- B. I. Kuvaldin, T. D. Sustova. A new manual on road soils 139

NECROLOGY

- The stuff of the chair of forestry of Bel. T. I.* Memory of professor B. D. Zhilkin 141
-

Цена 1 руб.

Подписывайтесь
на журнал на 1979 г.

«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск-7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

ISSN 0536—1036

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

2

1979

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следуют оформлять в соответствии с введенными новыми ГОСТами. Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны, на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как: *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *l* и *I*, ζ и ξ .

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п.,

упоминаемые в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация и рекомендация кафедры.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 10 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).