

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

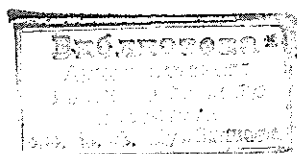
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

5

1990



АРХАНГЕЛЬСК

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), проф. О. М. Соколов (зам. гл. редактора), проф. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), канд. техн. наук Н. Г. Багаев, проф. Н. М. Белая, проф. С. П. Бойков, проф. Ю. Г. Бутко, проф. А. В. Веретенников, доц. Е. Д. Гельфанд, проф. И. И. Гусев, проф. Р. Е. Калитевский, проф. А. Н. Кириллов, проф. Н. П. Коваленко, проф. Э. Д. Левин, проф. Е. Г. Мозолевская, доц. О. А. Неволин, проф. А. Н. Обливин, проф. А. Р. Родин, д-р биол. наук Л. П. Рысин, проф. В. П. Рябчук, проф. Е. Д. Сабо, проф. В. И. Санев, канд. с.-х. наук С. Г. Синицын, проф. Н. И. Федоров, проф. В. Я. Харитонов, канд. с.-х. наук Г. А. Чибисов, проф. Г. М. Шутов, проф. В. В. Щелкунов, проф. А. А. Эльберт.

Ответственный секретарь Р. В. Белякова,

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор Л. С. Окулова. Корректор Л. Л. Аксенова.

Сдан в набор 06.07.90. Подписан в печать 03.12.90.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отт. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1500 экз. Заказ 4572. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева

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

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*907

УЧЕТ И ФОРМИРОВАНИЕ ПОДРОСТА, ПОДЛЕСКА
И ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧНИКОВОГО ПОКРОВА
В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ ЛЕНИНГРАДАВ. С. МОИСЕЕВ, И. В. НИКИФОРЧИН, Л. Н. КАРПОВ,
Е. Г. СВЕТЛОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Подрост, подлесок и травяно-кустарничковый покров — важная составная часть насаждения, играющая значительную роль в его эстетической и санитарно-гигиенической оценке. Рубками формирования подроста и подлеска могут быть созданы ландшафты, удобные для отдыха посетителей лесопарков. Улучшаются проходимость и просматриваемость древостоев, особенно с густым подростом и подлеском. Такими комбинированными рубками можно регулировать освещение живого напочвенного покрова, степень прогреваемости воздуха под пологом леса, что обеспечит более благоприятные биоклиматические условия в лесопарковых массивах. В связи с этим назрела необходимость более детально изучить и разработать приемлемые по точности и трудозатратам методы учета и формирования всех компонентов леса, включая древостой, подрост, подлесок и травяно-кустарничковый покров.

Ландшафтная таксация древостоев — перечислительная (сплошная, частичная) и глазомерно-измерительная — должна проводиться по элементам леса, ступеням толщины и состоянию (здоровые, поврежденные и отмирающие). Основные таксационные показатели древостоев определяют методами обычной лесной таксации, но с дополнением ландшафтных показателей: типа ландшафта (закрытый, полукрытый, открытый), категории санитарно-гигиенической оценки, класса эстетической оценки, устойчивости, проходимости, просматриваемости участка, сомкнутости полога, длины и диаметра кроны, запаса зеленой биомассы на 1 га по породам. Эти данные необходимы для дальнейшей разработки рекомендаций и мероприятий по формированию зеленых объектов с наибольшей кислородопродуктивностью по нормативам ЛТА и благоустройству их территории. Они подробно рассмотрены в книге В. С. Моисеева и др.*.

При обычной инвентаризации лесного фонда подрост, подлесок и живой напочвенный покров под пологом леса описывают в сокращенном объеме. Ландшафтное лесоустройство требует более расширенной и устойчивой их характеристики для использования в плано-объемном пространственном проектировании всей зеленой композиции и ее формирования в различных хозяйствах зеленых зон (парковой, лесопарковой и лесохозяйственной).

Для выявления особенностей перечислительной и глазомерной таксации подроста, подлеска и живого напочвенного покрова в лесопарковой зоне ЛТА совместно с Ленинградским лесопарковым производственным объединением проводят опытно-исследовательские работы. В Парголовском парк-лесхозе с высокой степенью рекреации и

* Ландшафтная таксация и формирование насаждений пригородных зон / В. С. Моисеев, Л. Н. Яновский, В. А. Максимов и др. — Л.: Стройиздат, 1977. — 224 с.

Схема глазомерно-измерительного описания древостоя, подроста, подлеска

Номер квар- тала Номер участка	Пло- щадь участ- ка, га	Преоб- ладаю- щая порода Класс возра- ста	Класс бони- тета Тип леса	По ярусам				
				Но- мер яру- са	Состав древос- той по ярусам, возраст	Сред- няя высо- та, м	Полно- та Сомк- ну- тость полога	Запас на 1 га, м ³ Масса древес- ной зе- лени, т
$\frac{12}{4}$	3,6	$\frac{С}{5}$	$\frac{III}{С. чер}$	1	10С ₉₀	20	$\frac{0,5}{0,4}$	$\frac{170}{7}$
				2	5Е ₆₀ 5Б ₄₀	14	$\frac{0,3}{0,4}$	$\frac{60}{4}$

Лисинском учебно-опытном лесхозе с меньшей посещаемостью отдыхающими были заложены опытные участки в насаждениях сосны, ели, березы и осины преимущественно III—V классов возраста, лучших типов леса и I—III классов бонитета, где в первую очередь формируются лесопарковые ландшафты. Размер участков 100×100 м. На них по сетке координат через 10 м закладывали 100 учетных площадок размером 2×2 м — 4 % по площади; 25 площадок размером 5×5 м через 25 м — 6 % по площади и 9 площадок размером 10×10 м через 50 м — 9 % по площади. Сопоставление результатов перечета подроста, подлеска и живого напочвенного покрова по общему количеству, проценту главных видов растительности, характеристике их состояния и благонадежности позволило рекомендовать приемлемые методы учета и способы формирования по требуемой точности и величине трудозатрат применительно к разным хозяйствам зеленой зоны (парковая, лесопарковая и лесохозяйственная), а в них — в зависимости от функциональных частей и депрессии объектов.

Перечет подроста и подлеска по породам производили обычным точкованием с разделением по группам высот (мелкий — до 0,5 м; средний — 0,51...1,5 м; крупный — 1,51 м и более). Жизненное состояние (качество) оценивали по трем категориям: I — протяженность кроны растения больше ширины; профиль кроны ровный; годичный прирост по высоте более 10 см. Подрост хороший, жизнеспособный; II — протяженность кроны примерно равна ее ширине; профиль кроны зазубренный из-за ненормальной укороченности отдельных мутков; годичный прирост по высоте 5...10 см. Подрост удовлетворительной жизнеспособности; III — ширина кроны явно превышает ее общую протяженность; профиль кроны глубоко зазубренный; крона высокого прикрепления, зонтиковидная; годичный прирост в высоту до 5 см. Подрост нежизнеспособен.

Видовой состав, численность, благонадежность подроста и подлеска при сплошном и частичном перечетах на указанных пробных площадках определяли одновременно. Встречаемость (пространственное распределение) растений находили как процент учетных площадок, на которых отмечен данный вид.

Подрост или подлесок считаются густыми, жизнеспособными и равномерными, если встречаемость их и количество жизнеспособных растений I категории составляет 70 %. Если встречаемость растений равна 70...30 % и преобладают экземпляры II категории жизнеспособности, то подрост и подлесок будут средней густоты, удовлетворительными по жизнеспособности и неравномерными по расположению. При встречаемости растений менее 30 % подрост и подлесок редкие, нежизнеспособные, групповые по расположению.

Возраст подроста определяют по числу годичных колец на пне у 3...5 модельных экземпляров мелких, средних и крупных по высоте, с указанием его размаха. Все это обеспечивает точность определения рассмотренных характеристик подроста и подлеска до 10...15 %. Данные такого перечета с указанием координатной сетки и номеров учетных площадок фиксируют на схеме-абрисе и заносят в ведомость (см. таблицу).

и живого напочвенного покрова при ландшафтной таксации

Порода, возраст	По элементам леса				Характеристика подроста, подлеска	Описание живого напочвенного покрова, почвы, рельефа, положения	Хозяйственные распоряжения
	Высота, м Диаметр, см	Длина кроны, м Диаметр кроны, м	Запас на 1 га, м ³ Масса древесной зелени, т	Состояние			
C ₉₀	20 16	8 5	170 7	Удовлетворительное	Пдр. 10E ₁₀₋₂₀ ; H = 0,5...1,5 м; 2000 шт./га;	Пкр. 7 черн. 3 злаки; 70 % площади, густой, групповой, хороший	Санитарные рубки
E ₆₀	14 12	9 3	30 3	Хорошее	удовлетворительной жизнеспособности, равномерный; единично береза	Пчв. св. суглин., ср. оподзол. с хорошо разложившейся подстилкой. Положение ровное. Рельеф равнинный	
B ₄₀	15 12	5 4	30 1	»	Пдл. 6P ₆₅₋₁₀ 4Ив ₃₋₅ ; H = 0,5...1,5 м; 1000 шт./га; удовлетворительной жизнеспособности, групповой, единично калина		

Травяной и кустарничниковый покров следует изучать во второй половине июля, когда он достигает максимального развития. Для этого на опытном объекте размером 100 × 100 м по ранее принятой координатной сетке 10 × 10 м через 20 м закладывали 36 учетных площадок 1 × 1 м. Такие же площадки закладывали в центре 25 учетных площадок размером 5 × 5 м и по углам 9 площадок 10 × 10 м, использованных ранее для учета подроста и подлеска. Применение этих трех способов учета живого напочвенного покрова позволило сопоставить их точность, трудоемкость и разработать рекомендации для производства.

На учетных площадках размером 1 × 1 м производили флористический учет живого напочвенного покрова, выявляя численность и динамику видов растений геоботаническими методами, определяли общее проективное покрытие отдельных видов.

При исследованиях влияния рекреационной или другой антропогенной нагрузки на состояние и рост насаждений на опытных участках устанавливали степень вытоптанности живого напочвенного покрова по методике Л. Н. Яновского. Для этого проходили по диагонали участка и визировали через 1...2 м с помощью крономера КБ-2 проф. С. В. Белова сначала в зенит, а затем в вытоптанную поверхность, невытоптанную и на участки, где живой напочвенный покров естественно отсутствует. Затем по соотношению общего числа замеров и вытоптаных участков определяли степень вытоптанности живого напочвенного покрова.

Чтобы установить характер изменений растений под влиянием рекреационной нагрузки, измеряли длину черешка, длину и ширину листа. Для обеспечения точности результата ± 10 % следует измерить по 50 экземпляров растений.

Напочвенный, травяной и кустарничниковый покров описывают с указанием его состава, занимаемой площади (проективного покрытия) в процентах, густоты (густой, средний, редкий), размещения и состояния (см. таблицу). В заключение дают хозяйственные распоряжения по формированию древостоя, подроста, подлеска и живого напочвенного покрова на участке.

В результате анализа точности, достоверности и трудоемкости разных способов перечислительной и глазомерно-измерительной таксации подроста, подлеска и учета живого напочвенного покрова можно дать следующие рекомендации.

1. В пригородной — лесохозяйственной — части, удаленной от города на 100...120 км и мало посещаемой отдыхающими, где лесное хозяйство ведется так же, как в обычных лесах I группы, но которая используется для долгосрочного отдыха людей, туризма, сбора грибов и ягод, применяется частичная перечислительная таксация подроста и подлеска по учетным площадкам 2 × 2 м в количестве 100 шт./га на

координатной основе через 10 м с охватом 4 % площади. Она особенно эффективна при учете мелкого подроста и подлеска. Точность материалов, получаемых этим способом, 10...15 %.

2. В лесопарковой хозчасти, расположенной на расстоянии от 10...15 до 50...100 км от города, часто посещаемой отдыхающими, с интенсивным ведением лесопаркового хозяйства и значительным благоустройством, производится перечислительная таксация по учетным площадкам размером 5×5 м в количестве 25 шт./га по координатной сетке через 25 м с охватом частичным перечетом 6 % площади. Здесь пространственный и объемный учет подроста и подлеска более обстоятельный, чем на площадках 2×2 м. Ошибки инвентаризации зеленых объектов рассмотренным способом составляют 8...10 %.

3. В парковой хозчасти (как правило, объединяемой с лесопарковой), которая используется для массового кратковременного отдыха населения в радиусе 10...15 км от города, растительность, кроме предыдущего способа, можно учитывать методом перечислительной таксации с использованием учетных площадок размером 10×10 м в количестве 9 шт./га по координатной сетке через 50 м с охватом частичным перечетом 9 % площади, а в особо ценных объектах — размером 20×20 м с охватом 36 % площади. На таких площадках учет и объемно-пространственная структура ландшафтов по всем составляющим их компонентам зеленой архитектуры наиболее близки к сплошному методу учета. Особое внимание при таксации подроста, подлеска и живого напочвенного покрова уделяется выявлению степени их дигрессии, путей сохранения и улучшения растительности и окружающей среды. Точность инвентаризации этих компонентов леса указанным способом (учетные площадки 10×10 м и 20×20 м) достигает 5...8 %.

Глазомерно-измерительная таксация насаждений во всех хозчастях зеленой зоны при ландшафтном лесоустройстве производится после предварительной тренировки на 20...25 участках и определения показателей, приведенных в таблице. В ценнейших объектах ее лучше проводить на участках с учетными площадками 20×20 м.

Выбор рассмотренных способов таксации по разным функциональным частям пригородных лесов должен быть дифференцированным в зависимости от значения этих объектов, требований к точности и достоверности материалов учета и возможных трудозатрат.

Общая схема формирования подроста, подлеска и травяно-кустарничкового яруса в разных хозяйственных частях зеленой зоны следующая.

1. В пригородной хозчасти их формируют путем санитарных прощелок, удаляя усохшие или отмирающие экземпляры подроста и подлеска преимущественно на 100 м в глубь лесного массива от дорог, туристских трасс, ходовых квартальных просек с последующим расширением этих работ в зависимости от возможностей производства. Здесь окультуривают сенокосные угодья подсевом семян многолетних трав, а на отдаленных участках кустарников организуют «места покоя» для зверей и птиц с охраной имеющихся гнездовий, токов, нор и т. п.

2. В лесопарковой части зеленой зоны в закрытых типах ландшафтов проводят, в первую очередь, санитарные прощелки подроста, подлеска от сухих и отмирающих экземпляров, а затем местами эти участки разрежают, оставляя крупные куртины средней густоты.

В наиболее часто посещаемых полуоткрытых типах ландшафтов сохраняют подрост и подлесок средней густоты, расположенный мелкими куртинами с полянами диаметром не менее высоты окружающего леса. Большое внимание при этом уделяют благоустройству территории, подсеву на полянах семян многолетних цветущих трав, а в партерных местах — организации газонов.

На площадях открытых типов ландшафтов проводят пространственное благоустройство территории, убирают сухостойные и отмирающие экземпляры древесно-кустарниковой растительности, подсевают семена цветущих трав, а по берегам водоемов сохраняют и улучшают заросли, в которых гнездятся водоплавающие птицы.

Повсеместно нужно сохранять, поддерживать и создавать благоприятную для фауны естественную среду, улучшать эстетические и санитарно-гигиенические условия отдыха населения. Эти социальные и композиционные задачи претворяют в жизнь квалифицированные специалисты лесного и лесопаркового хозяйства применительно к конкретным требованиям объемно-пространственной зеленой архитектуры.

В дальнейшем, в процессе внедрения рассмотренных методов переисчислительной, глазомерно-измерительной таксации и способов формирования подроста, подлеска и травяно-кустарничникового покрова, они будут уточняться, детализироваться и совершенствоваться.

Поступила 28 апреля 1989 г.

УДК 630*228.0

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВИДОВОГО СОСТАВА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

В. Е. ЕРМАКОВ, В. П. МАШКОВСКИЙ

Белорусский технологический институт

Повышение производительности лесов на основе улучшения качественного состава гослесфонда предполагает формирование их оптимального видового состава. Такого рода исследования ведутся как в направлении поиска оптимальных соотношений площадей под различными лесообразующими породами [4], так и улучшения состава конкретных насаждений [6, 7].

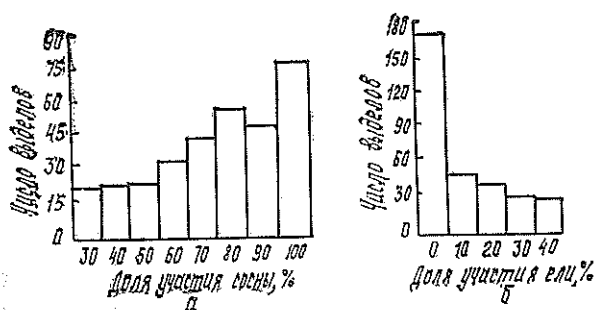
Исследования по статистическому анализу видового состава древостоев недостаточны. В них, в частности, отмечается, что коэффициент вариации состава на выделе в лесах БССР колеблется от 40 до 70 % для главной породы и от 50 до 120 % для сопутствующих пород [1]. Изменчивость состава при учете разных участков леса также высока [2, 3]. Вариация состава не зависит существенно от условий местопроизрастания, а определяется в основном долей запаса насаждения, приходящейся на данную древесную породу [1]. Коэффициент вариации обратно пропорционален представленности породы в составе насаждения [3].

Данная работа посвящена изучению плотности распределения вероятностей для такой случайной величины, как коэффициент видового состава.

Исследования проводили на материале случайной выборки по Копыльскому лесхозу Минской области объемом в 1554 выдела, в том числе на сосняки I класса возраста пришлось 297 выделов, II — 626, III — 425 и IV — 181. Материалы обрабатывали как в целом для всех выделов сосны, так и в пределах перечисленных классов возраста. На базе этих выделов формировали статистические ряды для различных составляющих древесных видов. Каждый интервал ряда соответствовал одной единице состава. Для глазомерной оценки вида функции распределения по каждому из сформированных рядов строили гистограммы. На основании вычисленных выборочных статистик для каждого статистического ряда определяли параметры 19 наиболее распространенных видов распределений: равномерного, экспоненциального, нормального, логнормального, гамма-, Пирсона (6-й, 7-й и 12-й типы), бета-, логистического, Парето, степенного, минимального, максимального значения, Вейбулла, χ^2 , Пирсона (2-й, 4-й и 5-й типы) [5, 8, 9]. С помощью критерия согласия Пирсона χ^2 оценивали согласованность каждого из перечисленных распределений с фактическими данными.

В результате обработки экспериментального материала установлено, что для сосновых лесов характерна обратная j-образная форма кривой распределения плотности вероятностей встречаемости древостоев в зависимости от степени представленности главной породы. В качестве примера можно привести распределение доли участия главной породы в составе сосняков I класса возраста (рис. а).

Для сопутствующих древесных видов в сосновых лесах характерна j-образная форма кривой распределения плотности вероятностей коэффициентов видового состава. Примером может служить распределение коэффициентов видового состава для ели в сосняках I класса возраста (рис. б).



Расчеты показали, что во всех случаях с доверительной вероятностью не менее 95 % экспериментальные распределения коэффициентов видового состава отличались от нормального. Кроме того, были получены следующие функции распределения плотности вероятностей коэффициентов видового состава.

1. Распределение Вейбулла (для примеси ольхи черной в сосновых насаждениях):

$$f(x) = 27,153 (2,340 + 69,444x)^{-0,609} \exp [-(2,340 + 69,444x)^{0,391}].$$

Критерий Пирсона χ^2 в данном случае равен 6,076, число степеней свободы — 3.

2. Распределение Вейбулла (для примеси ольхи черной в сосняках I класса возраста):

$$f(x) = 14,962 (1,779 + 38,168x)^{-0,608} \exp [-(1,779 + 38,168x)^{0,392}].$$

Критерий Пирсона χ^2 равен 3,399, число степеней свободы — 3.

3. Степенное распределение (для примеси ели в сосняках I класса возраста):

$$f(x) = 0,0482 (0,0205 + 0,199x)^{-0,758}.$$

Критерий согласия Пирсона здесь равен 1,410, число степеней свободы — 2.

4. Степенное распределение (для примеси ели в сосняках II класса возраста):

$$f(x) = 0,0552 (0,0258 + 0,207x)^{-0,733}.$$

Критерий согласия Пирсона в этом случае равен 2,477, число степеней свободы — 2.

5. Распределение Вейбулла (для примеси осины в сосняках II класса возраста):

$$f(x) = 4,990 (0,981 + 9,709x)^{-0,486} \exp [-(0,981 + 9,709x)^{0,514}].$$

Критерий согласия Пирсона здесь равен 4,321, число степеней свободы — 3.

6. χ^2 -распределение (для примеси березы в сосняках III класса возраста):

$$f(x) = 0,142 (0,0803 + 0,386x)^{-0,612} \exp [-(0,0568 + 0,273x)^2].$$

Критерий Пирсона χ^2 в данном случае равен 7,158, число степеней свободы — 3.

Для остальных статистических рядов все опробованные теоретические распределения с доверительной вероятностью не менее 95 % отличались от экспериментальных.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава не является нормальным.

2. В основном кривые распределения имеют j-образную форму для сопутствующих пород и обратную j-образную форму для главной породы.

3. Среди функций, опробованных для описания распределения коэффициентов видового состава различных древесных пород в сосновых лесах, следует отметить распределения Вейбулла и степенное, которые чаще других давали хорошие результаты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Багинский В. Ф. Особенности пространственного размещения индивидуумов в смешанных фитоценозах // Ботаника: Исследования.— Мн., 1984.— Вып. 26.— С. 23—25. [2]. Веселов И. В. Смешанные леса из пихты и бука на Северном Кавказе и их биологическая продуктивность.— Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1973.— 212 с. [3]. Высоцкий К. К. Закономерности строения смешанных древостоев.— М.: Гослесбумиздат, 1962.— 178 с. [4]. Ермаков В. Е. Направление оптимизации видового состава лесов Белоруссии // Лесоведение и лесное хозяйство.— Мн., 1987.— Вып. 22.— С. 71—75. [5]. Лахтин Л. К. Кривые распределения и построение для них интерполяционных формул по способам Пирсона и Брунса.— М.: Госиздат, 1922.— 152 с. [6]. Миросников В. С., Ковальков А. И. Сравнительная продуктивность чистых и смешанных сосновых насаждений различного происхождения // Повышение продуктивности лесов методами лесных культур и основы организации хозяйства в лесах искусственного происхождения: Тез. докл.— Мн., 1973.— С. 64—66. [7]. Романов В. С. О взаимоотношениях сосны и березы в Белоруссии // Тез. докл. Всесоюз. совещания по изучению взаимоотношений растений в фитоценозах.— Мн., 1969.— С. 122—123. [8]. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям.— М.: Статистика, 1980.— 95 с. [9]. Elderton W. P. Frequency curves and correlation.— Second edition.— Charles & Edwin Layton, 1927.— 239 p.

Поступила 29 мая 1989 г.

УДК 632.937 + 595(792.23 : 782) (477.9)

О ЗИМУЮЩЕМ ЗАПАСЕ ЯЙЦЕВОГО ПАРАЗИТА

Trichogramma telengai Sor.

ЗЕЛЕННОЙ ДУБОВОЙ ЛИСТОВЕРТКИ

Tortrix viridana L. В ДУБРАВАХ КРЫМА

А. В. ИВАШОВ, Г. Н. СУСЛОВА

Симферопольский государственный университет

О поражении яиц зеленой дубовой листовертки видами из рода *Trichogramma* упоминается в ряде работ. Так, на Украине отмечено их поражение паразитом *Trichogramma evanescens* Westw. [1], а в Воронежской области — *Trichogramma cacoeciae* March. [6]. По мнению А. И. Воронцова [2], эти энтомофаги в биологической защите леса пока не нашли широкого применения; этот процесс сдерживается не только

недостаточной изученностью биологии и экологии паразитов, но и, как ни парадоксально, отсутствием достоверных сведений об их видовой принадлежности.

В Крыму достаточно полно изучена роль паразитических насекомых в снижении численности зеленой дубовой листовертки на гусеничной и куколочной фазах [3, 7] и мало — на фазе яйца, если не считать краткого сообщения, сделанного нами ранее [5].

Исследования проводили в марте 1985 и 1986 гг. на четырех пробных площадках в квартале 24 Михайловского лесничества близ с. Тенистое, Бахчисарайского района. Этот участок находится в предгорной части Крыма и представляет собой естественное насаждение из дуба пушистого, расположенное на восточном склоне небольшой горы крутизной 25°, с перепадом высот примерно 150 м. Тип леса — сухая грабинниковая дубрава. Сомкнутость крон — 0,3...0,5. Возраст древостоя — 45 лет, диаметр — 12 см. По террасам расположены небольшие посадки сосны крымской 22 лет. Вдоль склона сверху вниз заложены четыре небольшие площадки: № 1 и 4 — соответственно на верхней и нижней опушках, № 2 и 3 — в центре массива. На каждой площадке взято по 10 модельных деревьев. На них срезали по 3 модельные ветви метровой длины: с верхней, средней и нижней частей кроны. Каждую ветвь разделяли на части и тщательно осматривали при сильном освещении под лупой. Обнаруженные яйцекладки зеленой дубовой листовертки срезали вместе с корой дуба и помещали по одной в небольшие пробирки, которые плотно закрывали ватными тампонами и помещали при температуре 22...24 °С в фотоэлектроды. По мере отрождения гусениц или трихограмм производили подсчеты, что в конечном итоге позволило вычислить процент паразитирования. Видовая принадлежность трихограммы была определена сотрудником ВИЗР А. П. Сорокиным.

Вылетевшие из яиц зеленой дубовой листовертки яйцееды оказались *Trichogramma telengai* Sor., известной в литературе как бессамцовая форма *T. embriophagum* Htg. На основании биологических и морфологических особенностей эта форма была переведена в ранг самостоятельного вида [10]. Особи этого вида вылетали также из яйцекладок листовертки, собранных в лесных насаждениях близ с. Краснолесье (горные леса), Дубки (предгорная лесостепь), Лавровое (южнобережные леса Крыма).

Описания случаев поражения яиц зеленой дубовой листовертки бессамцовой трихограммой в литературе мы не встретили. Однако в работе П. Дю Мерле [11] указано, что из ее яиц выводилась трихограмма светлого цвета и всегда только самки. Хотя видовая принадлежность паразита не была установлена, не исключено, что это тоже бессамцовая трихограмма. Яйцо листовертки, содержащее трихограмму, имеет темную, почти черную окраску. Поражается, как правило, яйцо, лежащее сверху в парной яйцекладке. В нашем материале никогда не встречалось более двух особей паразита в одном яйце. Подавляющее большинство зараженных яиц содержало по одной особи.

Если степень паразитирования яиц листовертки оценивать только по числу вылетевших трихограмм относительно общего количества просмотренных яиц, то она невелика. Так, из 3046 яиц листовертки, заложенных в опыт (около 2/3 всех собранных с 40 модельных деревьев), вылетело всего 77 трихограмм, или 2,5 %. Однако этот процент оказывается значительно выше, если учесть, что часть трихограмм погибает в яйце хозяина по неизвестной причине. Например, из 206 просмотренных под биноклем яиц, из которых не вышли ни особи хозяина, ни особи паразита, в 10 обнаружены мертвые трихограммы. С учетом этого явления процент возрастает до 7,3 (2,5 + 4,8). Высокая смертность паразита (а она на стадии зимнего переживания может достигать 50 %), а также сравнительно небольшой процент поражения позволяют предположить, что *T. telengai* находится на начальном этапе адаптации к данному хозяину.

Как правило, зимующая генерация трихограммы не оказывает столь существенного воздействия на листовертку, как последующие. В условиях Крыма оно может оказаться довольно сильным. Так, в

близких к нашим условиям Франции, по данным П. Дю Мерле [11], *Trichogramma* sp. дает 3-4 генерации на яйцах зеленой дубовой листовертки, а суммарная пораженность их может достигать 17 % и более.

Как видно из данных табл. 1, на опушках леса (площадки 1 и 4) трихограммы больше, чем в центре массива. Выше здесь и процент вылета*. Поскольку на всех площадках плотность хозяина различается не слишком сильно, очевиден факт большей эффективности паразита на опушках по сравнению с центром лесного массива.

Неоднородность пространственного распределения трихограммы наблюдается не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении: в различных частях кроны дуба встречаемость ее неодинакова.

Из данных табл. 2 видно, что больше заселена верхняя часть кроны, где также выше плотность хозяина и процент вылета. Несколько ниже эти показатели в средней части кроны, гораздо ниже — в нижней. Выявленные закономерности еще раз подтверждают характеристику этой бессамцовой трихограммы как тепло- и светолюбивого вида, тяготеющего к верхним частям крон и опушкам древесных насаждений [9].

Мозаичное распределение трихограммы в пространстве можно обнаружить, если в качестве единицы учета принимать отдельное дерево. В пределах единичного дерева, являющегося индивидуальной консорцией, определяют границы мозаик второго уровня популяционной пространственной структуры [4]. В данном случае мозаичность оказалась хорошо выраженной по плотности. Так, на всех площадках обнаружены деревья как не заселенные, так и с повышенным количеством трихограммы. Причины этого явления предстоит еще выяснить.

Мозаичное распределение трихограммы в пространстве можно обнаружить, если в качестве единицы учета принимать отдельное дерево. В пределах единичного дерева, являющегося индивидуальной консорцией, определяют границы мозаик второго уровня популяционной пространственной структуры [4]. В данном случае мозаичность оказалась хорошо выраженной по плотности. Так, на всех площадках обнаружены деревья как не заселенные, так и с повышенным количеством трихограммы. Причины этого явления предстоит еще выяснить.

Мозаичное распределение трихограммы в пространстве можно обнаружить, если в качестве единицы учета принимать отдельное дерево. В пределах единичного дерева, являющегося индивидуальной консорцией, определяют границы мозаик второго уровня популяционной пространственной структуры [4]. В данном случае мозаичность оказалась хорошо выраженной по плотности. Так, на всех площадках обнаружены деревья как не заселенные, так и с повышенным количеством трихограммы. Причины этого явления предстоит еще выяснить.

Таблица 1

Характеристика зимнего запаса *T. telengai* на пробных площадях (март 1985 г.)

Но- мер пло- щадки	Число яиц ли- стоверт- ки в опыте	Плот- ность* (число яиц на одну учетную ветвь)	Число трихо- грамм	Вылет трихо- граммы, %
1	992	48,8	32	3,23
2	710	35,8	14	1,97
3	566	29,1	11	1,94
4	778	35,4	20	2,57

* Здесь и далее плотность рассчитана на основе данных по общим сборам яиц листовертки, а не по заложенным в опыт, и приведена в пересчете на метровую учетную ветвь.

Таблица 2

Распределение *T. telengai* по частям кроны дуба (март 1985 г.)

Часть кроны	Число яиц ли- стоверт- ки в опыте	Плот- ность* (число яиц на одну учетную ветвь)	Число трихо- грамм	Вылет трихо- граммы, %
Верхняя	1608	59,4	44	2,74
Средняя	1166	43,0	29	2,49
Нижняя	272	10,1	4	1,47

T. telengai очевидно реагирует на скопления яиц листовертки в пределах небольшого (0,5...2,0 см²) участка поверхности ветви (мозаики первого уровня). В табл. 3 представлены данные, характеризующие посещаемость и процент вылета трихограммы для скоплений, состоящих из разного числа яиц хозяина. В ней явно прослеживается тен-

* Процент поражения здесь значительно выше, так как в табл. 1 и 2 не учтены пустые яйцекладки листовертки и погибшие трихограммы.

Таблица 3
Реакция *T. telengai*
на скопления яиц листовертки (март 1985 г.)

Число яиц в группе	Число групп яйцекладок	Число вылетевших трихограмм	Посещаемость группы, %	Вылет трихограммы, %
14	1	2	100,0	14,4
12	4	1	25,0	2,1
10	8	2	25,0	2,5
8	25	6	20,0	3,0
6	97	12	10,3	2,1
4	196	36	15,8	4,6
2	669	18	2,7	1,3

денция к повышению посещаемости с ростом числа яиц в группировке хозяина. Возможно, что в основе этого лежит большая их привлекательность, обусловленная большей концентрацией кайромона хозяина. Однако обращает на себя внимание тот факт, что такой сильно выраженной тенденции не наблюдается по отношению к проценту вылета. Скорее всего самка, обнаружив скопление, заражает только одно яйцо.

Не исключено, что дополнительное воздействие паразита на численность яиц листовертки может осуществляться за счет питания самок содержимым яйца хозяина при пробных проколах яйцекладом. Хорошо известно, что после этого яйца в большинстве своем становятся нежизнеспособными. Наличие таких яиц отмечено в работах Б. В. Рывкина [8] и П. Дю Мерле [11]. Последний четко просматривал в яйцах листовертки округлые перфорации в эндохорроне. Он предположил, что неживые яйца с красным и белым содержимым («красная» и «белая» болезни) являются результатом проколов яиц трихограммой. В наших образцах при вскрытии яиц листовертки, из которых не было выхода насекомых, обнаруживалось содержимое характерного ярко-оранжевого, иногда желтого или красноватого цвета, сухой плотной консистенции, по внешнему виду напоминающее округлую, сплюснутую таблетку. Иногда, довольно редко, содержимое яйца было белой сухой консистенции, несколько отличной от указанной выше, так как в белом яйце хорошо просматривались белые беспорядочно расположенные волокна. Образцы с обоими вариантами болезни были направлены во ВНИИБМЗР (г. Кишинев) специалистам-микробиологам В. В. Гулию и С. Ю. Рыбиной для идентификации по наличию энтомопатогенов. Во всех случаях результаты оказались отрицательными. Не исключено, что эти заболевания имеют физиологическую основу и яйцо высыхает в природных условиях до желто-красной «таблетки».

Для получения более полного представления о возможной роли *T. telengai* в снижении численности яиц листовертки в марте 1986 г. были проведены дополнительные исследования. Изучено состояние яиц зеленой дубовой листовертки, собранных 22 марта 1985 г. и 23 марта 1986 г. на площадке 1. Просмотрено соответственно 366 и 390 яиц; выявлено живых гусениц 68,8 и 64,9 %; мертвых — 2,5 и 5,1 %; живых трихограмм — 4,6 и 5,6 %; мертвых — 2,7 и 0,3 %; процент «красной» болезни — 17,8 и 19,7; «белой» — 0,3 и 0; пустых яиц — 3,3 и 1,8 %.

Сравниваемые данные очень близки. В обоих случаях довольно высок процент «красной» болезни и низок — «белой». Эти результаты также близки и к приведенным в публикации П. Дю Мерле [11]. Пораженность яиц трихограммой на опушечной площадке 1 составляет около 6...7 % и, вероятно, мало изменяется по годам. Не исключено, что пустые яйца, которые во всех случаях лежали сверху, сохранили свою форму после вылета трихограммы последней — осенней генерации, так как в них четко просматривались летные отверстия. Если последнее предположение верно и если считать, что «красная» болезнь — результат «хищничества» яйцеда, тогда роль *T. telengai* как фактора снижения численности листовертки на фазе яйца весьма существенно возрастает.

Таким образом, результаты исследования паразитизма *T. telengai* на яйцах зеленой дубовой листовертки в дубравах Крыма на этапе зимовки заставляют предполагать большие потенциальные возможности ее как регулятора численности вредителя.

Авторы приносят глубокую благодарность А. П. Сорокиной за определение видовой принадлежности яйцеда и помощь в написании данной статьи, а также В. В. Гулию и С. Ю. Рыбиной за анализ погибших яиц листовертки на наличие энтомопатогенов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блажиевская А. П. Биологические особенности и динамика дубовой зеленой листовертки (*Tortrix viridana* L.) в лесах северо-востока Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Киев: УСХА, 1971.— 21 с. [2]. Воронцов А. И. Биологическая защита леса.— М.: Наука, 1984.— 264 с. [3]. Ивашов А. В., Подмарьков Н. Ю., Сиренко М. Д. Паразиты куколок зеленой дубовой листовертки в Крыму // Лесн. журн.— 1986.— № 3.— С. 108—110.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Ивашов А. В. Популяционные системы и их атрибуты // Журн. общ. биологии.— 1987.— № 5.— С. 614—625. [5]. Ивашов А. В., Суслова Г. Н. Трихограмма бессамцовая (*Trichogramma embriophagum* Htg.) — паразит яиц дубовой зеленой листовертки в Крыму // Тез. докл. III съезда УЭО.— Киев: Наук. думка, 1987.— С. 78—79. [6]. Иноземцев А. А. Роль насекомоядных птиц в лесных биоценозах.— Л.: ЛГУ, 1978.— 263 с. [7]. Подмарьков Н. Ю. Биология и экология насекомых — паразитов зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.) в горном Крыму: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Воронеж: ВЛТИ, 1986.— 22 с. [8]. Рывкин Б. В. К биологии и хозяйственному значению лесной трихограммы, *Trichogramma embriophagum* Htg. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) // Энтомол. обозрение.— 1959.— Т. 38, вып. 2.— С. 382—393. [9]. Сорокина А. П. *Trichogramma embriophagum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) в СССР // Зоол. журн.— 1977.— Т. 56, вып. 77.— С. 1112—1118. [10]. Сорокина А. П. Биологическое и морфологическое обоснование видовой самостоятельности *Trichogramma telengai* sp. n. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) // Энтомол. обозрение.— 1987.— Т. 66, № 1.— С. 32—46. [11]. Du Merle P. Les facteurs de mortalité des œufs de *Tortrix viridana* L. (Lep., Tortricidae). II. Parasitisme par un *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) et «maladies» // Agronomie.— 1983.— Vol. 3, N 5.— P. 429—434.

Поступила 24 октября 1988 г.

УДК 630*231.1

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ СОСНЯКА ЧЕРНИЧНОГО СВЕЖЕГО

Л. Е. АСТРОЛОГОВА

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время в Архангельской области вырубается ежегодно около 150 тыс. га леса. В результате рубок происходят интенсивные качественные изменения. Новый тип леса на месте старого может формироваться разными путями. Поэтому в практике лесного хозяйства все более прослеживается необходимость изучить как исходный тип леса, так и возможные изменения в целях устранения нежелательных смен и использования мер повышения продуктивности растительности на разных этапах ее формирования.

Наши исследования проведены в учебно-опытном лесхозе АЛТИ, расположенном в Плесенском районе Архангельской области, в течение трех вегетационных сезонов (1971, 1981, 1985 гг.) в сосняке черничном свежем VIII класса возраста. Состав древостоя 10С+Е, Лц, Б; средняя высота — 22,3 м; диаметр — 25,7 см; полнота — 0,6; класс бонитета — IV. Общее проективное покрытие растениями напочвенного покрова — 100 %. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют черника *Vaccinium myrtillus* L. и брусника *Vaccinium vitis idaea* L., в моховом — *Pleurozium Schreberi* Mill.

В древостое было учтено возобновление ели. Для этого на общей пробной площадке 0,1 га трансектой заложено 5 площадок размерами 10×10 м. На каждой площадке проведен сплошной перебор подростка по породам, ступеням высоты и катего-

ниям качества. Из каждой ступени высоты взято по 5 модельных растений для определения запасов фитомассы подроста с разделением на фракции: ствол, побеги, хвоя. Определяли сухую надземную фитомассу (навески высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С).

Концепция сукцессии растительного покрова давняя, ее предложил в 1872 г. Велкпар [6], который отмечал, что причины сукцессии много-сторонни. В. Н. Сукачев [5] считал сукцессию сменой фитоценозов во времени. Он выделил коренные, естественные фитоценозы и производные, которых в природе большинство. Коренной тип леса, в отличие от производного, в естественных условиях произрастания более устойчив и долговечен. В северной и средней подзонах европейской тайги сосна формирует коренные сообщества только на песчаных почвах и сфагновых болотах. Как отмечали Н. А. Граков [2] и В. Н. Сукачев [4], сосна может сохранять свое господство в течение длительного времени и на почвах мезотрофного и свежих типов, но только при воздействии пожаров. Такие сосняки отличаются высокой продуктивностью, товарными качествами древесины и по таксационным показателям превосходят еловые древостои в аналогичных условиях произрастания.

Леса подобного типа характерны для Плесецкого района, где сосняки составляют до 30 % лесфонда [3]. Исследуемый нами древостой также имеет послепожарное происхождение. Это высокопродуктивное растительное сообщество; по нашим данным [1], запасы надземной фитомассы составляют до 100 т/га. В виде побочного пользования в качестве лекарственного сырья здесь можно заготавливать до 200 кг/га листьев черники и брусники и в урожайные годы до 100 кг/га ягод черники. Для сохранения высокопродуктивных сосновых насаждений на коренных местообитаниях ели требуется учесть все изменения, происходящие в процессе формирования.

Учет естественного возобновления в сосняке черничном показал, что подрост сосны в древостое практически отсутствует (табл. 1). По результатам перечета 1971 г. на 1 га насчитывалось всего 110 растений средней высотой 54 см, диаметром у корневой шейки 0,7 см; 71,4 % из них отличались слабым приростом и имели повреждения *Biatorrella difformis* (Fr.) Rehm.

Таблица 1

Ступени вы- соты, м	Количество подроста, шт./га				
	ели			сосны	
	1971	1981	1985	1971	1981
До 0,5	1610	1010	1000	110	70
0,5...1,0	933	2730	2340	—	—
1,0...1,5	157	2050	2420	—	—
1,5...2,0	—	1120	1140	—	—
2,0...2,5	—	290	290	—	—
2,5...3,0	—	250	250	—	—
3,0...3,5	—	120	130	—	—
3,5...4,0	—	20	10	—	—
4,0...4,5	—	10	10	—	—
Итого	2700	7600	7590	110	70

Таким образом, в спелом сосняке черничном возобновление происходит фактически только елью *Picea abies* (L.) Karst. (табл. 1). В 1971 г. в данном древостое количество елового подроста равнялось 2700 шт./га, преобладали растения высотой до 0,5 м. Средняя высота ели в данный вегетационный сезон была 61 см, диаметр — 1,2 см. Вторичный пересчет в 1981 г. показал, что количество елового подроста возросло втрое, причем 76 % его составили растения до 1,5 м. Основ-

ное приращение произошло за счет самосева в связи с обильным семенением ели в эти годы.

Средняя высота ели в год учета равнялась $1,09 \pm 0,22$ м, так как 3/5 всего подроста представлено растениями высотой от 0,5 до 1,5 м. Максимальная высота подроста — 4,2 м. Средний текущий прирост ели — $7,3 \pm 0,51$ см, зарегистрированный максимальный — 16,8 см. Подрост благонадежный. По пересчету 1985 г. количество елового подроста практически не изменилось и составило 7590 шт./га (табл. 1), средняя высота возросла до $1,6 \pm 0,19$ м. При этом растения ступеней высоты от 1 до 2 м образуют более 45 % общего числа. Средний текущий прирост ели в 1985 г. значительно выше прироста 1981 г. и равен $12,8 \pm 0,99$ см. В начале развития темпы роста ели прямо пропорциональны ее высоте, наибольший текущий прирост отмечался у растений высотой от 2,0 до 2,5 м (табл. 2), где зарегистрирован и максимальный прирост 26,7 см. У растений высотой более 2,5 м темпы роста несколько снижаются. Положительное воздействие на развитие верхушечного побегоа оказывает освещенность (табл. 2), в наибольшей степени оно проявляется у растений высотой до 0,5 м.

Таблица 2

Ступени высоты, м	Текущий прирост ели в высоту, см			
	у стены леса	в окнах	под по- логом	сред- ний
До 0,5	9,9	4,8	5,4	7,7
0,5...1,0	8,9	8,2	7,7	8,2
1,0...1,5	13,1	12,5	11,6	12,4
1,5...2,0	16,0	16,1	14,0	15,3
2,0...2,5	20,7	18,3	17,2	18,2
2,5...3,0	17,8	16,7	14,3	16,2
3,0...3,5	16,0	16,2	13,0	15,0
3,5...4,0	12,5	13,2	10,8	12,1
4,0...4,5	12,0	13,0	10,5	11,8

В данном экотипе под пологом сосняка черничного наблюдается постепенная смена сосны елью, что выражается как в количественном росте подроста, так и в темпах его развития. Анализ запасов фитомассы елового возобновления еще более ярко подтверждает эту картину. В 1971 г. запасы надземной фитомассы подроста сосны составили всего 0,001 т/га, в то время как елового в сотни раз больше (табл. 3). Растения ели высотой до 1 м создавали более 50 % массы подроста. В 1981 г. количество подроста сосны уменьшилось, у имеющихся растений прирост вообще не был выражен, поэтому запасы фитомассы не определялись. За 10 лет запасы надземной массы елового подроста увеличились в 18 раз. Почти 50 % органического вещества подроста дают растения ели высотой 1...2 м, они преобладают и в количественном отношении.

Фракционный состав подроста ели своеобразен, во всех ступенях высоты соотношение массы ствола, сучьев и хвои практически одинаково (табл. 3). Значительный процент хвои указывает на высокие потенциальные возможности подроста. Повторный учет запасов фитомассы подроста ели проводили в 1985 г. За 5 лет наблюдений число растений подроста ели фактически не изменилось, прирост массы составил 7 %. Запасы массы молодых елей высотой 0,5...1,0 м остались прежними, что связано в основном с их отпадом в ступенях высоты до 0,5 и 0,5...1,0 м. Наибольший прирост массы отмечен у подроста высотой 3...4,5 м, где основное увеличение произошло за счет массы ствола. Фракционный состав возобновления ели изменяется незначи-

Таблица 3

Ступени высоты, м	Год	Запас надземной фитомассы ельного подроста, кг/га			
		Ствол	Сучья	Хвоя	Всего
До 0,5	1971	23,7	17,7	15,6	57,0
	1981	14,9	11,0	9,8	53,7
	1985	15,2	11,5	10,3	37,0
0,5 ... 1,0	1971	35,7	27,2	38,1	101,0
	1981	104,6	79,7	111,4	295,7
	1985	102,7	63,4	111,5	277,6
1,0 ... 1,5	1971	14,2	11,0	14,5	39,7
	1981	185,7	144,1	189,8	519,6
	1985	254,3	177,1	231,6	663,0
1,5 ... 2,0	1981	461,6	460,2	454,2	1316,0
	1985	500,5	471,2	483,5	1455,2
2,0 ... 2,5	1981	117,9	138,4	137,8	394,1
	1985	122,2	140,6	138,2	401,0
2,5 ... 3,0	1981	152,3	178,7	191,3	522,3
	1985	173,5	185,4	192,4	551,3
3,0 ... 3,5	1981	164,3	142,8	161,8	469,0
	1985	199,2	157,8	173,9	530,9
3,5 ... 4,0	1981	39,4	19,4	20,0	78,8
	1985	21,7	11,5	8,6	41,8
4,0 ... 4,5	1981	19,2	13,5	14,4	47,1
	1985	22,1	14,7	15,4	52,2
Итого	1971	73,6	55,9	68,2	197,7
	1981	1259,9	1187,8	1290,5	3738,2
	1985	1411,4	1233,2	1365,4	4010,0

тельно. Доля ствола увеличивается на 11 %, но продолжает оставаться большим и процент хвои, что говорит о высокой фотосинтезирующей активности подроста ели (табл. 3). Таким образом, общая фитомасса ели за 15 лет увеличивается в 20 раз.

Полученные данные показывают, что в рассмотренных условиях под пологом сосняка черничного при естественном развитии древостоя может произойти смена доминантов и ель займет господствующее положение. Для сохранения высокопродуктивного соснового насаждения необходимо планомерное регулярное вмешательство человека.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Астрологова Л. Е. Биологическая продуктивность фитоценозов на разных стадиях восстановления сосняка черничного // Бот. журн.— 1981.— Т. 66.— С. 1001—1005. [2]. Граков Н. А. Упорядочение леса Архангельской губернии // Лесн. журн.— 1897.— Вып. 2.— С. 325—331. [3]. Монсеев Н. А., Чертовской В. Г. Лесоэкономическое и лесорастительное районирование (на примере Архангельской области) // Вопросы таежного лесоводства.— М.: Наука, 1967.— С. 7—23. [4]. Сукачев В. Н. История растительности СССР во время плейстоцена // Растительность СССР.— М.; Л.: АН СССР, 1938.— Т. 1.— С. 183—234. [5]. Сукачев В. Н. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии.— М.: Наука, 1964.— С. 458—486. [6]. Spragg S. H. Origin of the concert of forest succession // Ecology.— 1952.— Vol. 33, N 3.— P. 426—427.

Поступила 14 марта 1990 г.

УДК 630*232.312.2

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНДИЦИОННОСТИ СЕМЯН

А. И. ЗЕМЛЯНУХИН, Б. М. СКРЫННИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Решение актуального вопроса о стабильном обеспечении лесного хозяйства семенами высокой кондиции во многом зависит от совершенства конструкции рабочих органов машин по их извлечению, очистке и сортированию [2—4].

Один из существенных недостатков в работе машин по очистке и сортированию семян — неравномерность скорости воздушного потока по сечению пневмосепарирующего канала. В центральной части она значительно выше, чем у его стенок. В результате нормальные семена, попадая в центральную зону канала, уносятся в отходы, а некондиционные (пустые и шуплые), мелкие частицы и пыль, попадая в пристеночную область, перемещаются вниз вместе с кондиционными семенами.

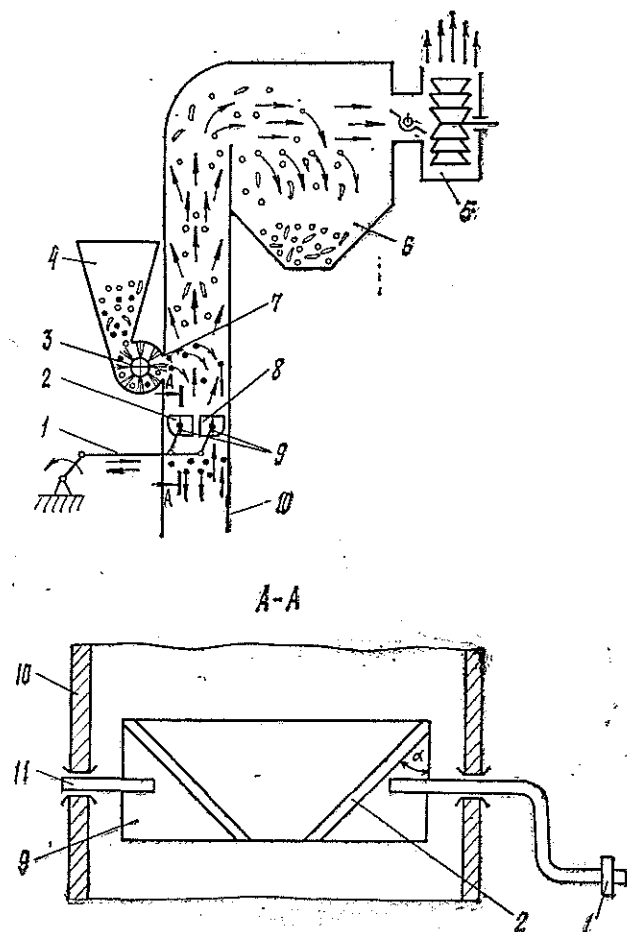
Для устранения этого недостатка нами разработана конструкция специального устройства, обеспечивающего повышение равномерности воздушного потока [1].

Большое влияние на эффективность разделения оказывает подача материала в зону сепарирования. Общепринятым является способ подачи материала в пневмоканал по нисходящей траектории. При этом основная масса семян, ударяясь о противоположную стенку, попадает в зону пониженных скоростей пневмопотока и сползает по стенке вниз. Исследования по совершенствованию схемы подачи материала в пневмоканал позволили выявить большую эффективность подачи семенного материала по восходящей траектории [5]. При этом семена вбрасываются в вертикальный пневмоканал по восходящей траектории под таким углом к направлению движения воздушного потока, при котором полнозернистые семена достигают максимальной высоты в центральной части канала, выше входного отверстия. Такая схема позволяет подавать семенной материал в зону с постоянной скоростью воздушного потока по высоте канала, значительно уменьшить вероятность столкновения сепарируемых частиц между собой и со стенками канала и тем самым улучшить условия сепарирования.

Предлагаемая конструкция пневмосепарирующего устройства (см. рисунок) состоит из ряда параллельных прямоугольных пластин 9, установленных с помощью осей 11 в нижней части вертикального пневмосепарирующего канала 10, кинематически связанных с механизмом 1 циклического изменения их положения.

Перпендикулярно к пластинам 9 приварены рассеивающие элементы 2 и 8 в виде лопастей. Лопастей 2, обращенные к стенкам пневмосепарирующего канала 10, имеют вид четверти круга, параллельные им лопастей 8 — прямоугольника. Пластины 9 расположены параллельно окну 7 питателя пневмосепарирующего канала.

Пневмосепарирующее устройство работает следующим образом. Семена засыпают в загрузочный бункер 4, затем питатель 3 через окно 7 вбрасывает их в пневмосепарирующий канал 10, где вентилятор 5 создает воздушный поток. Пластины 9 с помощью механизма 1 совершают колебательные движения, поворачиваясь относительно оси 11 и создавая дополнительный приток воздуха к стенкам канала,



расположенным параллельно им. В свою очередь, лопасти 2 и 8 осуществляют приток воздуха к стенкам канала, расположенным перпендикулярно пластинам 9. В результате притока воздуха по всему периметру канала увеличивается скорость потока у его стенок и частично снижается в центральной части.

Таким образом, на семена воздействует относительно равномерный по сечению канала воздушный поток, под действием которого легкие семена и примеси уносятся в осадочную камеру 6, а кондиционные — в нижнюю часть пневмосепарирующего канала 10.

В качестве основного показателя эффективности сепарирования семян использовали показатель E — «эффект разделения» (%), который определяли по формуле

$$E = \frac{A}{B} \left(1 - \frac{a}{100} \right) 100,$$

где A — количество пустых семян, выделенных в отходы, %;

B — количество пустых семян в исходном материале, %;

a — доля полнозернистых семян в отходах.

Для определения влияния принципиально новой конструкции питателя с восходящей траекторией подачи и высокотурбулентного потока, создаваемого турбулизатором, на эффективность разделения семенных смесей были проведены сравнительные испытания на экспериментальной установке.

Рассмотрены следующие технологические схемы пневмосистем:

- 1) подача семенного материала по нисходящей траектории под углом 30° (традиционная схема) в пневмоканал без турбулизатора;
- 2) подача семенного материала по восходящей траектории под углом 75° в пневмоканал без турбулизатора;
- 3) подача семенного материала по нисходящей траектории под углом 30° в пневмоканал с высокотурбулентным потоком;
- 4) подача семенного материала по восходящей траектории под углом 75° в пневмоканал с высокотурбулентным потоком.

Очищали семенную смесь сосны обыкновенной, полученную после обескрыливания на семьяочистительной машине МОС-1 и содержащую 37 % легких примесей.

Были заданы следующие режимы работы: скорость подачи семенного материала в пневмоканал по нисходящей траектории — 0,3 м/с, по восходящей — 0,75 м/с; скорость воздушного потока в пневмоканале — 4 м/с; частота колебаний турбулизатора — $7,6 \text{ с}^{-1}$; удельная семенная нагрузка — $1 \text{ г}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Масса навески — 1 кг. Результаты опытов в 3-кратной повторности приведены в таблице.

Номер варианта опыта	Выделено легких примесей		Содержание семян в отходах		Эффект очистки, %	
	г	%	г	%	E	$E_{\text{ср}}$
1	312	84,3	3,7	1,0	83,5	84,1
	310	83,8	7,4	2,0	82,1	
	324	86,3	5,5	1,5	86,3	
2	352	95,1	—	—	95,1	93,8
	350	94,5	3,1	0,5	94,0	
	345	93,3	6,9	1,1	92,3	
3	344	93,0	5,0	0,8	92,2	91,3
	339	91,6	3,8	0,6	91,1	
	338	91,4	5,7	0,9	90,6	
4	367	99,1	—	—	99,1	98,9
	368	99,5	2,5	0,4	98,5	
	367	99,1	2,5	0,4	99,1	

Анализируя результаты сравнительных испытаний, следует отметить повышение эффекта очистки как при раздельном включении в пневмосистему питателя и турбулизатора, так и при совместном их использовании. Применение традиционной схемы пневмосистемы позволило получить среднее (из трех повторностей) значение эффекта очистки $E_{\text{ср}} = 84,1 \%$. Включение в традиционную схему пневмосистемы питателя, обеспечивающего восходящую траекторию движения подаваемого в пневмоканал семенного материала, позволило получить эффект очистки в среднем до 93,8 %. При использовании турбулизатора, создающего высокотурбулентный с равномерным скоростным полем поток, было получено меньшее, чем в предыдущем опыте, но достаточно высокое значение эффекта очистки $E_{\text{ср}} = 91,3 \%$. И, наконец, в последней серии опытов при одновременном включении в пневмосистему питателя с восходящей траекторией подачи и турбулизатора, создающего высокотурбулентный воздушный поток, было достигнуто максимальное значение эффекта очистки $E_{\text{ср}} = 98,9 \%$.

Выводы

Применение питателя с восходящей траекторией подачи семенного материала в пневмосепарирующий канал позволяет повысить эффект очистки для семян сосны обыкновенной на 9,7 %.

Установка в пневмоканале турбулизатора, создающего высокотурбулентный поток с выравненным полем скоростей, повышает значение эффекта очистки на 7,2 %.

Включение в пневмосистему одновременно питателя с восходящей траекторией подачи и турбулизатора позволяет повысить эффект на 14,8 %. Лабораторная всхожесть семян при этом составила 98 %.

Кроме того, выравнивание воздушного потока способствует эффективному удалению мелких частиц и пыли в осадочную камеру и, следовательно, снижению запыленности в рабочей зоне.

Предлагаемая конструкция проста и может быть вмонтирована в пневмосепарирующий канал любой сеяноочистительной машины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1351700 СССР, МКИ⁴ В 07 В 4/00. Пневмосепарирующее устройство для разделения сыпучих материалов / Б. М. Скрынников, А. И. Землянухин, Ю. А. Фрыкин, А. А. Харченко (СССР).— № 4080716/23-03; Заявлено 24.06.86 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 42.— С. 36. [2]. Баранов А. И., Землянухин А. И. Повышение эффективности работы машины для механической обработки семян // Лесн. журн.— 1980.— № 3.— С. 24—26.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Баранов А. И., Землянухин А. И., Малофеева М. А. Пути уменьшения повреждения семян при механической обработке // Лесн. журн.— 1975.— № 2.— С. 14—18.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Землянухин А. И. Машина для механической обработки семян // Лесн. журн.— 1983.— № 1.— С. 124—126.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Скрынников Б. М. К вопросу об очистке лесных семян воздушным потоком // Лесн. журн.— 1985.— № 6.— С. 26—30.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 19 января 1989 г.

УДК 630*281

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ НОВОГОДНИХ ЕЛЕЙ

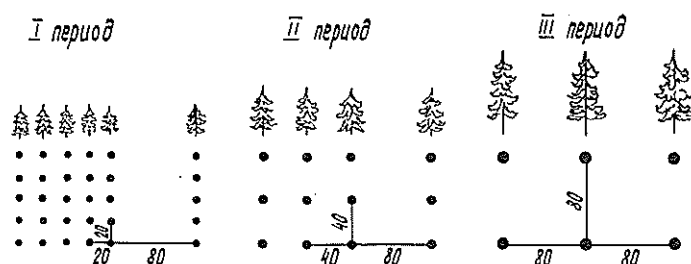
О. М. ШАЛКИН, Е. А. ГОРБУНОВ

Московский лесотехнический институт

При существующей технологии выращивания для получения 1,5—2-метровых елок необходимо 9...11 лет. По данным Минлесхоза РСФСР, выход продукции с 1 га при этом составляет в среднем 6 тыс. шт. Новогодние ели нередко выращивают на лесокультурных площадях, на трассах газопроводов и линий электропередач, где сложно применять технику и средства химии, площади зарастают травянистой растительностью и порослью мягколиственных пород. Все это снижает выход и качество новогодних елок и увеличивает сроки производства.

Наиболее перспективно новогодние ели выращивать на крупных специализированных плантациях и в базисных питомниках, где легче обеспечить комплексную механизацию, химизацию и научную организацию труда. Земля питомников ценится очень дорого, и каждый ее гектар должен использоваться с наибольшей эффективностью.

Анализируя опыт выращивания новогодних елей у нас в стране и за рубежом и опираясь на полученные результаты исследований, мы рекомендуем выращивать новогодние ели и крупномерные саженцы для лесокультурного производства совместно в комбинированных и уплотненных школах, применяя периодическое изреживание и принцип непрерывного и неистощительного пользования. Весь цикл производства можно условно разбить на три периода (см. рисунок).



Первый период — продолжительность 2 года. Посадку 2-летних сеянцев необходимо провести по схеме уплотненной школы в 5-рядном варианте с густотой посадки 200 тыс. шт. на 1 га. В конце периода 70...80 % 4(2+2)-летних саженцев ели достигают стандартных размеров, что удовлетворяет требованиям лесокультурного производства (высота более 20 см, диаметр более 4 мм). Как показали исследования сотрудников кафедры лесных культур МЛТИ [3, 5, 6], саженцы ели в уплотненной школе не следует выращивать более 2-3 лет, так как из-за недостаточной площади питания снижается прирост по диаметру и высоте. Поэтому весной надо подрезать корневые системы ели выкопчной скобой НВС-1,2, углубляя ее на 25...30 см, и вручную выбрать часть саженцев для посадки в лесные культуры. При этом выкапывают второй и четвертый ряды ели полностью, а в центральном и крайних рядах саженцы оставляют через 40 см. Таким образом, в конце первого периода можно отправить для посадки на лесокультурную площадь около 150 тыс. высоккачественных саженцев.

Второй период — продолжительность 3 года. Оставшиеся 50 тыс. саженцев выращивают с размещением $(0,4-0,4-0,8) \times 0,4$ м еще максимум 2-3 года. В конце периода 7(2+5)-летние саженцы имеют высоту около 1 м и могут быть реализованы как новогодние ели или использоваться как посадочный материал для создания лесных культур. Сувенирные новогодние ели пользуются огромным спросом у населения. На перспективность использования саженцев такого размера и возраста указывают работы многих советских и зарубежных исследователей ([1-4, 8, 9] и др.). Крупномерные саженцы хорошо приживаются и растут на лесокультурной площади. Их использование позволяет полностью отказаться от проведения агротехнических уходов и значительно сократить лесоводственные. Таким образом, в конце второго периода выбирают 35 тыс. саженцев.

Третий период — продолжительность 2 года. Оставшиеся 15 тыс. елей выращивают с размещением $0,8 \times 0,8$ м. В конце периода 9(2+7)-летние ели имеют высоту 1,5...2,0 м. Реализуются все оставшиеся ели.

Новогодние елки заготавливают с помощью мотоагрегата «Секор». При такой схеме выращивания с 1 га получают 150 тыс. стандартных саженцев для лесокультурного производства, 35 тыс. укрупненных саженцев или сувенирных новогодних елей и 15 тыс. новогодних елей высотой 1,5...2,0 м. При существующей в настоящее время технологии производства выход новогодних елей с 1 га даже в передовых лесхозах не превышает 10...15 тыс. шт. Таким образом, экономический эффект от реализации дополнительно выращенных по нашей технологии саженцев для лесокультурного производства и сувенирных новогодних елей составит 19,23 тыс. р., или 3,2 тыс. р. в год с 1 га.

В зависимости от конкретных условий в предлагаемую технологию можно внести изменения.

Исследования, проведенные нами в питомниках Щелковского учебно-опытного лесхоза и Дмитровского лесокомбината и в большинстве лесхозов Московского управления лесного хозяйства на дерново-подзолистых суглинистых почвах в простых, уплотненных, комбинированных школах и на специализированных плантациях, показали, что на всех этапах выращивания, во избежание истощения почвы и для полного использования имеющихся в почве питательных веществ необходимо применять стимуляторы роста, микроэлементы и минеральные удобрения.

Минеральные удобрения следует вносить в почву в небольших дозах одновременно с посадкой и в виде двух подкормок в периоды наиболее интенсивного роста. Применение больших доз нецелесообразно, так как удобрения не усваиваются растениями, переходят в нерастворимое состояние или вымываются из почвы, загрязняя водоемы и грунтовые воды. В наших исследованиях для зоны смешанных лесов с ее спецификой наиболее эффективной оказалась доза полного минерального удобрения $N_{45}P_{60}K_{30}$. Часть этой дозы ($N_{25}P_{30}K_{25}$) вносили в почву локально одновременно с посадкой, оставшиеся удобрения — в виде двух подкормок на второй год ($N_{10}P_{10}$ и $N_{10}P_{15}K_5$). После трех лет выращивания в школьном отделении саженцы в этом варианте превосходили контрольные на 15 % по высоте, на 16 % по диаметру, на 38 % по площади проекции кроны.

Перед посадкой сеянцев в уплотненную или комбинированную школу корневые системы необходимо замачивать в течение 12 ч в растворах стимуляторов роста или микроэлементов: лентехнина, кротилоксиэтилового эфира масляной (P_1) и изомасляной (P_2) кислот, этилкротилового эфира этиленгликоля (ЭЭЭ), гетероауксина, йода, молибдена. Из рекомендуемых нами препаратов наиболее эффективны лентехнин в концентрации 0,001 % и P_2 в концентрации 0,005 %.

Отличие от контроля в вариантах с обработкой лентехнином и P_2 составило 16...18 % по диаметру и 43...52 % по площади проекции кроны. Увеличился прирост в высоту саженцев ели: в первый год — на 90...96 %, второй — на 71...80 %, третий — на 18 %. При совместном применении стимуляторов роста и минеральных удобрений эффективность обоих увеличивается. Так, в вариантах $P_2 + N_{45}P_{60}K_{30}$ и лентехнин + $N_{45}P_{60}K_{30}$ саженцы превосходили контрольные на 19...24 % по высоте, на 24 % по диаметру, на 40 % по площади проекции кроны, на 63...85 % по общей биомассе.

Применяемые химические вещества оказали влияние не только на биомассу корневых систем, но и на их строение. На 16...70 % увеличилась общая длина корней, при этом длина наиболее физиологически активной части корневой системы — корней 2—3-го порядка — соответственно в 1,2—1,9 и 4—11,5 раза.

При совместном применении стимуляторов роста и минеральных удобрений повышалось содержание азота, фосфора и калия в хвое саженцев ели. Вследствие этого цвет хвои изменился от желто-зеленого до ярко-зеленого. Увеличилась длина хвои и число ветвей в мутовках, а следовательно, возросла декоративность новогодних елей.

Как показали наши исследования, длительность влияния физиологически активных веществ и полного минерального удобрения на рост ели не превышает 5...7 лет. Поэтому из-за недостатка элементов минерального питания хвоя новогодних елей в возрасте 8(2 + 6) лет укорачивается и приобретает бледно-зеленый или желто-зеленый цвет. В связи с этим за год до конца III периода выращивания необходимо провести подкормку небольшими дозами полного минерального удобрения ($N_{20-30}P_{20-30}K_{20-30}$ кг/га по д. в.). Ель, в силу своих биологических особенностей, в возрасте 8(2 + 6) - 9(2 + 7) лет начинает бы-

стро расти. Годовой прирост в высоту увеличивается до 30 см и более, при этом рост боковых ветвей снижается. Такая ель не отвечает требованиям существующего стандарта на новогодние елки.

В этот период необходимо использовать специальные приемы по формированию крон новогодних елей. Применяемая за рубежом обрезка верхушки и боковых ветвей приводит к снижению роста апикальных побегов, но одновременно резко ухудшается цвет хвои и искривляется ствол [7].

Наиболее перспективным, по нашему мнению, способом торможения роста в высоту является использование ретардантов. Опробованный нами ретардант хлорхолинхлорид (отечественный препарат ТУР, широко используемый в сельском хозяйстве) позволил значительно снизить прирост ели в высоту, одновременно увеличить рост боковых ветвей и содержание фотосинтетических пигментов в хвое. Например, опрыскивание новогодних елей возраста 9(3+6) лет раствором этого ретарданта в концентрации 0,6 % по д. в., проведенное весной 1986 г. в питомнике Дмитровского лесокombината Московской области, позволило снизить текущий прирост растений в высоту на 13 %, увеличив при этом содержание хлорофиллов в хвое на 30 %. Обработку этим ретардантом мы рекомендуем проводить в конце III периода выращивания.

Итак, разработанная нами комплексная технология выращивания новогодних елей и крупномерных саженцев для лесокультурного производства в комбинированных школах с применением поэтапного изреживания и комплекса химических веществ позволяет ускорить решение проблемы выращивания елей и более крупных саженцев для лесокультурного производства, увеличить их выход с единицы площади и улучшить качество.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вячкилев В. В., Карцев В. Е., Максимов В. С. Опыт использования крупномерных саженцев ели // Посадочный материал для создания плантационных культур.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1986.—С. 28—33. [2]. Миронов В. В. Технология выращивания сосновых и еловых культур на вырубках при смене пород // Повышение продуктивности лесов методами лесных культур и основы хозяйства в лесах искусственного происхождения: Тез. респ. конф.—Минск, 1973.—С. 50—52. [3]. Родин А. Р. Культуры ели на вырубках.—М.: Лесн. пром-сть, 1977.—167 с. [4]. Родин А. Р. Теоретические и практические аспекты повышения эффективности и качества искусственного лесовосстановления // Лесн. хоз-во.—1986.—№ 1.—С. 32—37. [5]. Шапкин О. М. Интенсификация искусственного лесовосстановления.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—150 с. [6]. Шапкин О. М., Шкаринов С. Л. О сроках выращивания саженцев ели в школьных отделениях питомника // Науч. тр. / МЛТИ.—1977.—Вып. 99.—С. 186—189. [7]. Liebořd E. Erste Ergebnisse eines Versuches über Probleme der Verbesserung der Qualität bei der Anzucht von Weihnachtsbäumen // Arch. Forwesen.—1963.—N 7, vol. 12.—S. 697—705. [8]. Lupke B. V., Rohrig E. Versuche mit Fichtenrosspflanzen.—Forst-und Holzwirt.—1978.—33, N 8.—S. 165—168, 170, 172. [9]. Meyer D. R. Verwendung von Grosspflanzen zur Waldenerneuerung auf Sturm-schadenflächen // Forst-und Holzwirt.—1975.—30, N 4.—S. 68—70.

Поступила 23 октября 1989 г.

УДК 630*414 : 630*176.321.3

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ АРБОРИЦИДОВ НА СЕЯНЦЫ БЕРЕЗЫ

В. Н. АНЕВ, Л. П. ДЕХТЕРЕВА, Е. И. МЕЛЕХОВ

ВНИИХлесхоз

В лесном хозяйстве для борьбы с нежелательной растительностью все более широко применяют гербициды и арборициды. Наряду с положительными результатами, их использование имеет и негативные последствия. Из-за относительно низкой эффективности препараты применяют в высоких дозах. Значительная часть их рассеивается в окружающей среде и неблагоприятно воздействует на многие компоненты лесных биогеоценозов. Выход из такого положения заключается в уменьшении доз гербицидов без снижения эффективности их действия. В настоящее время наметилось несколько направлений решения проблемы.

Одно из них связано с разработкой гербицидов нового поколения, эффективных в ничтожных количествах (граммах на гектар, а не килограммах, как сегодня). Их поиск ведут многие фирмы и научные центры. Однако производство таких гербицидов в нашей стране пока не налажено, не отработаны методы ультрамалообъемного опрыскивания леса. Следовательно, это направление нацелено на обеспечение запросов лесного хозяйства в отдаленной перспективе.

Другое направление состоит в создании композиций имеющихся арборицидов с различными веществами, способствующими усилению токсического эффекта на нежелательную растительность. На сегодняшний день оно наиболее реально для решения проблемы снижения побочного действия арборицидов на окружающую среду. Широкое распространение получили гербицидные композиции, содержащие поверхностно-активные вещества [10]. Еще более перспективным считается повышение эффективности химического воздействия на растение благодаря добавлению физиологически активных соединений, в частности фитогормонов [7]. Преимущество такого подхода состоит в безвредности добавок для окружающей среды, поскольку они являются метаболитами растений и почвенной микрофлоры.

Для поиска соединений, усиливающих токсическое действие арборицидов, требуются чувствительные и высокопроизводительные лабораторные методы сравнительной оценки активности различных композиций. Имеющиеся методики лабораторных испытаний ориентированы главным образом на повышение селективного действия гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, и не удовлетворяют требованиям лабораторного испытания композиций для борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью в лесном хозяйстве [6, 15].

Цель настоящего исследования состояла в разработке методики лабораторных испытаний новых композиций на основе арборицидов ауксинового типа действия (производные 2, 4-Д), широко распространенных при уходе за молодняками и в питомниках [8, 9]. Методика должна соответствовать условиям массового скрининга, т. е. быть простой, производительной и точной. Одна из главных задач — правильно выбрать тест-объект, который отличался бы быстрым ростом, был

удобным в культивировании, чувствительным, позволял оценивать действие арборицидов по конечному результату — гибели растений. Этим требованиям отвечают сеянцы березы, которые можно выращивать в лабораторных условиях в количествах, достаточных для массовых опытов [2—3, 11—13, 16]. Кроме того, береза относится к числу основных объектов, для уничтожения которых применяют арборициды в лесном хозяйстве. В качестве модельного арборицида использовали метиловый эфир 2, 4-Д.

В настоящем сообщении представлены результаты корневой обработки сеянцев, так как она позволяет более точно дозировать компоненты, особенно при использовании различных концентраций испытуемых веществ. Предлагаемая методика предназначена для количественной оценки эффективности индивидуальных арборицидов, их смесей или композиций. В нашей работе она опробована при оценке влияния добавок, повышающих эффективность действия арборицидов за счет ускорения реализации повреждения [5].

Семена березы бородавчатой (*Betula verrucosa* Ehrh.) стерилизовали 3 %-м раствором H_2O_2 с добавлением перманганата калия и замачивали в течение 24 ч при 30 °C в 0,01 %-м растворе микроэлементов [4]. Затем их проращивали на перлите (песок перлитовый вспученный М-75 ГОСТ 10832—84), смоченном дистиллятом. В предварительных опытах в качестве субстрата использовали также просеянный песок и торф, но на них береза росла хуже. Сеянцы выращивали без добавления питательного раствора, что упрощало методику. В опытах применяли сосуды двух видов: парафинированные бумажные стаканчики высотой 90 мм, диаметром 66 мм, объемом 200 мл и полистироновые чашки Петри с перфорированным дном высотой 8 мм, диаметром 49 мм, объемом 15 мл фирмы «Millipore» (США). В стаканчиках масса субстрата была существенно больше, чем в чашках Петри, что определило способ обработки арборицидом. Чашки Петри помещали в кювету, заполненную перлитом, который поливали дистиллятом. Стаканчики и кюветы с чашками накрывали стеклом, чтобы исключить подсыхание субстрата. Растения выращивали в лабораторном помещении под флуоресцентными лампами ЛД-40 при освещенности 5-6 клк. Световой период — 14 ч, температура днем 24 ± 2 °C, ночью 16 ± 2 °C. Через две недели в каждом сосуде оставляли по 25...30 сеянцев высотой 12...15 мм, остальные удаляли.

Обработку растений арборицидом (метиловый эфир, 2, 4-дихлорфоснокснуксусной кислоты, фирмы «Serva» — ФРГ) проводили двумя способами: 1) 15 мл раствора арборицида вводили на дно каждого стаканчика с помощью шприца с длинной иглой; 2) чашки Петри с сеянцами помещали в кювету с раствором арборицида на 6 ч, затем переносили в кювету с дистиллятом на 24 ч для удаления остатков арборицида из субстрата, после чего возвращали в кювету с увлажненным перлитом. Обработку и промывание проводили на свету (5-6 клк) под вытяжкой. Продолжительность этих процессов определяли на основании предварительных опытов. Оказалось, что для получения стабильного эффекта необходимо выдерживать растения в растворах токсиканта не менее 6 ч. Для достаточно полного отмывания арборицида требовалось не менее 15-16 ч, но более удобно его проводить в течение 24 ч. Таким образом, в стаканчиках арборицид оставался на протяжении всего опыта в субстрате, а в чашках Петри присутствовал 6 ч и затем отмывался. Эффективность воздействия арборицида определяли по проценту погибших растений в каждой чашке или стакане. Погибшими считали засохшие, побуревшие растения. Каждый вариант в опыте включал 125...150 растений (пять сосудов с 25...30 сеянцами в каждом). Все опыты повторяли трижды. Достоверность данных определяли по критерию Уэлча [1].

На рисунках представлены временные кривые гибели сеянцев березы после обработки разными дозами арборицида. Видно, что в стаканчиках и чашках Петри повреждения развивались по-разному. Кривые гибели сеянцев в стаканчиках непрерывно возрастали и не имели плато (рис. 1). Вероятно, арборицид постоянно присутствовал в среде и сеянцы поглощали его на протяжении всего эксперимента. Соответственно увеличивалось число погибших растений.

Характер повреждения сеянцев в чашках Петри был иным (рис. 2). Уже на 10—14-й день после обработки кривые гибели выходили на стабильный уровень, строго зависящий от концентрации 2, 4-Д в растворе (рис. 3). Этот показатель наиболее точно отражает действие арборицида. Стабильность, видимо, объясняется тем, что про-

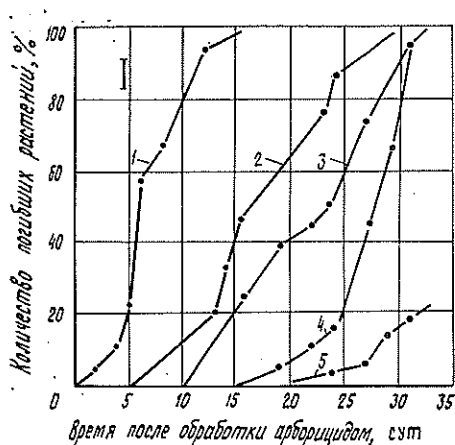


Рис. 1. Кривые гибели семян березы в бумажных стаканчиках. Растения обрабатывали введением в стаканчик 15 мл раствора метилового эфира 2, 4-Д в концентрации: 1 — 10^{-3} ; 2 — $3 \cdot 10^{-4}$; 3 — 10^{-4} ; 4 — $3 \cdot 10^{-5}$; 5 — 10^{-5} моль/л. Вертикальная линия здесь и далее показывает наибольшую стандартную ошибку

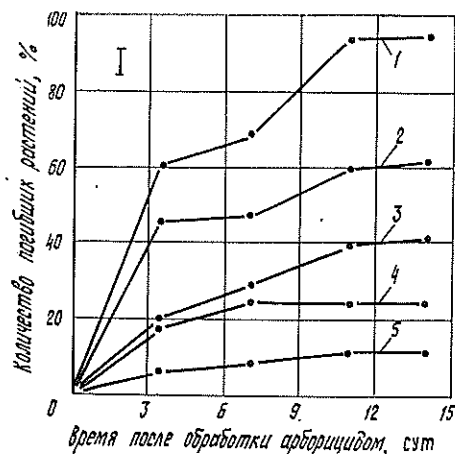


Рис. 2. Кривые гибели семян березы в чашках Петри. Чашки с растениями помещали на 6 ч в кювету с метиловым эфиром 2, 4-Д в концентрации: 1 — 10^{-3} ; 2 — $3 \cdot 10^{-4}$; 3 — 10^{-4} ; 4 — $3 \cdot 10^{-5}$; 5 — 10^{-5} моль/л; затем на 24 ч в кювету с дистиллированной водой

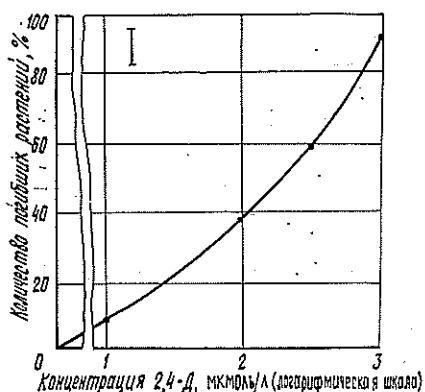


Рис. 3. Зависимость гибели семян березы от концентрации 2, 4-Д. Экспериментальные условия те же, что и на рис. 2. Гибель семян оценивали на 14-й день после обработки

мывание перлита дистиллятом после обработки арборицидом способствовало удалению остатков токсиканта из субстрата и эффект оказывало то количество арборицида, которое проникало в растения при их обработке.

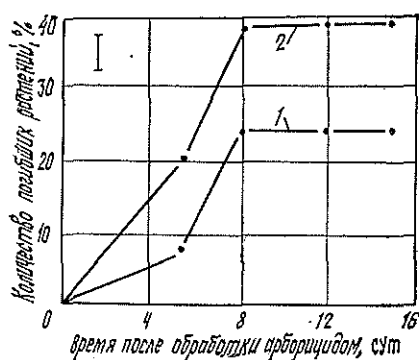
Таким образом, введение определенного количества раствора арборицида в среду выращивания без последующего промывания субстрата в меньшей степени удовлетворяет основной задаче лабораторных испытаний — быстрой прямой оценке активности препаратов. Эффект в этом случае развивается достаточно долго и зависит в основном не от примененной, а от поглощенной дозы арборицидов, которая остается неизвестной и которую трудно контролировать. Но и в этом случае эффект можно оценить количественно, например по времени достижения 50 %-й гибели или по скорости развития гибели семян, однако такие показатели не всегда однозначно отражают конечный результат. Кроме того, выращивание семян в стаканчиках сложнее методически,

так как при длительном культивировании необходим регулярный полив растений, иначе даже незначительное подсыхание верхнего слоя субстрата может привести к гибели сеянцев от физиологической засухи [14].

Проще и технологичнее сеянцы березы культивировать в чашках Петри с перфорированным дном, помещенных в кюветы с обильно увлажненным перлитом. В этом случае растения не требуют полива в течение всего опыта (25...30 дн.). Методика обработки сеянцев арборицидами менее трудоемка, что особенно важно при массовых анализах и большом количестве экспериментального материала. Полную серию опытов (в 3—5-кратной повторности) по испытанию композиции можно выполнить за 1,5...2 мес. Результаты, полученные при таком способе выращивания и обработки, более достоверны.

Чтобы оценить применимость методики для решения поставленных задач, испытали один из вариантов композиции, предложенной итальянскими авторами для борьбы с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур [7]. В этой композиции активность 2, 4-Д существенно повышена добавлением в рабочий раствор микотоксина фузикокина (ФК). Согласно патенту, 2, 4-Д и ФК входят в композицию в таких дозах, которые при индивидуальном применении вызывают гибель 10...20 % тест-растений. Совместное действие 2, 4-Д и ФК в большинстве вариантов в цитируемой работе было синергическим, хотя для некоторых видов сорняков получен только аддитивный эффект.

Рис. 4. Сравнение эффективности действия арборицида 2, 4-Д (1) и его композиции с фузикокином (2). Экспериментальные условия те же, что на рис. 2



Мы использовали концентрацию 2, 4-Д, которая приводила к гибели 20...25 % сеянцев (рис. 2, кривая 4), однако, в отличие от авторов работы [7], ФК добавляли в более низкой концентрации, обладающей стимулирующим, а не гербицидным действием. В соответствии с нашими представлениями [5], ФК в стимулирующих дозах способен усилить действие арборицида 2, 4-Д. Результаты испытания композиции представлены на рис. 4. ФК повысил эффективность действия 2, 4-Д более чем в 1,5 раза, если судить по уровню гибели сеянцев. Если оценивать по дозе арборицида, то ее удалось снизить в 3 раза при равном эффекте (см. кривые 3 и 4 на рис. 2 и 3). Полученные результаты подтвердили пригодность методики для оценки эффективности новых арборицидных композиций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аффин А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ.— М.: Мир, 1982.— 488 с. [2]. Гроздова Н. Б. Береза.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 78 с. [3]. Данченко А. М. Береза.— Алма-Ата: Кайнар, 1982.— 72 с. [4]. Коников Б. И. Повышение грунтовой всхожести семян и сохранности сеянцев березы // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 10.— С. 26—28. [5]. Мелехов Е. И. Принцип регуляции скорости процесса повреждения клетки и реакция защитного торможения

метаболизма // Журн. общей биологии.— 1935.— Т. 46, № 2.— С. 174—189. [6]. Методические рекомендации по проведению лабораторного скрининга синтетических регуляторов роста растений.— Черкассы: НИИТЭХИМ, 1985.— 28 с. [7]. Пат. 4, 251, 259 США, НКИ 71/88. Synergistic compositions of fusicoccin and herbicides / Prezioso C. et al.— № 958, 616; Заявлено 08.11.78. [8]. Применение арборицидов при уходе за молодняками в зарубежных странах: Экспресс-информ. / ЦБНТИ Гослесхоза СССР.— М., 1985.— Вып. 20.— 27 с. [9]. Применение гербицидов в лесных культурах и питомниках СССР и за рубежом: Обзор, информ. / ЦБНТИ Гослесхоза СССР.— М., 1981.— Вып. 1.— 27 с. [10]. Chow P. N. P. Adjuvants and how they work with herbicides // Weeds Today.— 1984.— Vol. 3, N 3.— P. 2—3. [11]. Ingestad T., Lund A. B. Nitrogen stress in birch seedlings: I. Growth technique and growth // Physiol. Plant.— 1979.— Vol. 45, N 1.— P. 137—148. [12]. Koski V., Selkaihan J. Experiments on the joint effect of heat sum and photoperiod on seedlings of *Betula pendula*.— Helsinki, 1982.— 34 p. [13]. Krizek D. T., Zimmerman R. N. Comparative growth of birch seedlings grown in the greenhouse and growth chamber // J. Am. Soc. Hortic. Sci.— 1973.— Vol. 98, N 4.— P. 370—373. [14]. Oquist G., Bunes L., Hallgren J.-E. Photosynthetic efficiency of *Betula pendula* acclimated to different quantum flux densities // Plant Cell Environ.— 1982.— Vol. 5, N 4.— P. 9—15. [15]. Plant growth regulators and herbicide antagonists: Recent Advances / Ed. J. C. Johnson.— New Jersey: Noyes Data Corporation, 1982.— N 22.— 303 p. [16]. Stanek W. Growing yellow birch seedlings in polyethylene bullet containers // Forestry Chron.— 1970.— Vol. 48, N 4.— P. 329—331.

Поступила 4 апреля 1990 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*377.44.01.4/5

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
ЗАДАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ
КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ СИСТЕМЫГ. М. АНИСИМОВ, А. М. КОЧНЕВ, В. П. СЕРГЕЕВ,
Д. В. ПАМФИЛОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Северо-Западный филиал НАТИ

КарНИИЛП

Брянский технологический институт

В основу теоретических исследований устойчивости заданного направления движения колесной трелевочной системы (КТС), пространственная эквивалентная динамическая схема которой приведена на рис. 1, положена математическая модель, учитывающая упругодемпфирующие свойства шин, гидропривода механизма складывания, трелемой пачки деревьев и гидрополиспада технологического оборудования [9].

Дифференциальные уравнения движения КТС составляли с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода. При этом приняты следующие допущения: система движется прямолинейно, равномерно, без спусков и подъемов, продольно-поступательные колебания отсутствуют; колеса совершают безотрывное движение без бокового проскальзывания; механизм рулевого управления зафиксирован в положении, соответствующем прямолинейному движению трактора; жесткости шин, пачки, гидропривода механизма складывания и гидрополиспада постоянны, демпфирующие сопротивления пропорциональны скорости деформации; система симметрична относительно продольной плоскости; колебания масс системы малы. Обобщенные координаты системы: $z, y, \beta, \gamma_1, \gamma_2, \lambda_1, \lambda_2, \alpha, \psi, z_3, y_3$. В общем виде система дифференциальных уравнений движения КТС для схемы, представленной на рис. 1, имеет вид

$$\begin{aligned} & a_{11}\ddot{\gamma}_2 + a_{12}\ddot{\lambda}_2 + a_{13}\ddot{y} + a_{14}\ddot{\psi} + a_{15}\ddot{\gamma}_1 + a_{16}\ddot{\lambda}_1 + b_{11}\dot{\gamma}_2 + b_{12}\dot{\lambda}_2 + \\ & + b_{13}\dot{y} + b_{14}\dot{\psi} + b_{15}\dot{\gamma}_1 + b_{16}\dot{\lambda}_1 + b_{17}\dot{y}_3 + c_{11}\gamma_2 + c_{12}\lambda_2 + c_{13}y + \\ & + c_{14}\psi + c_{15}\gamma_1 + c_{16}\lambda_1 + c_{17}y_3 = 0; \\ & a_{21}\ddot{\gamma}_2 + a_{22}\ddot{\lambda}_2 + a_{23}\ddot{y} + a_{24}\ddot{\psi} + b_{21}\dot{\gamma}_2 + b_{22}\dot{\lambda}_2 + b_{23}\dot{y} + b_{24}\dot{\psi} + \\ & + b_{25}\dot{\gamma}_1 + b_{27}\dot{y}_3 + c_{21}\gamma_2 + c_{22}\lambda_2 + c_{23}y + c_{24}\psi + c_{25}\gamma_1 + c_{27}y_3 = 0; \\ & a_{31}\ddot{\gamma}_2 + a_{32}\ddot{\lambda}_2 + a_{33}\ddot{y} + a_{34}\ddot{\psi} + b_{31}\dot{\gamma}_2 + b_{32}\dot{\lambda}_2 + b_{33}\dot{y} + b_{34}\dot{\psi} + b_{37}\dot{y}_3 + \\ & + c_{31}\gamma_2 + c_{32}\lambda_2 + c_{33}y + c_{34}\psi + c_{37}y_3 = b_{38}(\dot{q}_{2a} - \dot{q}_{2n}) + c_{38}(q_{2a} - q_{2n}); \\ & a_{41}\ddot{\gamma}_2 + a_{42}\ddot{\lambda}_2 + a_{43}\ddot{y} + a_{44}\ddot{\psi} + b_{41}\dot{\gamma}_2 + b_{42}\dot{\lambda}_2 + b_{43}\dot{y} + b_{44}\dot{\psi} + b_{47}\dot{y}_3 + \\ & + c_{41}\gamma_2 + c_{42}\lambda_2 + c_{43}y + c_{44}\psi + c_{47}y_3 = 0; \\ & a_{53}\ddot{y} + a_{55}\ddot{\gamma}_1 + a_{56}\ddot{\lambda}_1 + b_{53}\dot{y} + b_{55}\dot{\gamma}_1 + b_{56}\dot{\lambda}_1 + c_{53}y + c_{55}\gamma_1 + c_{56}\lambda_1 = \\ & = b_{58}(\dot{q}_{1a} - \dot{q}_{1n}) + c_{58}(q_{1a} - q_{1n}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& a_{81}\ddot{\beta} + a_{82}\ddot{z} + a_{83}\ddot{\alpha} + b_{81}\dot{\beta} + b_{82}\dot{z} + b_{83}\dot{\alpha} + c_{81}\beta + c_{82}z + c_{83}\alpha + M_{K1} = \\
& = b_{85}(\dot{q}_{1л} + \dot{q}_{1п}) + b_{86}(\dot{q}_{2л} + \dot{q}_{2п}) + c_{85}(q_{1л} + q_{1п}) + c_{86}(q_{2л} + q_{2п}); \\
& a_{91}\ddot{\beta} + a_{92}\ddot{z} + b_{91}\dot{\beta} + b_{92}\dot{z} + b_{93}\dot{\alpha} + c_{91}\beta + c_{92}z + c_{93}\alpha = \\
& = b_{95}(\dot{q}_{1л} + \dot{q}_{1п}) + b_{96}(\dot{q}_{2л} + \dot{q}_{2п}) + c_{95}(q_{1л} + q_{1п}) + c_{96}(q_{2л} + q_{2п}); \\
& a_{101}\ddot{\beta} + a_{103}\ddot{\alpha} + c_{101}\beta + c_{102}z + c_{103}\alpha + c_{104}z_3 + M_{K2} = 0; \\
& a_{114}\ddot{z}_3 + b_{111}\dot{\beta} + b_{112}\dot{z} + b_{114}\dot{z}_3 + c_{111}\beta + c_{112}z + c_{114}z_3 = 0.
\end{aligned}$$

Здесь a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} — постоянные коэффициенты, определяемые инерционными и упругодемпфирующими параметрами системы;

$q_{1л}$, $q_{1п}$, $q_{2л}$, $q_{2п}$ — высота неровности волока под соответствующим колесом трактора;

M_{K1} , M_{K2} — моменты сил, формируемых упругим и демпфирующим сопротивлением гидрополиспаста,

$$M_{K1} = \begin{cases} K_5 n^2 \dot{\beta} = K_5 n d \dot{\alpha} / 2 + C_5 n^2 \beta - C_5 n d \alpha / 2, & \text{если } \Delta < 0, \\ 0, & \text{если } \Delta \geq 0; \end{cases}$$

$$M_{K2} = \begin{cases} K_5 d^2 \ddot{\alpha} - K_5 n d \dot{\beta} / 2 + C_5 d^2 \alpha - C_5 n d \beta / 2, & \text{если } \Delta < 0, \\ 0, & \text{если } \Delta \geq 0. \end{cases}$$

В этих формулах $\Delta = n\dot{\beta} - d\dot{\alpha}$, где n и d — постоянные коэффициенты, определяемые геометрическими параметрами системы.

Полученные уравнения движения решали на ЕС ЭВМ методом Рунге — Кутты с использованием специально разработанной программы. При моделировании исходными данными служили параметры КТС, состоящей из макетного образца перспективного лесопромышленного трактора ТКЛ-1 и трелюемой пачки деревьев, параметры которой характерны для лесозаготовительных районов Северо-Запада. В качестве входного возмущающего воздействия заданы случайный микропрофиль и единичная неровность. Для определения упругодемпфирующих параметров гидропривода механизма складывания была разработана методика, стенд и комплекс электроизмерительной аппаратуры [9]. Испытания показали, что коэффициент жесткости гидропривода механизма складывания серийных трелевочных тракторов на кручение находится в пределах 530...900 кН·м/рад, а коэффициент демпфирования 4,7...5,3 кН·м·с/рад (в зависимости от конструкции гидропривода и сроков его эксплуатации). Адекватность разработанной математической модели оценивали сравнением расчетных данных с экспериментальными [8]. Расхождение между ними не превысило в среднем 16 %.

При исследовании устойчивости заданного направления движения КТС были рассмотрены следующие факторы: жесткость и демпфирование в гидроприводе механизма складывания, давление воздуха в шинах, длина подвеса захвата пачки, радиус колеса, ширина колеи трактора, поступательная скорость движения, масса трелюемой пачки деревьев, геометрические параметры неровностей волока.

Расчеты на ЭВМ, подтвержденные результатами испытаний, показывают, что повышение жесткости гидропривода механизма складывания C_4 положительно влияет на устойчивость заданного направления движения КТС (рис. 2, а). Устойчивость заданного направления дви-

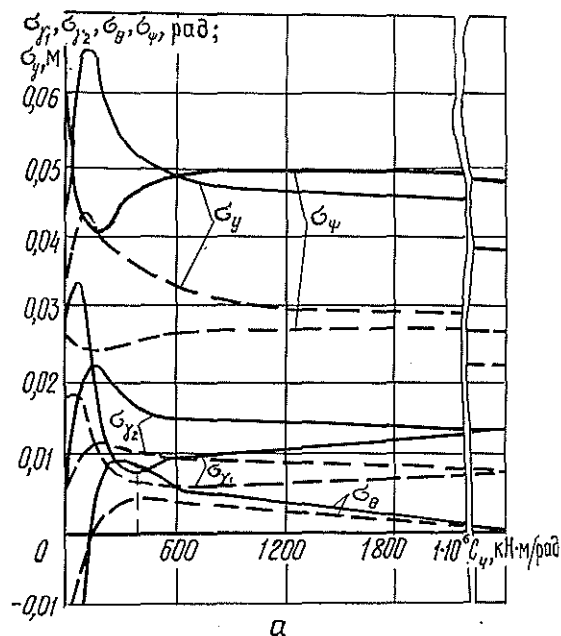
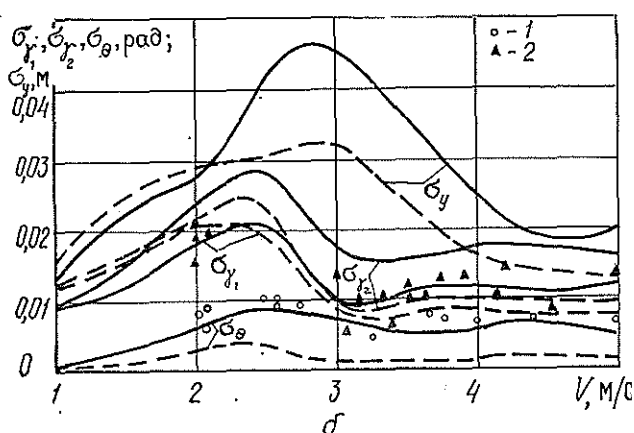


Рис. 2. Зависимость показателей устойчивости движения КТС от жесткости гидропривода механизма складывания трелевочного трактора C_4 (а) и скорости ее поступательного движения V (б): σ_{γ_1} , σ_{γ_2} ; σ_{θ} , σ_{γ} , σ_{ϕ} — средние квадратичные отклонения соответственно курсовых углов передней и задней секций трактора, угла слома секций трактора, поперечного смещения трактора, поперечно-угловых перемещений пачкового захвата; сплошные линии — параметры базового варианта; штриховые — рациональные параметры; 1 и 2 — экспериментальные значения θ и γ_1 . Условия движения: магистральный волок, масса пачки $M_n = 5200$ кг, давление воздуха в шинах $P_w = 0,2$ МПа



жения исследуемой КТС в любых условиях эксплуатации обеспечивается при $C_4 \geq 2000$ кН·м/рад.

Оптимальное значение демпфирующего сопротивления в гидроприводе механизма складывания K_4 составляет 10 кН·м·с/рад. В этом случае уровень колебаний передней полурамы трактора в горизонтальной плоскости снижается на 10 % по сравнению с базовым вариантом.

При движении по случайному микропрофилю волока оптимальное давление воздуха в шинах P_w равно 0,17 МПа. Повышение P_w до указанного значения приводит к снижению угловых колебаний передней полурамы в горизонтальной плоскости на 25...30 % по сравнению с $P_w = 0,12$ МПа и не выходит за пределы, рекомендуемые инструкцией по эксплуатации тракторов.

Влияние длины подвеса захвата пачки L_n на устойчивость заданного направления движения и напряженность труда водителя неоднозначно при различном характере возмущающего воздействия. Увеличение L_n от 1,0 до 1,8 м при движении по неровностям магистрального

волока повышает устойчивость заданного направления движения КТС на 6...8 %, при движении по неровностям пасечного волока снижает ее. Следовательно, длину подвеса захвата пачки необходимо регулировать в зависимости от условий эксплуатации трактора.

Анализ показывает, что при радиусе колеса трактора 1,05 м угловые колебания передней полурамы в горизонтальной плоскости уменьшаются на 10 % по сравнению с базовым вариантом; ширина колеи 2,2 м соответствует последнему.

Устойчивость заданного направления движения КТС можно повысить, если в сочленения ее звеньев ввести дополнительные блокирующие и демпфирующие устройства.

Разработаны и предложены технические решения, позволяющие реализовать рациональные значения конструктивных параметров и параметров дополнительных устройств [1—5]. Оптимальный вариант гашения колебаний звеньев исследуемой КТС в различных режимах эксплуатации возможен при использовании предлагаемых блокирующих и демпфирующих устройств с переменными основными параметрами. Управление ими может осуществляться как от внутренних датчиков изменения состояния рабочей среды, так и от внешних датчиков колебаний, а также комбинацией этих способов с использованием числового программного управления от бортовой ЭВМ.

При поступательном движении КТС по случайному микропрофилю для скоростей от 1,5 до 2,8 м/с амплитуды угловых и линейных колебаний передней полурамы трактора в горизонтальной плоскости возрастают (рис. 2, б). Увеличение массы пачки M_n от 1000 до 5200 кг приводит к снижению устойчивости заданного направления движения на 8...10 %. Таким образом, рациональные значения скоростей поступательного движения КТС должны быть ниже 1,5 м/с и выше 2,8 м/с, а значения M_n следует выбирать из условия обеспечения этих скоростей.

Увеличение высоты единичной неровности приводит к резкому усилению колебаний звеньев системы в горизонтальной плоскости. Эта зависимость имеет линейный характер. Изменение длины единичной неровности L_n при $V = \text{const}$, как и скорости при $L_n = \text{const}$ вызывает изменение времени воздействия возмущения на трелевочную систему и резонансное увеличение амплитуд угловых и линейных колебаний передней полурамы трактора в горизонтальной плоскости, определяемые при $V = 2$ м/с длиной неровности $L_n = 0,9...1,1$ м.

Результаты исследований, представленные на рис. 2 и 3, показывают, что реализация предложенных параметров конструкции КТС и дополнительных устройств позволит повысить устойчивость заданного направления движения на 26...30 %, а применение рациональных режимов эксплуатации — на 45...50 %.

В реальных условиях управляемого движения КТС по неровностям волока отклонения ее звеньев в горизонтальной плоскости устраняются водителем. Введение в эквивалентную динамическую схему (см. рис. 1) звена обратной связи дает возможность регулировать это отклонение и рассматривать исследуемую КТС как замкнутую динамическую систему управления. Для моделирования функций водителя использован способ автоматического вождения, основанный на определении рассогласования реальной траектории с заданной, сравнении отклонений с максимально допустимыми и выдаче команды на поворот [7, с. 11—13]. Указанный способ был реализован при исследовании математической модели колебательного движения КТС [9] на ЭВМ по зависимости

$$\gamma_1 = \begin{cases} \gamma_{1п}, & \text{если } |y_k| < y_{кл}, \\ \gamma_{1п} - \text{sign}(y_k) \dot{\gamma}_1 t_{ц}, & \text{если } |y_k| > y_{кл}, \end{cases}$$

где $\gamma_{1п}$ — курсовой угол передней полурамы трактора, взятый с предыдущего шага решения;
 y_k — текущее значение бокового отклонения передней габаритной точки трактора от заданной траектории движения;
 $y_{кл}$ — максимально допустимое боковое отклонение передней габаритной точки трактора;
 $\dot{\gamma}_1$ — заданная угловая скорость возврата передней полурамы трактора в положение, соответствующее прямолинейному движению трактора;
 t_n — шаг интегрирования.

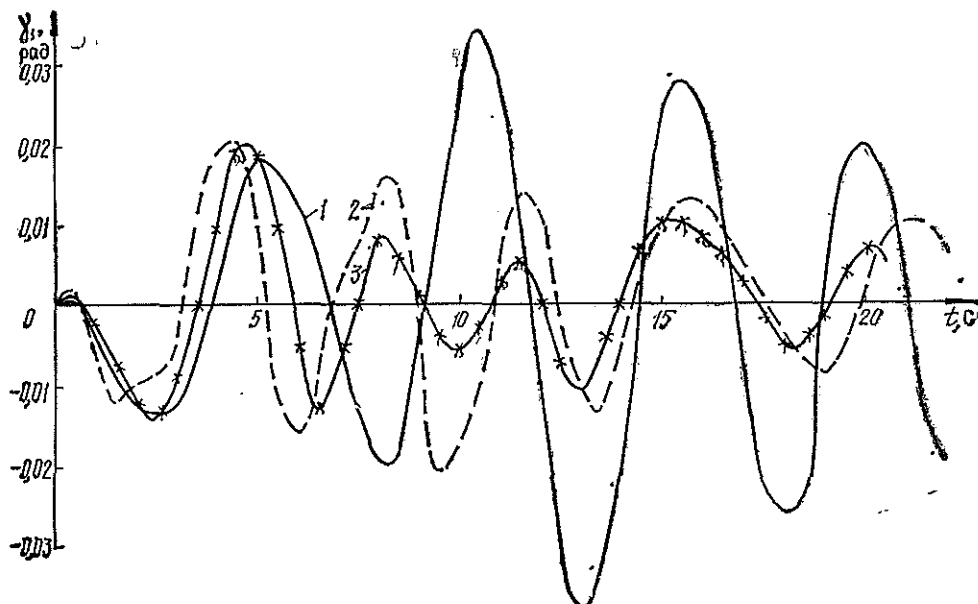


Рис. 3. Влияние рациональных конструктивных параметров и режимов эксплуатации КТС на устойчивость заданного направления движения: 1 — $\sigma_{\gamma_1} = 0,0187$ рад (базовый вариант, $V = 2$ м/с; 2 — $\sigma_{\gamma_1} = 0,011$ рад (базовый вариант, $V = 3$ м/с); 3 — $\sigma_{\gamma_1} = 0,00811$ рад (рациональные конструктивные параметры, $V = 3$ м/с). Условия движения: магистральный волок, $M_n = 2500$ кг

Текущее значение бокового отклонения передней габаритной точки трактора от заданной траектории движения определяли по следующей формуле:

$$y_k = y - [V \sqrt{l_1^2 + B^2} \sin(\gamma_1 + \arctg B/l_1) - B],$$

где γ_1, y — текущие значения обобщенных координат исследуемой системы, характеризующие положение передней полурамы трактора на плоскости;

l_1, B — конструктивные параметры трактора.

С учетом данных, полученных при проведении испытаний, значения $\dot{\gamma}_1$ колебались в пределах $0,1 \dots 0,4$ рад/с. В соответствии с требованиями стандартов на подвижной состав [6, 8], $y_{кл} = 0,4$ м. Результаты моделирования «управляемого» движения КТС по неровностям волокна (рис. 4) показывают, что применение на тракторе регулятора, выполняющего функции водителя на прямолинейных и близких к ним участках пути, позволяет обеспечить устойчивое движение трелевочной системы в границах заданного коридора, при этом наиболее рациональным является диапазон изменения $\dot{\gamma}_1$ $0,1 \dots 0,2$ рад/с.

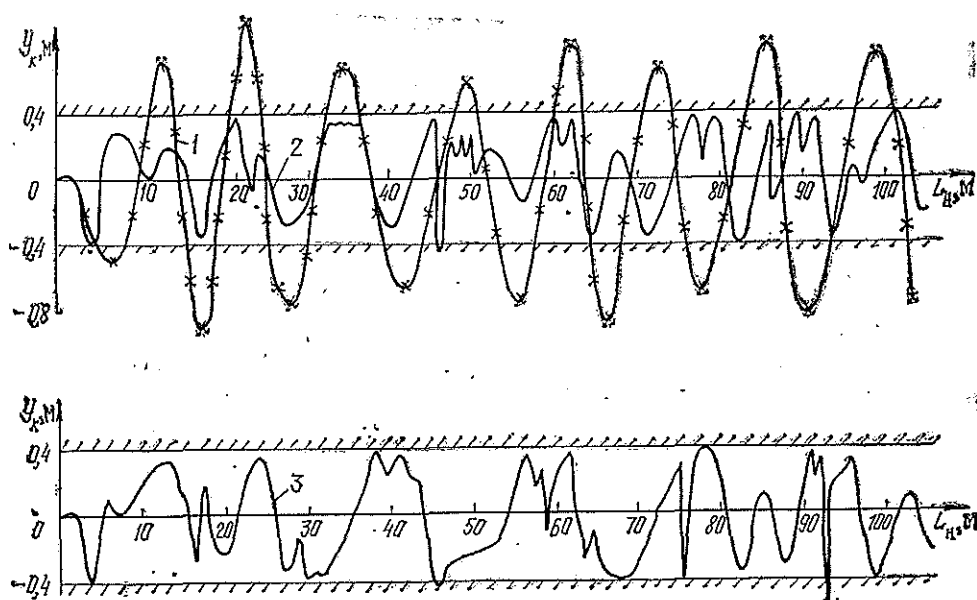


Рис. 4. Результаты моделирования управляемого движения КТС по случайному микропрофилю волока: 1 — неуправляемое движение; 2 — $\gamma_1 = 0,2$ рад/с; 3 — $\gamma_1 = 0,1$ рад/с. Параметры КТС соответствуют базовому варианту; $V = 2$ м/с

Проведенные исследования показали также, что движение КТС с постоянной скоростью по прямолинейным участкам волока представляет собой стационарный эргодический колебательный процесс, а случайные величины, характеризующие устойчивость заданного направления движения и напряженность труда водителя, распределены по закону, близкому к нормальному. При этом основной диапазон частот исследуемых процессов $0 \dots 3 \text{ с}^{-1}$. Коэффициент взаимосвязи колебаний полурам трактора в горизонтальной плоскости равен $0,70 \dots 0,75$.

Выводы

Разработанная математическая модель позволяет при проектировании оценивать устойчивость заданного направления движения.

Исследования позволили рекомендовать следующие рациональные конструктивные параметры колесного трелевочного трактора 4×4 класса тяги $30 \dots 50 \text{ кН}$, обоснованные по критерию устойчивости заданного направления движения: коэффициент круговой жесткости гидропривода механизма складывания $C_4 \geq 2000 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}$; коэффициент демпфирования $K_4 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$; давление воздуха в шинах $P_w = 0,17 \text{ МПа}$; радиус колеса $R_k = 1,05 \text{ м}$, ширина колеи трактора $B = 2,2 \text{ м}$.

Для повышения устойчивости заданного направления движения КТС целесообразно установить дополнительные устройства в сочленения ее звеньев: в вертикальный шарнир — блокирующее устройство с коэффициентом круговой жесткости $C_4 \geq 2000 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}$ или демпфер с коэффициентом неупругого сопротивления $K_4 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$; в горизонтальный шарнир — демпфер с коэффициентом неупругого сопротивления $K_7 = 60 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$; в шарнир сочленения стрелы и захвата пачки — блокирующее устройство с коэффициентом круговой жесткости $C_6 = 50 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}$ или демпфер с коэффициентом неупругого сопротивления $K_6 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$.

Рекомендуется применение подвеса захвата пачки длиной 1,0... 1,8 м (нижняя граница соответствует режимам движения КТС по неровностям пасечного, верхняя — магистрального волока).

Для обеспечения устойчивости заданного направления движения по хорошо подготовленному магистральному волоку рекомендуются транспортные скорости более 2,8 м/с.

В общем случае вопросы устойчивости движения КТС должны решаться совместно с вопросами ее управляемости, что определяет необходимость дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1150143 СССР, МКИ⁴ В 62 D 53/02. Составная рама транспортного средства / Г. М. Анисимов, Д. В. Памфилов, С. А. Осмаков, А. В. Опеньшев (СССР).— № 3659316/27—11; Заявлено 05.11.83. Оpubл. 15.04.85 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 14.— С. 55. [2]. А. с. 1320112 СССР, МКИ⁴ В 62 D 53/02. Сочлененное транспортное средство / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев, А. П. Богачев (СССР).— № 4056577/31—11; Заявлено 14.04.86; Оpubл. 30.06.87 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 24.— С. 73—74. [3]. А. с. 1326482 СССР, МКИ⁴ В 60 P 3/40. Приспособление для полуподвесной трелевки леса / В. Д. Валяжонков, А. М. Кочнев, А. П. Богачев, Н. Ю. Иванов (СССР).— № 4000848/31—11; Заявлено 27.12.85; Оpubл. 30.07.87 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 28.— С. 58. [4]. А. с. 1342806 СССР, МКИ⁴ В 62 D 53/08. Сцепное устройство сочлененного транспортного средства / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев, В. Д. Валяжонков, Д. В. Памфилов (СССР).— № 4072667/31—11; Заявлено 28.05.86; Оpubл. 07.10.87 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 37.— С. 78—79. [5]. А. с. 1404397 СССР, МКИ⁴ В 62 D 5/06. Гидравлическая система рулевого управления шарнирно сочлененного транспортного средства / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев, А. Г. Ковалев (СССР).— № 4175633/31—11. Заявлено 05.01.87; Оpubл. 23.06.88 // Открытия. Изобретения.— 1988.— № 23.— С. 86. [6]. ГОСТ 10000—75. Прицепы и полуприцепы тракторные. Общие технические условия.— Взамен ГОСТ 10000—62; Введ. 01.01.77.— М.: Изд-во стандартов, 1982.— 6 с. [7]. Гуськов В. В., Войтиков А. В. О влиянии ряда факторов на курсовую устойчивость колесного трактора, работающего на склоне // Тракторы и сельхозмашины.— 1981.— № 2.— С. 11—13. [8]. ИСО 5010. Машины землеройные. Системы рулевого управления колесных машин.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 17 с. [9]. Кочнев А. М. Обоснование параметров колесной трелевочной системы с целью повышения устойчивости заданного направления движения: Дис. ... канд. техн. наук.— Л., 1987.— 276 с. [10]. Кочнев А. М. Результаты исследовательских испытаний курсовой устойчивости колесной трелевочной системы // Интенсификация лесозаготовительного и лесохозяйственного производства на основе перспективных машин: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: ЛТА, 1987.— С. 40—46.

Поступила 22 января 1990 г.

УДК 630*333

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОСТУПНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ МАШИН НА НЕСПЛОШНЫХ РУБКАХ

С. П. БОЙКОВ, С. Н. СОТОНИН

Ленинградская лесотехническая академия
Уральский лесотехнический институт

При разработке машин манипуляторного типа, предназначенных для несплошных рубок леса способом равномерного изреживания, важное значение имеет показатель доступности вырубаемых деревьев, ограничивающий область изменения технологических параметров.

Теория доступности получила развитие в работах В. Л. Божака, И. К. Иевиня, А. Я. Кажемака, Т. Я. Розинь. Она оценивает вероятность захвата намеченного к рубке дерева рабочими органами лесозаготовительной машины. Аналитическая модель для определения пока-

зателя доступности приведена в работе [1]. Расчетами, проведенными на ЭВМ, установлено, что он зависит от удаленности деревьев от машины, густоты древостоя до рубки, интенсивности изреживания и среднего диаметра. Это позволило дать обоснованные рекомендации по прокладке технологических коридоров в насаждениях средней полосы европейской части СССР.

Методика, положенная в основу аналитической модели [1], как и любая другая, не носит универсального прикладного характера. В частности, авторы оговаривают жесткую связь между такими технологическими параметрами, как максимальный вылет манипулятора и расстояние между стоянками валочно-пакетирующей машины (ВПМ). Такой подход не позволяет установить оптимального сочетания этих определяющих факторов. Имеется в виду оптимальность по критерию «достижение требуемого уровня доступности». Ниже рассмотрены проблемно-ориентированная методика и аналитическая модель, предполагающие независимость варьирования большего числа факторов.

С учетом пуассоновского характера распределения числа деревьев на площадке заданного размера вероятность беспрепятственного подведения захватно-срезающего устройства (ЗСУ) к вырубаемому дереву p определим по формуле

$$p = \exp \{ - (b + d_{\text{ср}}) Z l \},$$

где b — ширина ЗСУ, м;
 $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр древостоя после рубки, м;
 Z — густота древостоя после рубки, шт./м²;
 l — расстояние перемещения ЗСУ в древостое от границы технологического коридора до вырубаемого дерева, м.

Теоретические исследования [1, 2] показали, что лесоводственные требования к доступности не удовлетворяются при разовом движении манипулятора с ЗСУ по одному направлению. Возможное положительное решение — обработка лесной площади два раза и более. Кратность обработки предложено оценивать как число стоянок ВПМ, на которых дерево находится в зоне действия манипулятора [1]. Понятие кратности можно отнести не только к деревьям, но и к определенным областям на пасеке, для каждой из которых кратность обработки деревьев — величина постоянная. Очевидно, что для отдельных областей она изменяется от единицы до максимального значения в случае, если вся площадь пасеки достижима для ЗСУ. Последнее условие выполнимо при увеличении максимального вылета манипулятора примерно на 5 % по сравнению с шириной пасеки.

На практике используют также понятие средней доступности на пасеке, т. е. доли деревьев из числа намеченных в рубку, доступных для рабочих органов ВПМ. Ниже приведены формулы для расчета этого показателя на пасеке с максимальной кратностью обработки $K = 5$ и для общего случая.

Полупасеку (рис. 1) графически разбивают на идентичные площадки с таким расчетом, чтобы выводы о доступности деревьев на любой из площадок можно было распространить на пасеку в целом. Доступность $p^{(n)}$ деревьев в точках площадки $BBCD$ с различных стоянок (n — номер стоянки по рис. 1) находят по формулам

$$p^{(1)} = \exp \{ - (b + d_{\text{ср}}) Z \sqrt{x^2 + y^2} C \};$$

$$p^{(2)} = \exp \{ - (b + d_{\text{ср}}) Z \sqrt{(a - x)^2 + y^2} C \};$$

$$p^{(3)} = \exp \{ - (b + d_{\text{ср}}) Z \sqrt{(a + x)^2 + y^2} C \};$$

$$p^{(4)} = \exp [-(b + d_{cp}) Z \sqrt{(2a - x)^2 + y^2} C];$$

$$p^{(5)} = \exp [-(b + d_{cp}) Z \sqrt{(2a + x)^2 + y^2} C],$$

где x, y — координаты точки, в которой определяют доступность, м;

a — расстояние между технологическими стоянками, м;

C — коэффициент, учитывающий увеличение доступности за счет уменьшения расстояния до дерева на величину, равную горизонтальной проекции манипулятора на область технологического коридора шириной D , $C = 1 - D/2y$.

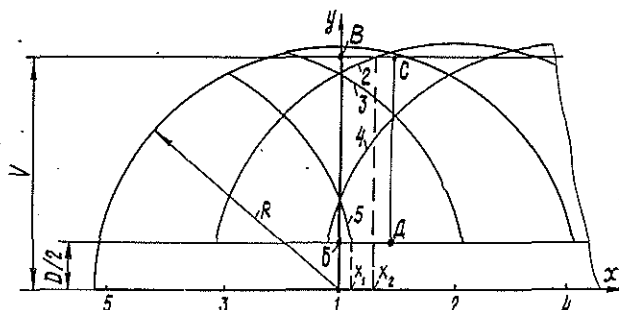


Рис. 1. Расчетная схема для определения средней доступности при максимальной кратности обработки $K = 5$

Расчетная площадка $BBCD$ включает пять областей, различных по кратности обработки. В области, где кратность обработки равна m и, следовательно, дерево может обрабатываться с m стоянок, доступность деревьев p_m определится как вероятность появления совместных независимых событий:

$$p_1 = p^{(1)}; \quad p_2 = 1 - (1 - p^{(1)})(1 - p^{(2)});$$

$$p_3 = 1 - (1 - p^{(1)})(1 - p^{(2)})(1 - p^{(3)});$$

$$p_4 = 1 - (1 - p^{(1)})(1 - p^{(2)})(1 - p^{(3)})(1 - p^{(4)});$$

$$p_5 = 1 - (1 - p^{(1)})(1 - p^{(2)})(1 - p^{(3)})(1 - p^{(4)})(1 - p^{(5)}).$$

Среднюю доступность $P_{K=5}$ на площадке $BBCD$ и на пасеке в целом находим, используя теорему о среднем: двойной интеграл равен произведению среднего значения подынтегральной функции на площадь области интегрирования. Подынтегральная функция в данном случае — это функция доступности $p_m = p_m(x, y)$.

$$P_{K=5} = \frac{4}{a(2V-D)} \sum_{m=1}^5 I_m.$$

Здесь V — ширина полупасеки, м;

D — ширина коридора, м;

I_m — двойной интеграл от функции вероятности $P_m(x, y)$ в области интегрирования, соответствующей кратности обработки m :

$$I_1 = \int_0^{x_2} dx \int_{y_2}^V p_1(x, y) dy; \quad I_2 = I'_2 + I''_2;$$

$$I'_2 = \int_{x_2}^{a/2} dx \int_{y_2}^{y_3} p_2(x, y) dy;$$

$$I_2'' = \int_{x_1}^{a/2} dx \int_{y_3}^V p_2(x, y) dy;$$

$$I_3 = \int_0^{a/2} dx \int_{y_1}^{y_3} p_3(x, y) dy;$$

$$I_4 = I_4' + I_4''; \quad I_4' = \int_0^{x_1} dx \int_{y_3}^{y_1} p_4(x, y) dy;$$

$$I_4'' = \int_{x_1}^{a/2} dx \int_{D/2}^{y_1} p_4(x, y) dy;$$

$$I_5 = \int_0^{x_1} dx \int_{D/2}^{y_3} p_5(x, y) dy.$$

Здесь y_2, y_3, y_4, y_5 — ординаты окружностей с центрами соответственно в точках 2, ..., 5 (рис. 1),

$$y_2 = \sqrt{R^2 - (a - x)^2}; \quad y_3 = \sqrt{R^2 - (a + x)^2};$$

$$y_4 = \sqrt{R^2 - (2a - x)^2}; \quad y_5 = \sqrt{R^2 - (2a + x)^2},$$

где R — максимальный вылет манипулятора, м.

Абсциссу x_1 находим совместным решением уравнений окружности с центром в точке 5 и прямой $y = D/2$, абсциссу x_2 — уравнений окружности с центром в точке 2 и прямой $y = V$.

В общем случае средняя доступность на пасеке

$$P_K = \frac{4 \sum_{m=1}^K I_m}{a(2V - D)},$$

где

$$I_m = \int_{x'}^{x''} dx \int_{y'}^{y''} p_m(x, y) dy.$$

Пределы интегрирования x', x'', y', y'' определяют по расчетной схеме.

Максимальную кратность K обработки на пасеке рассчитывают по формуле

$$K = \frac{\sqrt{4R^2 - D^2}}{a}.$$

Уравнение окружностей с центрами соответственно в точках 1, 2, ..., K имеет вид

$$y_n = \sqrt{R^2 - [C_n a + x(-1)^{n-1}]^2},$$

где n — номер стоянки по расчетной схеме;

C_n — коэффициент, $C_1 = 0$; $C_2 = C_3 = 1$; $C_4 = C_5 = 2$ и т. д.,
а абсцисса

$$x_0 = (-1)^K C_K a - (-1)^K \sqrt{R^2 - (D/2)^2},$$

где C_K — коэффициент, $C_K = C_n$ при $K = n$.

Доступность деревьев в областях с кратностью обработки m

$$p_m = 1 - \prod_{n=1}^m (1 - p^{(n)}).$$

Доступность деревьев с различных стоянок определяют по формуле

$$p^{(n)} = \exp [-(b + d_{cp})] Z \sqrt{[C_n a + x(-1)^{n-1}]^2 + y^2} C.$$

На основе приведенной методики разработаны аналитическая модель и программа для ЭВМ, позволяющие оценивать доступность в зависимости от густоты древостоя после рубки, его среднего диаметра, максимального вылета манипулятора, ширины ЗСУ и расстояния между стоянками ВПМ. Диапазоны изменения максимального вылета 8...15,5 м, расстояния между стоянками 3...7 м при максимальной кратности обработки до 11.

Расчеты выполняли на ЭВМ серии ЕС для древостоев с параметрами эталонных сосняков II класса бонитета, возраста прореживаний и проходных рубок. Часть результатов приведена графически на рис. 2 и 3.

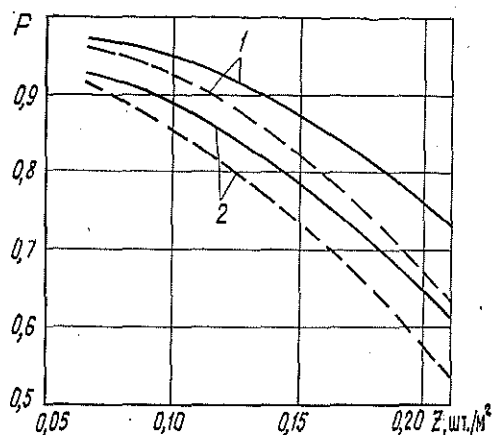


Рис. 2. Зависимость средней доступности от густоты древостоя после рубки: 1— $a = 4$ м; 2— $a = 6$ м; сплошная линия— $R = 10,5$ м; штриховая— $R = 15,5$ м; $b = 0,8$ м

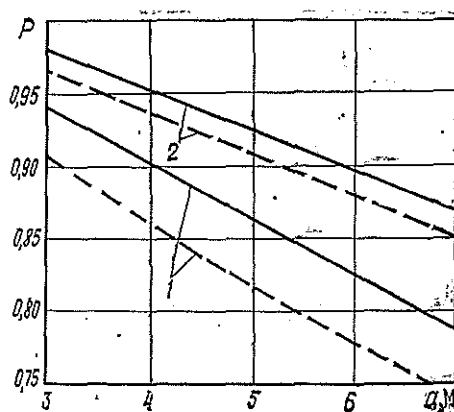


Рис. 3. Зависимость средней доступности от расстояния между стоянками ВПМ: 1—возраст древостоя 50 лет; 2—70 лет

Как видим из рис. 2, с увеличением густоты древостоя доступность снижается. А поскольку между густотой и возрастом зависимость обратная, то можно сделать вывод, что при неизменных технологических параметрах доступность выше для древостоев более старшего возраста. С увеличением расстояния между стоянками доступность деревьев снижается при любой ширине пасеки (рис. 3).

Максимальные расстояния между стоянками ВПМ a при работе в древостоях различного возраста приведены в таблице, из которой видно, что ВПМ с вылетом стрелы до 15 м и при значительном диапазоне расстояний между стоянками может эффективно работать в древостоях с густотой после рубки до 0,1 шт./м². В данном случае эффек-

Возраст древостоя, лет	Густота после рубки, шт./м²	Средний диаметр, см	Значения a при ширине пасеки и максимальном вылете стрелы, м			
			15 и 8,0	20 и 10,5	25 и 13	30 и 15,5
30	0,26	10,9	2,5	1,8	1,3	3,2
50	0,13	15,8	4,7	4,1	3,7	3,2
70	0,09	22,0	6,1	5,9	5,8	5,3
90	0,067	27,0		Около 7,0		

тивность работы оценивается достаточно высоким уровнем средней доступности деревьев на пасеке (0,9).

Аппроксимирующая зависимость вероятности доступности деревьев от рассматриваемых факторов носит в общем виде нелинейный характер и имеет вид

$$P = 0,8163 + 0,972Z + 0,036R - 0,0074a - 0,0011R^2 - \\ - 0,114RZ - 0,21aZ.$$

С увеличением густоты, вылета и расстояния между стоянками доступность деревьев снижается, причем наибольшее воздействие оказывает густота.

Предлагаемая аналитическая модель оценки доступности может быть использована в технологических расчетах несплошных рубок с применением манипуляторных лесозаготовительных машин, в частности ВПМ. Алгоритм расчета доступности и ЭВМ-программа нашли применение при разработке стохастической имитационной модели намеченной в несплошную рубку части древостоя, позволяющей для различных природно-производственных условий получить координаты вырубаемых на пасеке деревьев с учетом их доступности с той или иной технологической стоянки [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иевный И. К., Розинь Т. Я. Доступность деревьев при машинной рубке выборочным способом // Комплексная механизация рубок ухода.— Рига: Зинатне, 1975.— С. 61—74. [2]. О работоспособности манипуляторных лесозаготовительных машин на несплошных рубках / С. П. Бойков, В. Н. Меньшиков, Ю. А. Бит и др. // Лесн. журн.— 1987.— № 5.— С. 30—34.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Сотонин С. Н. Исследование производительности ВПМ на несплошных рубках методами имитационного моделирования: Тез. докл. к науч.-техн. конф.— Свердловск, 1987.— С. 64.

Поступила 22 мая 1989 г.

УДК 65.011.56:674.09

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРТИМЕНТОВ

Д. Л. ДУДЮК

Львовский лесотехнический институт

Широкое использование новых систем машин позволило обеспечить комплексную механизацию и автоматизацию производства круглых лесоматериалов, существенно повысить производительность труда. Однако новая техника пока используется недостаточно эффективно. По данным ЦНИИМЭ [1], основные лесобрабатывающие машины при коэффициенте технической готовности 0,8...0,9 работают на предприятиях Минлеспрома СССР с коэффициентом использования 0,5...0,6. Простой автоматизированных линий по различным причинам достигают 40...50 % от общего рабочего времени и народное хозяйство страны ежегодно недополучает десятки миллионов кубических метров круглых лесоматериалов. Кроме того, существенно возрастают затраты на их производство.

Основные причины указанных недостатков заключаются в следующем. Во-первых, операции лесозаготовительного производства особенно сильно подвергаются стохастическому воздействию целого ряда возмущающих факторов. Во-вторых, весь технологический процесс так

расчленен на отдельные операции, что затраты на их выполнение вдоль потока неравномерны. В-третьих, расчетные производительности основных лесоперерабатывающих машин, вспомогательных механизмов и вместимости буферных устройств не всегда соответствуют оптимальным соотношениям. В-четвертых, тип или система лесоперерабатывающих машин не всегда отвечает характеристике перерабатываемого сырья и планируемому годовому грузообороту предприятия. Детальный анализ этих причин позволяет выбрать пути полной или частичной нейтрализации их отрицательного воздействия на эффективность использования лесоперерабатывающего оборудования для производства сортиментов.

Статистические характеристики продолжительности технологических операций первичной обработки древесины и потоков деревьев, хлыстов, сортиментов близки к характеристикам чисто случайного процесса. Поэтому эффективность использования автоматизированных линий на этих операциях весьма чувствительна к оптимальности их структуры. Наш институт разработал и начинает внедрять методику оптимизации основных параметров лесоперерабатывающих машин, механизмов питания и буферных устройств [2]. Составлены рабочий алгоритм и программа для ЕС ЭВМ на языке ФОРТРАН для автоматизации расчетов. Выбор оптимального соотношения расчетной производительности станков в линии и вспомогательных механизмов обеспечивает такое распределение удельных приведенных затрат (УПЗ) по основным и вспомогательным операциям, что их общая сумма становится минимальной. Оптимизация вместимости буферных устройств между станками и зоны накопления заготовок в механизмах питания способствует повышению производительности автоматизированных линий и снижению величины УПЗ. Эти расчеты следует проводить на стадии разработки новых систем машин, отдельных станков и механизмов новых поколений, а также при конструировании автоматизированных линий.

Однако при этом нельзя забывать об изменчивости размерных характеристик обрабатываемого сырья. Производительность лесоперерабатывающих машин зависит от среднего объема хлыста и при его изменении может отклоняться от оптимальных расчетных величин (рис. 1).

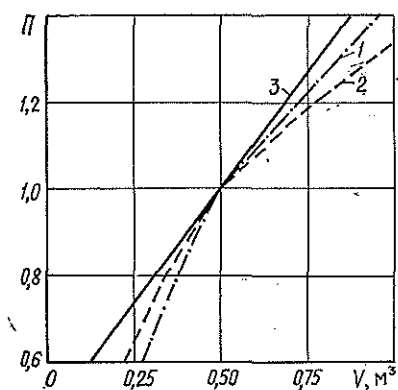


Рис. 1. Зависимость относительной производительности (Π) станков ПСЛ-2А (1), ЛО-15С (2) и сортиментов (3) от объема хлыста (V)

Исследования показали, что отклонение расчетной производительности машин на 10 % от оптимального дает увеличение УПЗ в среднем на 2 % [3]. При допустимом превышении минимума УПЗ на 5 % отклонение отношения расчетной производительности машин не должно быть больше 20 %. Это требование соблюдается для линий с установками ПСЛ-2А и ЛО-15С, рассчитанными на средний объем хлы-

ста $0,5 \text{ м}^3$ при обработке на них хлыстов объемом от $0,24$ до $1,00 \text{ м}^3$, к которому относятся почти две трети объема древесного сырья Европейской части, в том числе Урала, и более трети древесины Сибири и Дальнего Востока [4, 5] (табл. 1).

Таблица 1

Лесопромышленные регионы	Объем хлыста, м^3		Эффективное использование машин основных типоразмеров, %, в диапазоне объема хлыста, м^3			
	Средний диапазон	Основной диапазон	0,12 ... 0,50	0,24 ... 1,00	0,75 ... 3,00	Общий охват
Север	0,29	0,20 ... 1,80	58,7	72,0	41,3	100,0
Центр	0,34	0,20 ... 2,00	52,1	63,3	47,5	99,6
Урал	0,40	0,22 ... 2,20	41,4	63,5	58,5	99,7
Сибирь	0,75	0,28 ... 3,00	21,9	36,5	69,7	95,6
Дальний Восток	0,81	0,28 ... 3,00	21,3	35,8	67,9	89,2

Эффективное сокращение наложенных потерь рабочего времени оборудования в автоматизированных линиях путем оптимизации соотношения производительности лесобрабатывающих машин обеспечено их использованием в диапазоне средних объемов хлыстов от половины до двух величин среднего расчетного объема (рис. 1). Фактический размах объема хлыстов в основных лесопромышленных районах страны находится в пределах от половины до четырех величин среднего объема (табл. 1). Поэтому целесообразно введение трех типоразмеров лесобрабатывающих машин, рассчитанных на средние объемы хлыста $0,25$, $0,50$ и $1,50 \text{ м}^3$, которые почти полностью охватывают диапазон параметров древесного сырья всех лесопромышленных районов.

Эффективность использования оптимальной по своим параметрам и структуре автоматизированной линии в значительной степени зависит от конкретных производственных условий и, в первую очередь, от характеристики древесного сырья и производственной программы предприятия. В результате анализа зависимости необходимых затрат по УПЗ на производство сортиментов от средних размеров сырья и годового грузооборота нижнего склада установлено, что при недогрузке оборудования из-за малого объема хлыстов и низкого грузооборота склада не только уменьшается производительность автоматизированных линий, но и резко (в два-три, а то и в четыре раза) возрастают УПЗ на получаемую продукцию (рис. 2). Характер их изменения идентичен и для систем машин по первой схеме планировки нижнего скла-

Рис. 2. Зависимость УПЗ от среднего объема хлыста (V) и загрузки машин (q) системы 1НС (1), 2НС (2) и комбинированной (3)

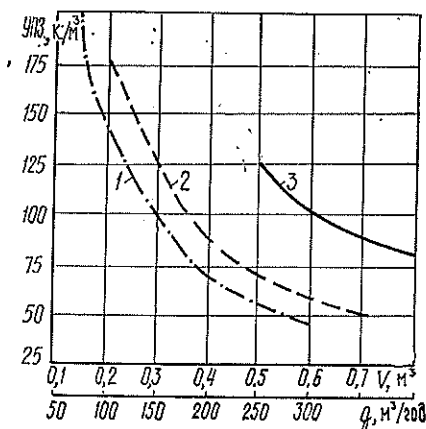


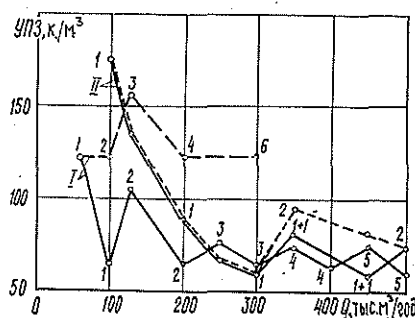
Таблица 2

Размеры хлыста		Системы машин, число их комплектов и минимальные значения УПЗ, к./м³, для годового грузооборота нижнего склада, тыс. м³										
Объем, м³	Диаметр, см	50	100	125	200	250	300	350	400	450	500	600
0,15	15	1НС-2 261	2НС-1 172	2НС-1 138	2НС-1 86	1НС + 2НС 125	24С-2 115	2НС-2 98	2НС-2 86	2НС-2 77	1НС+2НС-2 100	2НС-3 86
	16	1НС-1 130	1НС-2 130			2НС-1 69	2НС-1 57	1НС+2НС 83			2НС-2 69	2НС-2 58
0,20	18					2НС-1 69	2НС-1 57					2НС-2 58
	20	1НС-1 130	1НС-2 130	1НС-2 104				1НС+2НС 83	1НС+2НС 72		2НС-2 69	2НС-2 58
0,30	22	1НС-1 130						1НС-4 75	1НС-4 65	1НС+2НС 62	1НС-5 65	
	24							1НС-3 56		1НС-4 58	1НС-4 52	1НС-5 55
0,40	26		1НС-1 65		1НС-2 65			2НС-1 50		1НС-3 44		1НС-4 44
	28			1НС-1 52		1НС-2 52	1НС-2 44					
0,50	28											
	30											
0,60	32											
	36											
0,80	32											
	36											
1,00	40										1НС-3 40	

да (1НС), по второй схеме (2НС), а также для комбинированных систем.

При постоянном среднем объеме хлыстов число автоматизированных линий пропорционально годовой производительности предприятия. Загрузка оборудования, определяемая соотношением его расчетной производительности и общим объемом производства, а значит, и удельные затраты на продукцию, различны. Для системы 1НС при среднем объеме хлыстов $0,2 \text{ м}^3$ УПЗ изменяются в пределах 15...20 %, а при объеме $0,4 \text{ м}^3$ — в 1,5—2 раза в зависимости от объема производства; особенно широк диапазон изменения для системы 2НС (рис. 3).

Рис. 3. Зависимость величины УПЗ лесопромышленных машин системы 1НС (I) и 2НС (II) от годового грузооборота склада (Q) при объемах хлыста $0,2$ (штриховая) и $0,4 \text{ м}^3$ (сплошная линия). Цифры у точек обозначают расчетное число комплектов машин для данных систем; цифры 1+1 — точки для систем из параллельных потоков



Поэтому проектировщик должен учитывать конкретные условия использования лесопромышленных машин и выбирать вариант с минимальными затратами на выполнение производственной программы. Для этой цели разработаны алгоритм и программа для ЕС ЭВМ на языке ФОРТРАН IV, которая позволяет определить расчетную производительность лесопромышленных машин, выбрать необходимое их число для различных вариантов автоматизированных линий, а также рассчитать фактическую величину УПЗ. По этим показателям выбирается оптимальный вариант. Результаты расчетов приведены в табл. 2, с ее помощью можно легко произвести выбор и оценку эффективности систем машин 1НС, 2НС и комбинированных для конкретных производственных условий. Например, запись 1НС-2 в числителе указывает, что в данном случае требуется два комплекта машин 1НС, цифра в знаменателе — величину УПЗ в копейках на кубометр сортиментов.

Внедрение разработанных рекомендаций в практику проектирования новых лесопромышленных предприятий, их реконструкцию позволит расширить возможности автоматизированного проектирования и выбор оптимального варианта проекта, сократить сроки проектирования и существенно снизить затраты на производство круглых лесоматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Биланин И. Н., Редькин А. К., Чувалев А. Я. Надежность и производительность полуавтоматических линий на нижних складах: (Обзор) — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1975. — 7 с.
- [2]. Дудюк Д. Л. Методические указания по расчету оптимальных параметров автоматизированных линий для производства сортиментов. — Львов: ЛТИ, 1986. — 24 с.
- [3]. Дудюк Д. Л. Повышение эффективности линий для первичной обработки древесины // Лесн. журн. — 1979. — № 3. — С. 108—112. — (Изв. высш. учеб. заведений).
- [4]. Пособие для оператора полуавтоматических линий / Д. К. Воевода, В. А. Кирикеев, Я. М. Каплун и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 336 с.
- [5]. Сборник информации о нижних складах лесозаготовительных объединений Минлесбумпрома СССР (1975 г.). — М.: Минлесбумпром СССР; ЦНИИМЭ, 1981. — 334 с.

Поступила 26 февраля 1990 г.

УДК 539.384 : 625.576.4

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕНИЙ ВТОРИЧНОГО ИЗГИБА В НЕСУЩИХ КАНАТАХ

И. И. СЛЕПКО, И. Н. БЕРЕГОВОЙ

Хмельницкий технологический институт

Долговечность несущих канатов подвесных лесотранспортных установок определяется величиной и сочетанием напряжений растяжения, изгиба и контактных напряжений, возникающих в проволоке каната в процессе его эксплуатации.

При исследовании напряжений вторичного изгиба в элементах каната типа ЛК он рассматривается как бесконечная балка или арка на упругом основании, нагруженная сосредоточенной силой [3, 9].

Величина коэффициента постели k исследована недостаточно. Кроме этого, площадка контакта катка с проволокой имеет форму эллипса с полуосями a и b . Как показали исследования [8], $2a > \delta$, где δ — диаметр проволоки внешнего слоя пряди. Поскольку давление на площадку контакта распределяется по эллипсоиду [1], то допущение, что поперечная нагрузка на элемент каната является сосредоточенной силой, приводит к увеличению расчетных напряжений вторичного изгиба. Исходя из этого, принимаем

$$\sigma_{\text{II}} = k_{\sigma} \sigma_{\text{IIp}}, \quad (1)$$

где σ_{II} — напряжения вторичного изгиба, возникающие в проволоках несущего каната под катком грузовой каретки;

σ_{IIp} — расчетное напряжение вторичного изгиба;

k_{σ} — коэффициент напряжений вторичного изгиба, учитывающий распределение поперечной нагрузки вдоль площадки взаимного контакта колеса с проволокой.

В данной работе приведены результаты исследования коэффициента постели k и коэффициента напряжений вторичного изгиба k_{σ} .

Коэффициент k_{σ} равен:

$$k_{\sigma} = M_q / M_p, \quad (2)$$

где M_p — изгибающий момент в бесконечной балке на упругом основании, нагруженной сосредоточенной силой P ;

M_q — изгибающий момент в такой же балке, нагруженной распределенной нагрузкой.

Согласно [10], для балки, нагруженной силой P , изгибающий момент в произвольном сечении

$$M_x = P e^{-\alpha x} (\cos \alpha x - \sin \alpha x) / (4\alpha), \quad (3)$$

где x — координата сечения;

$$\alpha = \sqrt{k/(4EI)}; \quad (3a)$$

EI — изгибная жесткость балки.

Максимальный изгибающий момент имеет место в сечении, где приложена сила P , т. е. при $x = 0$:

$$M_p = P/(4a). \quad (4)$$

Рассмотрим изгиб балки на упругом основании, нагруженной распределенной нагрузкой на длине $2a$ (рис. 1). Поскольку поперечная нагрузка на балку распределена по эллипсу, то для плоского изгиба поперечная нагрузка распределяется по закону треугольника на длине $2a$ с максимальной интенсивностью (рис. 1)

$$q_{max} = P/a. \quad (5)$$

Интенсивность распределенной нагрузки в произвольном сечении

$$q_x = P(1 - x/a)/a. \quad (6)$$

Большую полуось площадки контакта a определяем исходя из того, что максимальные контактные напряжения можно найти двумя способами:

$$p_0 = 3P/(2\pi\beta_3 a^2); \quad (7)$$

$$p_0 = k_p A_0 \sqrt[3]{(Qk_v/n_1)(1/\delta^2)}, \quad (8)$$

где β_3 — коэффициент отношения полуосей эллипса давления, являющийся функцией $\cos \Theta$ [1];

k_p — коэффициент контактных напряжений;

A_0 — коэффициент материала обода катка;

δ — диаметр проволоки внешнего слоя пряди;

Q — вес пачки бревен с кареткой;

n_1 — число катков каретки;

k_v — коэффициент поперечной нагрузки.

Учитывая, что сила, действующая на проволоку,

$$P = Qk_v/(n_1 n_2), \quad (9)$$

где n_2 — число проволок пряди, одновременно касающихся катка, получим, исходя из выражений (7) и (8),

$$a^2 = \frac{2}{3} \frac{\pi\beta_3 k_p A_0 n_2}{\sqrt[3]{Qk_v/n_1}}. \quad (10)$$

Пользуясь принципом независимости действия сил, находим для сечения в точке O изгибающий момент

$$M_q = 2 \int_0^a (q_x/4a) e^{-\alpha x} (\cos \alpha x - \sin \alpha x) dx. \quad (11)$$

Из выражений (6) и (11) имеем

$$M_q = P/(2a\alpha) \int_0^a (1 - x/a) e^{-\alpha x} (\cos \alpha x - \sin \alpha x) dx. \quad (12)$$

Используя [6], находим

$$M_q = P/(4a^2\alpha^2) [1 - e^{-\alpha a} (\sin \alpha a + \cos \alpha a)]. \quad (13)$$

На основании формул (2), (4) и (13) получим уравнение для коэффициента напряжений вторичного изгиба

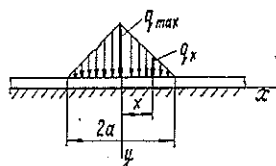


Рис. 1. Схема балки на упругом основании

$$k_{\sigma} = \frac{1 - e^{-\alpha a} (\sin \alpha a + \cos \alpha a)}{(\alpha a)^2}. \quad (14)$$

Из выражений (3), (4) и (14) следует, что напряжения вторично-го изгиба зависят от коэффициента постели k . В свою очередь, значения k зависят от степени обтяжки каната и его конструкции. Они различны для пряди как элемента каната, лежащего на сердечнике и соседних прядях, и для отдельной проволоки, опирающейся на соседние проволоки и проволоки нижнего слоя пряди.

Для определения коэффициента постели k используем уравнение М. Ф. Глушко [5] и результаты экспериментальных исследований Н. К. Гончаренко [4]. Согласно [5], для несущего каната с закрепленными концами, который работает на чистое растяжение, относительное сужение каната или пряди

$$\varepsilon_r = -\nu \varepsilon = -k_n f_n, \quad (15)$$

где k_n — коэффициент поперечной податливости сердечника на внедрение пряди или внутренних слоев проволок на внедрение внешней проволоки пряди;

f_n — реакция упругого основания, т. е. сердечника или внутреннего слоя проволок в пряди;

ε — относительное удлинение каната;

ν — коэффициент сужения каната; согласно [5],

$$\nu = k_n d' \cos \beta / (r_0 - q k_n \cos \beta). \quad (15a)$$

В формуле (15a) обозначено:

β — угол свивки прядей в канате или проволок внешнего слоя в прядь;

$$\left. \begin{aligned} d' &= a_0 \sin^2 \beta - \frac{c_0}{r_0} \cos 2\beta \sin^3 \beta - \frac{b_0 \sin^2 \beta + q_0 \cos^2 \beta}{r_0^2} \sin^4 \beta \cos \beta, \\ q &= a_0 \frac{\sin^4 \beta}{\cos \beta} - 2 \frac{c_0}{r_0} \sin^5 \beta \cos \beta + \frac{b_0 \sin^2 \beta + q_0 \cos^2 \beta}{r_0^2} \sin^4 \beta \cos^2 \beta; \end{aligned} \right\} \quad (15b)$$

a_0, b_0, q_0 — коэффициенты жесткости пряди соответственно на растяжение, кручение и изгиб;

c_0 — коэффициент влияния, равный крутящему моменту, возникающему в канате при растяжении на единицу длины;

r_0 — радиус окружности центров прядей в сечении каната или центров проволок в сечении пряди; согласно [7],

$$r_0 = \frac{d_i}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \beta} \right)^2}; \quad (15b)$$

d_i — диаметр пряди или проволоки внешнего слоя пряди;

j — число прядей в канате или проволок во внешнем слое пряди.

С другой стороны, относительное сужение каната или пряди

$$\varepsilon_r = -[\Delta d / (2r_0)], \quad (16)$$

где Δd — приращение диаметра каната или пряди при растяжении.

Так как реакция упругого основания

$$f_n = \Delta d k_n / 2, \quad (17)$$

то, используя (15) и (16), имеем

$$k = 1 / (k_n r_0). \quad (18)$$

Подставляя k_n из выражения (15а) в (18) и учитывая равенства (15б), получаем

$$k = \frac{\sin^2 \beta}{\mu r_0^2} \left[a_0 \left(1 + \mu \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta} \right) - \frac{b_0 \sin^2 \beta + q_0 \cos^2 \beta}{r_0^2} (1 - \mu \cos \beta) \times \right. \\ \left. \times \sin^2 \beta \cos \beta - \frac{c_0}{r_0} \sin \beta (\cos 2\beta + 2\mu \sin^2 \beta \cos \beta) \right]. \quad (19)$$

Поскольку для уравновешенных несущих канатов двойной свивки с жестко закрепленными концами коэффициент $c_0 = 0$ и второе слагаемое составляет приблизительно 0,5 % от первого слагаемого, то последним из них можно пренебречь. Тогда выражение (19) примет вид

$$k \approx \frac{a_0}{\mu r_0^2} \left(1 + \mu \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta} \right) \sin^2 \beta. \quad (20)$$

Для прядей шестипрядного каната, сужение которого происходит за счет органического сердечника, согласно [5] получим $\mu = 1,5k_2$, где k_2 — конструктивный коэффициент каната, определяемый опытным путем [4].

Учитывая, что для пряди как элемента каната $a_0 = E_n F_n$ (где E_n — модуль упругости пряди как агрегата; F_n — площадь поперечного сечения пряди), а в выражении (15в) для шестипрядного каната $j = 6$ и $d_i = d_n$ (где d_n — диаметр пряди), выражение (20) запишем в виде

$$k = \frac{\pi E_n k_F}{1 + 3/\cos^2 \beta} (1/(1,5k_2) + \sin^3 \beta / \cos \beta) \sin^2 \beta, \quad (21)$$

где k_F — коэффициент отношения площадей поперечного сечения пряди, $k_F = 4F_n/(\pi d_n^2)$.

Для проволок внешнего слоя пряди имеем $a_0 = \pi E \delta^2/4$, где E — модуль упругости материала проволоки.

Предполагая, что сужение пряди происходит за счет внутренних слоев проволок в пряди, и учитывая, что согласно [7]

$$d_n = \delta \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \alpha} \right)^2} \right), \quad (22)$$

где α — угол свивки проволок в прядь, получим

$$\mu = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \alpha} \right)^2}} \right) k'_2 = \xi k'_2, \quad (23)$$

где k_2 — конструктивный коэффициент для пряди или спирального каната.

Подставляя значения из уравнений (15в) и (23) в выражение (20), получаем формулу для определения коэффициента постели проволоки пряди

$$k' = \frac{\pi E}{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \alpha} \right)^2} (1/(\xi k'_2) + \sin^2 \alpha / \cos \alpha) \sin^2 \alpha. \quad (24)$$

Максимальное значение коэффициента постели найдем исходя из контактной задачи.

При линейном касании проволок одинакового диаметра сближение их центров согласно [2] равно:

$$u = 2p\nu (1 - \ln p\nu\delta/2), \quad (25)$$

где p — нагрузка на единицу длины проволоки;

ν — коэффициент материала проволоки, $\nu = 0,91/(\pi E)$.

В пряди с n слоями проволок имеем $2n$ контактов по высоте сечения пряди, и суммарное сближение $u_s = 4nu$. Используя формулу (25), получаем

$$u_s = 4npv(1 - \ln pv\delta/2). \quad (26)$$

Поскольку проволока пряди рассматривается как балка на упругом основании, то

$$p = k'_{cp} u, \quad (27)$$

где k'_{cp} — среднее значение коэффициента постели.

Переходя к пределу, имеем $k' = dp/(du)$. Взяв производную, получим выражение для определения коэффициента постели проволоки

$$k' = - [1/(4nv \ln pv\delta/2)]. \quad (28)$$

Коэффициент постели для проволок имеет максимальное значение при отсутствии зазоров между ними и $p = p_{max}$:

$$k'_{max} = - [1/(4nv \ln p_{max}v\delta/2)]. \quad (29)$$

Нагрузка на единицу длины проволоки максимальна в момент разрыва каната. Учитывая, что согласно [5]

$$p_{max} = T \sin^2 \alpha / r_0, \quad (30)$$

где T — усилие в проволоке, получаем

$$p_{max} = \frac{\pi \delta \sigma_B \sin^2 \alpha}{2 \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \alpha} \right)^2}}, \quad (31)$$

где σ_B — временное сопротивление материала проволоки.

Подставляя (31) в (29), находим окончательное выражение для определения максимального коэффициента постели

$$k'_{max} = \frac{\pi E}{3,64n \ln \frac{\delta^2}{4} \frac{\sigma_B}{E}} \frac{0,91 \sin^2 \alpha}{\sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \pi/j}{\cos \alpha} \right)^2}}. \quad (32)$$

Расчеты показали, что для несущего каната 25,5-ГЛ-В-Н-1568 ГОСТ 3077—80 коэффициент $k'_{max} = 9,285$ кН/мм².

На рис. 2 приведены графики зависимости коэффициента постели от конструктивного коэффициента k_2 для пряди и проволоки. Из

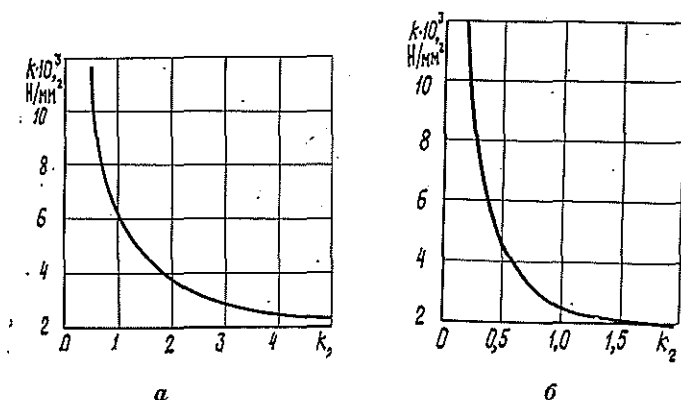


Рис. 2. Графики зависимости $k = f(k_2)$: а — для пряди; б — для проволоки

графиков следует, что при увеличении степени обтяжки каната, т. е. уменьшении коэффициента k_2 , коэффициент постели k возрастает.

Для условий работы несущих канатов подвесных лесотранспортных установок, т. е. при средних значениях запаса прочности на растяжение $n = 2 \dots 2,5$ можно принять коэффициент постели для пряди $k = 5,5 \text{ кН/мм}^2$ и для проволоки $k' = 7,8 \text{ кН/мм}^2$. Для подвесных лесотранспортных установок коэффициент напряжений вторичного изгиба $k_2 \approx 0,85$, что необходимо учитывать при определении напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белая Н. М., Слепко И. И. Применение теории Герца — Беляева для определения максимальных напряжений контактирующей пары каток — канат открытого типа // Лесн. журн. — 1973. — № 1. — С. 36—42. — (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Беляев Н. М. Труды по теории упругости и пластичности. — М.: Гостехтеориздат, 1957. — 632 с. [3]. Ветров А. П. Вторичный изгиб канатов двойной свивки линейного касания // Стальные канаты: Сб. статей. — К.: Техника, 1964. — Вып. 1. — С. 75—81. [4]. Гончаренко Н. К. Экспериментальное определение конструктивного коэффициента канатов // Многоканатный подъем. — М.: Углетехиздат, 1958. — С. 106—113. [5]. Глушко М. Ф. Стальные подъемные канаты. — К.: Техника, 1966. — 327 с. [6]. Двойн Г. Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы. — М.: Наука, 1977. — 224 с. [7]. Нестеров П. П. Основы конструирования шахтных подъемных канатов. — М.; Л.: Углетехиздат, 1949. — 206 с. [8]. Слепко И. И. Исследование напряженного состояния несущих канатов подвесных лесотранспортных установок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1972. — 25 с. [9]. Слепко И. И., Береговой И. Н. Определение деформаций элементов несущего каната, вызванных поперечным давлением // Лесн. журн. — 1972. — № 6. — С. 93—99. — (Изв. высш. учеб. заведений). [10]. Тимошенко С. П. Курс теории упругости. — К.: Наукова думка, 1972. — 501 с.

УДК 630*377

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАГРУЗОК ПРИ ЗАЧЕРПЫВАНИИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Д. Г. ШИМКОВИЧ

Московский лесотехнический институт

Методы теории предельного равновесия сыпучей среды находят применение при моделировании такой неклассической среды, как массив (штабель) круглых лесоматериалов, в частности для оценки нагрузок на челюсти грейферных механизмов ([1—3, 6] и др.). При аналитическом решении этой задачи используют допущения о прямолинейности линий скольжения, замене криволинейной формы челюсти на кучочно-прямолинейную и т. д.

Уравнения предельного равновесия сыпучей среды могут быть решены практически точно на ЭВМ. Цель нашей работы — сравнить точные и приближенные решения в зависимости от формы челюсти и параметров лесоматериалов.

1. Рассмотрим решение задачи о взаимодействии челюсти грейфера с массивом круглых лесоматериалов на основе уравнений предельного равновесия сыпучей среды, согласно методу характеристик [4].

$$d\sigma + 2\chi\sigma \operatorname{tg} \varphi d\psi = -\gamma(dy + \chi \operatorname{tg} \varphi dx); \quad (1)$$

$$dy/dx = \operatorname{tg}(\psi + \chi\mu), \quad (2)$$

где $\sigma = (\sigma_1 + \sigma_2)/2$ (σ_1, σ_2 — главные напряжения в рассматриваемой точке среды с координатами x, y);

φ — угол между осью x и направлением первого главного напряжения σ_1 (рис. 1);

- γ — плотность среды;
 $\mu = \pi/4 - \varphi/2$ (φ — внутренний угол трения между материалами);
 $\chi = +1$ вдоль характеристики ξ_1 ;
 $\chi = -1$ вдоль характеристики ξ_2 (характеристики совпадают с линиями относительного скольжения частиц среды в предельном состоянии [4]).

Граничные условия имеют вид:

а) на свободной границе Σ_1

$$\sigma = 0; \quad \psi = [\delta + \arcsin(\sin \delta / \sin \varphi)]/2; \quad (3)$$

б) на поверхности челюсти грейфера Σ_2

$$\psi = [\varphi_0 + \arcsin(\sin \varphi_0 / \sin \varphi)]/2 - \beta, \quad (4)$$

где δ — угол между касательной к свободной границе и осью x ; при расчетах свободную границу считали горизонтальной ($\delta = 0$);

φ_0 — угол трения лесоматериалов о челюсть;

β — угол между касательной к челюсти и вертикалью.

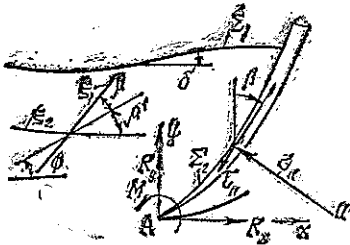


Рис. 1. Расчетная схема метода характеристик

Соотношения (3), (4) соответствуют случаю пассивного давления среды.

Уравнения (1)–(4) решали на ЭВМ численным методом [5], имеющим преимущества по сравнению с известными методами В. В. Соколовского и С. С. Голушкевича при решении уравнений (1), (2) с заданной степенью точности. При этом в зависимости от формы челюсти и значений углов трения φ и φ_0 в области предельного равновесия возможны как непрерывные, так и разрывные решения, для которых приняты дополнительные условия непрерывности нормальных напряжений на линии разрыва [4].

Результатом расчета является сетка характеристик (линий скольжения) в области предельного равновесия и значения σ на твердой границе, позволяющие вычислить с использованием соотношений $\sigma_n = \sigma(1 + \sin \varphi \cos 2\theta)$; $\theta = -(\psi + \beta)$; $\tau_n = \sigma_n \tan \varphi_0$ [4] нагрузки на челюсть:

$$R_x = \int_{\Sigma_2} (\sigma_n \cos \beta + \tau_n \sin \beta) dS = \gamma L h^2 c_x; \\ R_y = - \int_{\Sigma_2} (\sigma_n \sin \beta - \tau_n \cos \beta) dS = \gamma L h^2 c_y; \quad (5)$$

$$M = - \int_{\Sigma_2} [(\sigma_n \cos \beta + \tau_n \sin \beta) y + (\sigma_n \sin \beta - \tau_n \cos \beta) x] dS = \gamma L h^3 c_m,$$

где σ_n , τ_n — нормальное и касательное напряжения на поверхности челюсти;

R_x , R_y , M — нагрузки на челюсть, приведенные к ее концу (точка A на рис. 1);

c_x , c_y , c_m — безразмерные коэффициенты нагрузок;

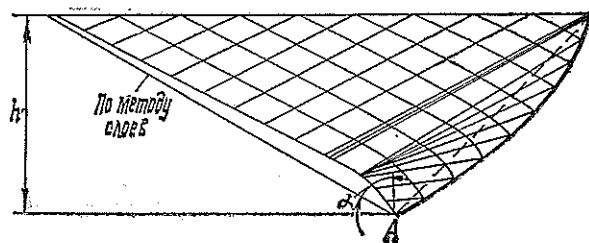
L — длина лесоматериалов;

h — глубина погружения конца челюсти (рис. 2).

Форму челюсти при расчетах задавали уравнением

$$\tan \beta = \tan \beta_0 + c_1 (y/h) + c_2 (y/h)^2 + \dots + c_n (y/h)^n,$$

Рис. 2. Пример расчета линий скольжения

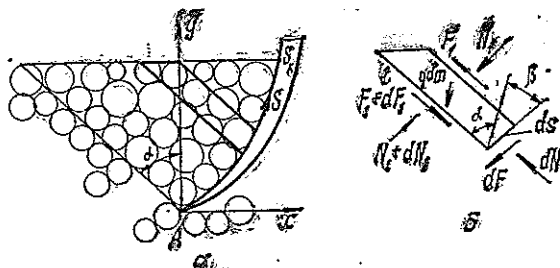


где β_0 ; $c_1, c_2, \dots, c_n$ — постоянные коэффициенты.

Пример расчета сетки линий скольжения при $f = \tan \varphi = 0,7$; $f_0 = \tan \varphi_0 = 0,4$; $\beta_0 = 60$; $c_1 = -1,5$; $c_i = 0$; $i = 2, 3, \dots, n$ приведен на рис. 2. Получены следующие значения коэффициентов нагрузок: $c_x = 1,432$; $c_y = -0,737$; $c_m = -0,79$.

2. Рассмотрим приближенный метод, называемый ниже методом «слоев», основанный на допущении, что линии скольжения являются прямыми, расположенными под некоторым углом α к оси y (рис. 3, а).

Рис. 3. Расчетная схема метода слоев



В этом случае разрешающие соотношения получают из уравнений равновесия элементарного слоя (рис. 3, б)

$$\begin{cases} dN \cos \beta + dF \sin \beta - dN_1 \cos \alpha - dF_1 \sin \alpha = 0, \\ dN \sin \beta - dF \cos \beta + dN_1 \sin \alpha - dF_1 \cos \alpha - gdm = 0 \end{cases}$$

и уравнений предельного состояния

$$dF = \tan \varphi_0 dN; \quad dF_1 = \tan \varphi dN_1,$$

где N, F — нормальная и касательная силы;
 gdm — вес слоя, $gdm = \gamma L l(s, \alpha) \sin(\alpha + \beta) ds$.

Длина слоя при горизонтальной свободной поверхности $l(s, \alpha) = (h - y) / \cos \alpha$. Отсюда находим σ_n и τ_n :

$$\begin{aligned} \sigma_n = dN/ds &= \gamma L l \sin(\alpha + \beta) \cos \varphi_0 \cos(\alpha - \varphi) / \sin(\alpha + \beta - \varphi - \varphi_0); \\ \tau_n &= \sigma_n \tan \varphi_0, \end{aligned}$$

и, подставляя в (5), определяем нагрузки R_x, R_y, M на челюсть, коэффициенты которых принимают вид

$$\begin{pmatrix} c_x \\ c_y \\ c_m \end{pmatrix} = \frac{\cos(\alpha - \varphi)}{\cos \alpha} \int_0^1 \frac{(1 - \bar{y}) \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta \sin(\alpha + \beta - \varphi - \varphi_0)} \begin{pmatrix} \cos(\beta - \varphi_0) \\ -\sin(\beta - \varphi_0) \\ -\bar{x} \sin(\beta - \varphi_0) - \\ -\bar{y} \cos(\beta - \varphi_0) \end{pmatrix} d\bar{y}. \quad (6)$$

Здесь $\bar{x} = x/h$; $\bar{y} = y/h$.

Неизвестный угол α находим из условия минимума давления на челюсть $dI/d\alpha = 0$, где

$$I = \int_0^{s_k} \sigma_n ds. \quad (7)$$

В общем случае для криволинейной челюсти уравнение (7) нелинейное и решается численно методом последовательных приближений.

При прямолинейной челюсти ($\beta = \text{const}$) интегрирование выполняется в явном виде и решения совпадают с приведенными в [2] для пассивного давления. Однако, в отличие от [2], данный метод позволяет производить и для криволинейной челюсти.

3. Сравнение результатов. Для условий первого примера при расчете по методу слоев получены значения $c_x = 1,508$; $c_y = -0,775$; $c_m = -0,828$. Малое различие коэффициентов нагрузок, вычисленных по методам характеристик и слоев, объясняется в данном случае близостью областей предельного состояния (см. рис. 2).

На рис. 4 приведены зависимости коэффициента c_x от угла β прямолинейной челюсти ($\beta = \text{const}$) и разных значений коэффициента

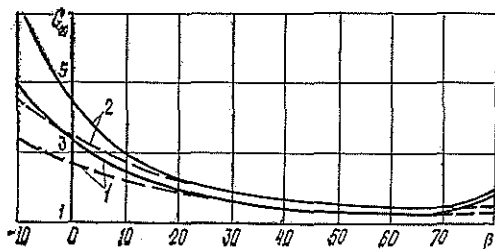


Рис. 4. Зависимость коэффициента нагрузки c_x от угла наклона β прямолинейной челюсти при $f_0 = 0,4$: 1 — $f = 0,6$; 2 — $f = 0,7$

трения f (сплошной линией показан расчет по методу слоев, штриховой — по методу характеристик). Как видно из рисунка, при $\beta < 10^\circ$ и $\beta > 70^\circ$ различие значений c_x может достигать 20...70 %, что объясняется значительной кривизной линий скольжения в этих случаях. При $10^\circ < \beta < 70^\circ$ такое различие практически не существенно. Расчеты показывают, что эти выводы справедливы и для криволинейных челюстей. С увеличением кривизны челюсти нагрузки на нее возрастают. Так, для прямолинейной челюсти с $\beta = 60^\circ$ $c_x = 1,372$ ($f = 0,7$; $f_0 = 0,4$), а для криволинейной с тем же углом $\beta = 60^\circ$ в точке А $c_x = 1,508$ (при расчете по методу слоев).

4. В ряде работ ([6] и др.) используется подход, основанный на замене криволинейной челюсти на «эквивалентную» прямолинейную (штриховая линия на рис. 2). Для эквивалентной челюсти $c_x = 1,52$, для криволинейной $c_x = 1,508$, (разница менее 1 %). С уменьшением угла β и увеличением кривизны челюсти погрешность возрастает, но в пределах $10^\circ < \beta < 70^\circ$ остается приемлемой для практических целей. В этом случае для расчета нагрузок на эквивалентную челюсть могут быть использованы известные формулы механики грунтов для определения пассивного давления на подпорные стенки.

Применение методов сыпучей среды для определения нагрузок на челюсть грейфера при зачерпывании круглых лесоматериалов дает нам оценку нагрузок «снизу», так как модель сыпучей среды не учитывает контактного взаимодействия между телами, увеличивающего сопротивление.

В заключение можно сделать вывод, что замена криволинейной челюсти на эквивалентную прямолинейную приемлема в указанном диапазоне углов β .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виноградов Ю. А. Исследование силовых характеристик процесса зачерпывания грейфером круглой древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— М.: МЛТИ, 1970.— 18 с. [2]. Лешкевич А. И. Исследование распорных сил в беспрокладочных штабелях круглого леса // Тр. ЦНИИМЭ.— 1970.— № 108.— С. 36—47. [3]. Романенко Г. Г. О применении механики сыпучих тел к определению силы сопротивления перемещению плоскости в массе короткомерных бревен // Науч. тр. / МЛТИ.— 1973.— Вып. 47.— С. 5—13. [4]. Соколовский В. В. Статика сыпучей среды.— 3-е изд.— М.: Физматгиз, 1960.— 243 с. [5]. Шимкович Д. Г. Об одном алгоритме решения уравнений предельного равновесия сыпучей среды // Строительство и архитектура.— 1990.— № 2.— С. 133—135. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Шуть Г. Е. Влияние инерционных сил на процесс зачерпывания круглых лесоматериалов однокантным грейфером // Науч. тр. / МЛТИ.— 1975.— Вып. 75.— С. 17—26.

Поступила 5 февраля 1990 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815—41 : 547.281.1

ВЫДЕЛЕНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА
ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СЛОЕВ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЫ

В. В. ВАСИЛЬЕВ, Б. В. РОШМАКОВ, Е. Е. КОМАРОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Древесностружечные плиты (ДСтП) плоского прессования имеют различную послойную плотность, которая зависит от условий их изготовления [7]. Изменение плотности по сечению плиты может оказывать влияние на выделение формальдегида из разных слоев готовых плит в процессе их эксплуатации [2].

Цель проведенного исследования — изучение влияния плотности отдельных слоев плиты и плотности плиты в целом на количество выделяющегося формальдегида.

Для определения содержания формальдегида в различных слоях плиты при помощи механического реза снимали последовательно слои стружки. Для анализов отбирали стружку, находящуюся в слое толщиной 2 мм.

Испытания проводили на образцах промышленной ДСтП. Плита трехслойная, шлифованная, толщина 19 мм, плотность 750 кг/м³, влажность 5,6 %, массовая концентрация карбамидоформальдегидной смолы КФ-МТ в наружных слоях 14,6 %, во внутреннем слое 11,0 %, выдержана в течение 3 лет при комнатных условиях, выделение формальдегида 29,2 мг/100 г плиты.

Для определения количества формальдегида, выделяющегося из измельченного материала слоев, полученные древесные частицы массой 10...12 г помещали в пронизываемые капроновые мешочки над 50 мл дистиллированной воды в банках емкостью 500 мл и выдерживали при 60 °С в течение 4 ч. Количество формальдегида в полученных растворах и токсичность образцов ДСтП определяли фотоколориметрическим методом с использованием ацетилацетона [3]. Параллельно фиксировали плотность и влажность каждого слоя.

Полученные данные (рис. 1) показывают, что выделение формальдегида и влажность выше во внутреннем слое плиты, а изменение плотности по толщине имеет обратную зависимость, что соответствует известным закономерностям [7].

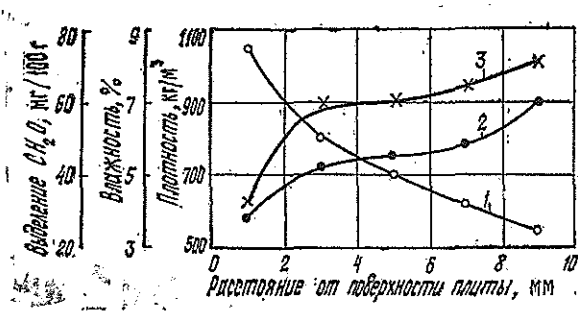


Рис. 1. Изменение плотности (кривая 1), влажности (кривая 2) и выделения формальдегида (кривая 3) по толщине ДСтП

Принимая во внимание, что перед испытаниями плита длительное время находилась в постоянных температурно-влажностных условиях, можно считать, что насыщение отдельных слоев влагой соответствует их равновесной влажности.

Известно, что поглощение древесиной водяных паров происходит за счет адсорбции и капиллярной конденсации [4]. Количество адсорби-

руемой влаги обусловлено величиной заряда поверхности древесины, определяемого числом ненасыщенных валентностей гидроксильных, а капиллярная конденсация является результатом наличия огромного количества тонких капилляров в древесине и зависит от ее плотности.

Результаты определения послойной плотности (рис. 1, кривая 1) показывают, что древесные частицы наружных слоев плиты уплотнены в значительно большей степени по сравнению с частицами внутреннего слоя. Это приводит к снижению сорбируемой ими влаги капиллярной конденсации. Дополнительное снижение гигроскопической влаги происходит при заполнении части капилляров связующим и блокировке гидроксильных на поверхности древесных частиц. Влияние этого эффекта в наружных слоях более сильное, так как расход связующего в них выше, чем во внутреннем слое. Таким образом, неоднородность распределения влаги по сечению ДСтП можно объяснить различной сорбционной способностью материала наружных и внутренних слоев плиты.

Изменение выделения формальдегида по толщине плиты (рис. 1, кривая 3) аналогично изменению послойной влажности (рис. 1, кривая 2), особенно в промежуточном и внутреннем слоях. Поскольку вода — один из лучших растворителей формальдегида [6], можно предположить, что в ДСтП он присутствует в виде водного раствора. На это указывает стабильное значение концентраций раствора формальдегида: в промежуточном слое — 1,1 % и во внутреннем — 1,0...1,1 %. Снижение концентраций в наружных слоях плиты до 0,8 % объясняется возможностью постоянного выхода его с поверхности плиты в атмосферу. В более глубоких слоях, имеющих пористую структуру в силу их меньшей плотности, создаются благоприятные условия для равномерного распределения формальдегида по толщине плиты пропорционально содержанию влаги.

Таким образом, выделение формальдегида из различных слоев ДСтП, находящейся длительное время в эксплуатации, неодинаково и обусловлено послойной влажностью, которая в свою очередь зависит от плотности слоя.

Для изучения влияния плотности плит на выделение формальдегида изготовили трехслойные ДСтП на основе смолы КФ-МТ с массовой концентрацией 12,5 и 8,0 % в наружных и внутреннем слоях соответственно. Толщина плит 16 мм. Условия прессования: температура 170 °С, продолжительность 0,3 мин на 1 мм, давление 2 МПа. В процессе прессования отбирали выделяющуюся парогазовую смесь [1], в которой определяли количество формальдегида и воды, отнесенное к 100 г ДСтП [1]. Токсичность готовых плит устанавливали эмиссионным термогидролитическим методом (выдержка при 60 °С в течение 4 ч) [3].

Выделение формальдегида и воды при прессовании
и из готовых ДСтП различной плотности

Плотность плиты, кг/м³	Выделение при прессовании ДСтП		Концент- рация фор- мальдеги- да в кон- денсате, %	Готовые ДСтП			
	воды, г/100 г	формаль- дегида, мг/100 г		Выделение формальде- гида, мг/100 г		Влаж- ность, %	
				через 7 дн.	через 4 нед.	через 7 дн.	через 4 нед.
600	4,33	30,8	0,71	23,0	21,6	4,6	5,0
650	4,12	29,6	0,72	20,1	18,2	4,5	5,3
700	3,63	27,0	0,74	18,1	17,0	4,5	5,8
750	3,21	24,1	0,75	14,0	14,9	4,7	6,4
800	2,79	21,1	0,76	12,5	12,7	4,8	6,5

Как свидетельствуют данные таблицы, повышение плотности ДСтП в диапазоне 600...800 кг/м³ приводит при прессовании к снижению выделения воды и формальдегида на единицу массы плиты; это объясня-

ется уменьшением проницаемости плит разной плотности для парогазовой смеси, выделяющейся в процессе горячего прессования [5]. На затруднение выхода влаги из плит с высокой плотностью указывает и повышенная влажность готовых плит.

С ростом плотности плиты концентрация формальдегида в парогазовой смеси увеличивается от 0,71 до 0,76 %. Незначительное повышение ее позволяет сделать вывод, что выделение воды и формальдегида при прессовании носит взаимозависимый характер.

Возрастание плотности плиты, затрудняющее выход парогазовой смеси, должно приводить к увеличению токсичности готовых плит, так как неудаленный формальдегид задерживается в них. Однако результаты испытаний готовых плит (см. таблицу) показали обратную зависимость — с повышением плотности выделение формальдегида снижается. Это явление можно объяснить тем, что при проведении испытаний эмиссионным термогидролитическим методом, как и при прессовании плит, уменьшение пористости с повышением плотности затрудняет выход формальдегида (при прочих равных условиях).

Испытания, проведенные через 4 недели после изготовления плит (толщина слоя 1 мм), показали, что повышение плотности приводит к пропорциональному увеличению послойной плотности (рис. 2, а), выделения формальдегида (рис. 2, в) и влажности (рис. 2, б).

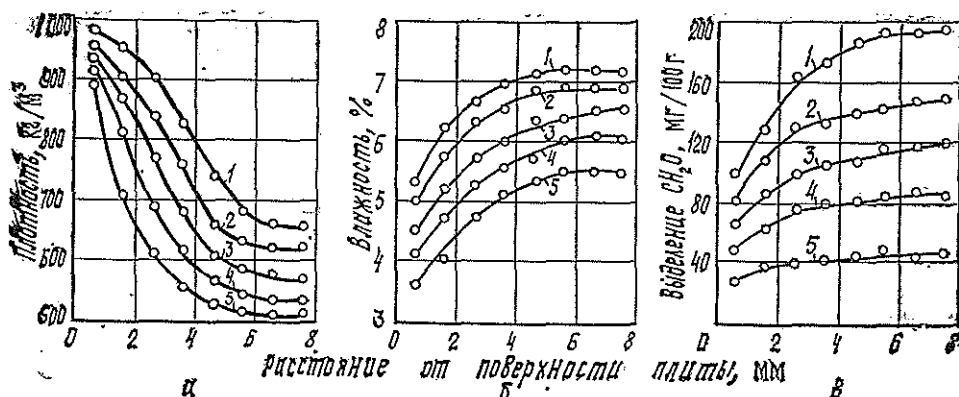


Рис. 2. Изменение плотности (а), влажности (б) и выделения формальдегида (в) по толщине ДСтП при плотности 800 (1), 750 (2), 700 (3), 650 (4), 600 кг/м³ (5)

При последовательном снятии слоев плиты происходит разворачивание поверхности древесных частиц и создаются более благоприятные условия для выхода накопленного формальдегида. Полученные результаты подтвердили предположение о том, что возрастание плотности плит препятствует выделению формальдегида, в результате чего создается кажущийся эффект снижения содержания его в плитах, имеющих большую плотность.

Характер зависимости послойной влажности от расположения слоя в плите совпадает с характером изменения количества формальдегида, что еще раз подтверждает предположение о присутствии последнего в виде водного раствора. На основании данных послойной влажности и выделения формальдегида (рис. 2, б и 2, в) рассчитали соответствующие концентрации растворов формальдегида по слоям ДСтП (рис. 3). У плит с плотностью 600 кг/м³ она примерно одинакова по всей толщине и равна 0,9 %, при большей плотности этот показатель возрастает от наружных к внутренним слоям плиты от 1,2 до 2,7 %. Во всех случаях концентрация растворов формальдегида в ДСтП через 4 недели после изготовления выше, чем в парогазовой смеси при прессовании

(см. таблицу). Наиболее вероятная причина образования дополнительного формальдегида — доотверждение связующего при послепрессовой выдержке плит.

Проведенные исследования показали, что содержание формальдегида во внутренних слоях ДСтП больше, чем в наружных. Повышение плотности плит, изготовленных при прочих равных условиях, приводит к увеличению формальдегида в готовом изделии, но препятствует его выделению при испытании плит. В процессе послепрессового охлаждения и выдержки происходит накопление дополнительного формальдегида в результате доотверждения связующего. Для снижения токсичности ДСтП необходимо использовать карбамидоформальдегидные смолы, при отверждении которых выделяется минимальное количество формальдегида.

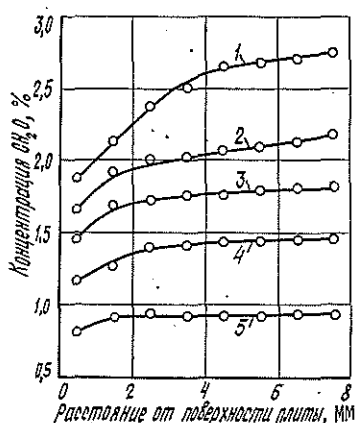


Рис. 3. Изменение расчетных концентраций водных растворов формальдегида по толщине ДСтП при плотности 800 (1), 750 (2), 700 (3), 650 (4), 600 кг/м³ (5)

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Влияние технологических факторов на выделение газообразных продуктов при прессовании древесностружечных плит / В. В. Васильев, Б. В. Рошмаков, Е. Е. Комарова и др. // Лесн. журн.—1988.— № 5.— С. 55—59.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Влияние технологических факторов производства древесностружечных плит на их физико-механические свойства и выделение формальдегида / В. В. Васильев, Б. В. Рошмаков, Е. Е. Комарова и др. // Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. науч. тр.—Свердловск: УЛТИ, 1988.— С. 17—26. [3]. Комарова Е. Е., Рошмаков Б. В., Васильев В. В. Определение выделяющегося из древесностружечных плит формальдегида фотоколориметрическим методом с использованием ацетилацетона // Плиты и фанера: Экспресс-информ.— М.: ВНИПИЭИ-леспром, 1987.— № 12.— С. 16—19.— (Отчеств. производств. опыт). [4]. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962.— 711 с. [5]. Обливин А. Н., Воскресенский А. К., Семенов Ю. П. Тепло- и массообмен в производстве древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 192 с. [6]. Огородников С. К. Формальдегид.— Л.: Химия, 1984.— 280 с. [7]. Шварцман Г. М., Щедро Д. А. Производство древесностружечных плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 320 с.

Поступила 9 октября 1989 г.

УДК 630*812

О ФОРМЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВЛАЖНОСТИ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Наиболее существенным фактором, влияющим на физико-механические свойства древесины, является ее влажность. Исследованию этого вопроса посвящено множество работ, имеется богатый статистический материал. Кратко состояние вопроса можно характеризовать следующими положениями.

В справочной литературе предел прочности σ_w при влажности w определяют по формуле

$$\sigma_w = \sigma_{12} k_{12}^w, \quad (1)$$

где σ_{12} — предел прочности при влажности 12 %;
 k_{12}^w — пересчетный коэффициент; он зависит от вида испытания и плотности древесины [3, 8] и представлен в справочниках в табличной форме.

Графики функции $\sigma(w)$ (рис. 1) можно аппроксимировать уравнением

$$y = a + b e^{-cw}, \quad (2)$$

где a, b, c — эмпирические коэффициенты.

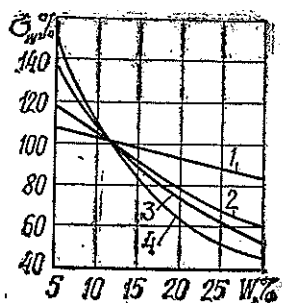


Рис. 1. Зависимость предела прочности древесины от влажности при растяжении вдоль волокон (1), скалывании (2), статическом изгибе (3) и сжатии вдоль волокон (4). За 100 % принят предел прочности при $W = 12\%$

Графики на рисунке показывают, что наиболее чувствителен к изменению влажности предел прочности при сжатии вдоль волокон, наименее чувствителен — при растяжении. Недостаток зависимости (2) заключается в том, что она применима в сравнительно узкой области изменения влажности древесины (от 5 до 30 %) и дает завышенные результаты при влажности 0...5 %.

Многочисленные экспериментальные данные [4, 6, 9] показывают, что зависимость $\sigma(w)$ имеет более сложный характер (рис. 2). Аппроксимируем, поэтому, фактическую зависимость $\sigma(w)$ уравнением

$$y = a + b e^{-(w/c)^2}, \quad (3)$$

которое, в частности, выражает зависимость динамического модуля упругости от влажности [1]. Преимущество уравнения (3) состоит в том, что оно более точно отражает характер экспериментальных кривых (рис. 3) и может быть использовано в любом диапазоне влажности древесины.

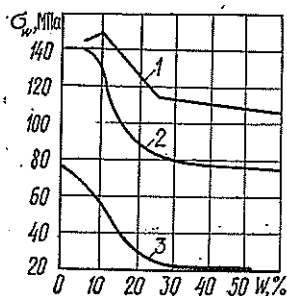


Рис. 2. Зависимость предела прочности древесины от влажности при растяжении (1), изгибе (2) и сжатии (3)

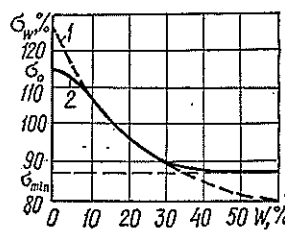


Рис. 3. Сравнение характера кривых 1 и 2, описываемых функциями (2) и (3). За 100 % принят предел прочности при $W = 12\%$

Коэффициенты a и b имеют конкретный физический смысл

$$a = \sigma_{min}; \quad b = \sigma_0 - \sigma_{min},$$

где σ_{min} — минимальная прочность древесины, к которой она стремится при неограниченном увеличении влажности;
 σ_0 — прочность древесины при влажности 0 %.

Можно принять, что $\sigma_{min} = \sigma_{30}$ (σ_{30} — предел прочности при $W \geq 30$ %), так как с возрастанием влажности древесины более 30 % ее механические показатели почти не изменяются. Для определения коэффициентов a , b и c уравнения (3) зададим значения напряжений древесины при влажности 10, 20 и 30 %. Тогда имеем

$$\begin{cases} y_1 = a + b e^{-t^2/c^2}; \\ y_2 = a + b e^{-4t^2/c^2}; \\ y_3 = a, \end{cases} \quad (4)$$

где t — шаг изменения влажности (в нашем случае 10 %).

Решая (4), получаем:

$$c = t \sqrt{\frac{1}{3} \ln \frac{y_1 - a}{y_2 - a}}; \quad b = (y_1 - a) e^{t^2/c^2}. \quad (5)$$

Так как $a = \sigma_{min} = \sigma_{30}$ и $b = (\sigma_0 - \sigma_{30})$, то

$$\sigma_w = \sigma_{30} + (\sigma_0 - \sigma_{30}) e^{-w^2/c^2}, \quad (6)$$

а при $\sigma_0 = 1$

$$\sigma_w = \sigma_{30} + (1 - \sigma_{30}) e^{-w^2/c^2}. \quad (7)$$

Расчетные значения σ_{30} и c приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств	Плотность древесины*, кг/м³	Коэффициенты уравнения	
		σ_{30} , **	c
Предел прочности:			
при растяжении вдоль волокон:			
для хвойных пород	—	0,732	26,5
для лиственных	—	0,670	19,6
при сжатии	400	0,304	16,5
	500	0,322	16,7
	600	0,346	16,6
	700	0,396	16,8
	800	0,463	16,7
	900	0,550	16,7
при скалывании	400	0,461	17,5
	500	0,488	17,5
	600	0,520	17,5
	700	0,561	17,5
	800	0,608	17,6
	900	0,662	17,7
при статическом изгибе	500	0,403	16,4
	600	0,429	16,6
	700	0,485	16,5
	800	0,586	16,4
	900	0,712	16,5
Модуль упругости при изгибе	400	0,632	19,4
	500	0,682	19,6
	600	0,735	19,4
	700	0,780	19,0
	800	0,813	19,1
	900	0,863	19,5

* Плотность древесины (ρ_{12}) при $W = 12$ %.

** За единицу принята прочность при $W = 0$ %.

Отметим, что значение коэффициента c зависит от вида испытания древесины и не зависит от ее плотности. Его можно считать, в определенной степени, константой древесины, равной для пределов прочности: при сжатии и изгибе — 16,5, при скалывании — 17,5; для модуля упругости при изгибе — 19,5.

Данные по пределам прочности древесины при растяжении вдоль волокон очень ограничены и поэтому для этого показателя коэффициенты следует считать сугубо ориентировочными.

Прочность и модуль упругости древесины при влажности 30 % и более зависят от ее плотности. Это представлено следующими уравнениями:

для предела прочности при сжатии вдоль волокон

$$\sigma_{30} = 0,287 \exp(0,915 \rho_{12}^3 \cdot 10^{-9}); \quad (8)$$

для предела прочности при скалывании вдоль волокон

$$\tau_{30} = 0,410 + 0,310 \rho_{12}^2 \cdot 10^{-6}; \quad (9)$$

для предела прочности при статическом изгибе

$$\sigma_{30} = 0,350 \exp(0,988 \rho_{12}^3 \cdot 10^{-9}); \quad (10)$$

для модуля упругости при изгибе

$$E_{30} = 0,0619 \rho_{12}^{0,387}. \quad (11)$$

В общем случае, когда плотность древесины неизвестна, можно принять средние значения величины ρ_{12} для хвойных пород 493, для лиственных — 653 кг/м³ [2]. Искомые зависимости представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств древесины	Породы древесины	Вид уравнения
Предел прочности: при сжатии вдоль волокон	Хвойные	$\sigma_w = 0,357 + 0,643e^{-(w/16,5)^2}$
	Лиственные	$\sigma_w = 0,370 + 0,630e^{-(w/16,5)^2}$
при скалывании	Хвойные	$\tau_w = 0,485 + 0,515e^{-(w/17,5)^2}$
	Лиственные	$\tau_w = 0,542 + 0,458e^{-(w/17,5)^2}$
при статическом изгибе	Хвойные	$\sigma_w = 0,394 + 0,606e^{-(w/16,5)^2}$
	Лиственные	$\sigma_w = 0,461 + 0,539e^{-(w/16,5)^2}$
Модуль упругости	Хвойные	$E_w = 0,682 + 0,318e^{-(w/19,5)^2}$
	Лиственные	$E_w = 0,760 + 0,240e^{-(w/19,5)^2}$

Расчетные результаты хорошо совпадают со справочными данными при плотности древесины $\rho_{12} = 500$ кг/м³. Это видно, например, из данных табл. 3, где приведены значения коэффициента k_{12}^w . Причины некоторого расхождения поясняет рис. 3.

При низкой влажности мы имеем заниженные результаты, что не противоречит экспериментальным данным. Кроме того, эксплуатационная влажность древесины практически не бывает меньше 6...8 %. Анализ данных показывает, что при достижении влажности в 30 % прочность древесины (в данном случае — при изгибе) не остается на одном уровне, а продолжает незначительно снижаться. Это также находит подтверждение в эксперименте [5]. Все проведенные расчеты касаются малых чистых образцов древесины.

Есть убедительные доказательства того, что влияние влажности на механические показатели пиломатериалов и заготовок носит более мягкий характер. Отмечено [4], что прочность неравномерно высушенной древесины должна быть выше, чем это можно ожидать по средней влажности образца, так как наружные, наиболее нагруженные при изгибе слои, имеют более низкую влажность по сравнению с внутренними. При исследовании [7] пиломатериалов по ГОСТ 8486—66 на прочность при изгибе во влажном состоянии и после сушки по мягким, нормальным и форсированным режимам были получены результаты, представленные в табл. 4.

Таблица 3

Влажность, %	Пересчетный коэффициент		Разница, %
	справочный	теоретический	
5	1,390	1,259	—9,4
10	1,092	1,083	—0,8
15	0,880	0,878	—0,2
20	0,722	0,711	—1,5
25	0,619	0,607	—1,9
30	0,540	0,556	+2,9
40	—	0,529	—

Таблица 4

Сорт пиломатериалов	σ_{30} , МПа	Режим сушки		
		мягкий	нормальный	форсированный
0	53,7	105,3/0,510	85,2/0,630	80,1/0,670
1	46,0	73,6/0,615	70,2/0,655	66,2/0,695
2	38,0	58,5/0,650	57,7/0,665	50,3/0,755
3	32,4	44,7/0,725	40,0/0,810	38,1/0,850
4	28,9	39,3/0,735	35,0/0,825	34,0/0,850

Примечание. В числителе данные для предела прочности σ_{12} , МПа; в знаменателе — для пересчетного коэффициента k_{12}^{30}

Как видим, пересчетные коэффициенты k_{12}^{30} , показывающие насколько прочность сырых досок меньше, чем сухих, существенно отличаются от коэффициентов для малых чистых образцов. Сопоставление результатов подтверждает, что только для пиломатериалов высшего сорта и мягкого режима сушки k_{12}^{30} близок к таковому для малых образцов. Во всех остальных случаях он выше, что объясняется, на наш взгляд, определенной пластификацией древесины при увлажнении. В результате этого сушки — основные сортообразующие пороки, оказываются меньшим концентратором напряжений для сырых пиломатериалов, чем для сухих. Поэтому средняя прочность сухих досок (при снижении их сорта от отборного до четвертого) снижается в 2,68 раза, а сырых — только в 1,86 раза. Увеличение k_{12}^{30} при ужесточении режима сушки означает снижение прочности сухих досок из-за больших внутренних напряжений.

Полученная единая зависимость прочности и модуля упругости от влажности может быть использована как для пиломатериалов, так и для заготовок, что потребует дополнительных исследований по уточнению коэффициентов, входящих в эту зависимость.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровиков А. М. Влияние температуры и влажности на упругость, вязкость и пластичность древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Воронеж, 1970. — 24 с. [2]. Волюнский В. Н. Плотность и модуль упругости как критерии прочности чистой древесины // Лесн. журн. — 1983. — № 4. — С. 76—79. — (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. ГСССД 69—84. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов. — М.: Изд-во стандартов, 1985. — 30 с. [4]. Кольманн Ф. Технология древесины и древесных материалов. Т. 1. — Берлин, 1951. — 1050 с.

[5]. Куликов В. А. Исследование прочности древесины повышенной влажности // Механическая обработка древесины: Реф. информ.—1982.— № 8.— 12 с.; 1983.— № 10.— 12 с. [6]. Леонтьев Н. Л. Влияние влажности на физико-механические свойства древесины.— М.: Гослесбумиздат, 1962.— 115 с. [7]. Песочный А. Н., Корнеев В. И. Пересчет предела прочности пиломатериалов к требуемой влажности // Механическая обработка древесины: Реф. информ.—1980.— № 1.— 12 с. [8]. Справочник по лесопиленению / Под ред. С. М. Хасдана.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 424 с. [9]. Kuffner M. Elastizitätsmodul und Zugfestigkeit von Holz verschiedenen Rohdichte in Abhängigkeit von Feuchtigkeitsgehalt // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1978.— N 11.— S. 435—440.

Поступила 17 июля 1989 г.

УДК 674.093.26

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРЕССОВАНИЯ ФАНЕРЫ И ФАНЕРНЫХ ПЛИТ

А. Н. ЧУБИНСКИЙ, А. А. ГЛУШКОВСКИЙ, Л. М. СОСНА,
Ю. И. ЦОЙ, А. Л. ЩЕРБАКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Качество и свойства фанеры и фанерных плит зависят, в основном, от породы древесины, вида применяемого клея, температуры плит прессы, характера изменения давления в процессе прессования.

Величина давления и ее изменение при пьезотермической обработке пакета оказывают влияние на условия контактирования склеиваемых листов шпона, смачивания их клеем, деформацию древесины (конечную плотность материала), проникновение связующего в древесину, а также на состояние парогазовой смеси в пакете шпона [1, 2]. Последнее особо важно при изготовлении фанеры и фанерных плит с низкой паропроницаемостью из шпона хвойных пород древесины.

Известные диаграммы изменения давления, применяемые в настоящее время, включают его наложение, выдержку и ступенчатое снятие. Такой график не учитывает изменения физико-механических свойств прессуемого материала. Как известно, упругие свойства древесины при нагревании снижаются. Уменьшение модуля упругости нагретого пакета шпона и воздействие постоянного достаточно высокого давления прессования приводит к увеличению полной и остаточной деформаций. Это повышает расход сырья и снижает паропроницаемость склеиваемого пакета.

Уменьшение объема пор в древесине и выделение газообразных продуктов при пьезотермообработке — причина образования в пакете шпона парогазовой смеси с избыточным давлением. При снятии внешнего усилия прессования она, стремясь выйти, разрушает клеевые связи. Количество брака хвойной фанеры по этой причине (данные предприятий) достигает 6 % объема производства. Применяемое двуступенчатое снятие давления не позволяет полностью устранить вредное влияние смеси.

Для получения фанеры высокого качества, снижения расхода сырья за счет уменьшения остаточной деформации (упрессовки) и предупреждения расслоения пакета давление прессования необходимо изменять таким образом, чтобы его величина в каждый момент времени равнялась значению релаксирующих напряжений в пакете шпона.

Для описания ползучести и релаксации пакета (после стабилизации его реологических свойств) может быть использована теория наследственности Больцмана — Вольтерры, по которой зависимости между напряжением σ и деформацией ε имеют вид:

$$\sigma(t) = E\varepsilon \left[1 - \int_0^t T(\tau) d\tau \right] \quad (1)$$

при $\varepsilon = \text{const}$;

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} \left[1 + \int_0^t K(\tau) d\tau \right] \quad (2)$$

при $\sigma = \text{const}$,

где E — модуль упругости;

$T(t)$ — ядро релаксации;

$K(t)$ — ядро ползучести;

τ — время, предшествующее времени t .

Экспериментальные исследования [2] показали (рис. 1), что зависимость между деформацией и напряжением после стабилизации реологических свойств имеет линейный вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E_k} (1 + \alpha t), \quad (3)$$

где

E_k — модуль упругости пакета при $t \geq t_k$;

$\alpha = \tan \gamma E_k / \sigma$ — параметр функции влияния, определяемый экспериментально;

γ — угол наклона прямой $\varepsilon = f(t)$;

t_k — время стабилизации реологических свойств пакета шпона.

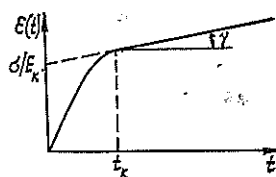


Рис. 1. Характер деформирования пакета шпона при склеивании

При $t \geq t_k$ зависимость (3) имеет линейный характер (см. рис. 1)

$$K(t) = \alpha = \text{const}. \quad (4)$$

Значения α и t_k зависят от породы древесины, влажности материала, температуры прессования и определяются экспериментально.

Связь между ядрами ползучести и релаксации в операционной плоскости

$$T(p) = \frac{K(p)}{1 + K(p)}, \quad (5)$$

где $T(p)$ и $K(p)$ — изображения соответствующих функций $T(t)$ и $K(t)$ в операционной плоскости;

p — параметр преобразования.

Подставляя в (5) выражение (4) в операторной форме $K(p) = \alpha / p$, получим:

$$T(p) = \frac{\alpha}{p + \alpha} \Rightarrow T(t) = \alpha e^{-\alpha t}. \quad (6)$$

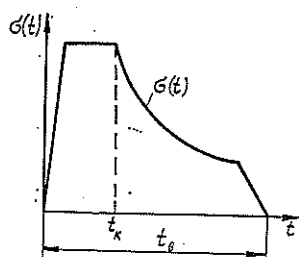


Рис. 2. Диаграмма изменения напряжения (давления) в процессе прессования ($t_в$ — время выдержки пакета шпона)

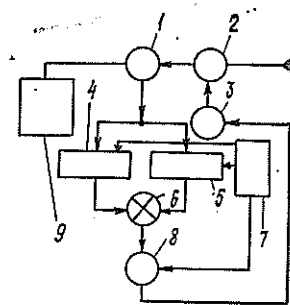


Рис. 3. Принципиальная схема устройства управления процессом прессования

Следовательно, давление на склеиваемый пакет шпона (рис. 2) в процессе прессования необходимо изменять по следующему закону:

$$\sigma(t) = E\epsilon_k \left[1 - \int_0^t T(\tau) d\tau \right] = E\epsilon_k e^{-at}. \quad (7)$$

Здесь ϵ_k — деформация пакета при $t \geq t_k$, обеспечивающая требуемый контакт листов шпона.

Это уравнение было использовано для создания автоматического устройства, управляющего процессом прессования (рис. 3).

Устройство состоит из датчика давления 1, регулируемого вентиля 2 с исполнительным механизмом 3, содержащим блок интегрирования 4, в качестве которого может быть использован интегральный регулятор; блока запоминания 5 исходного (максимального) давления; элемента сравнения 6; блока управления 7; регулятора 8.

В начальный момент времени ($t = 0$) по команде с блока управления 7 производится запоминание в блоке 5 максимального давления P_0 , развитого прессом 9. Сигнал поступает с датчика давления 1 и осуществляется включение всех элементов устройства. В дальнейшем при $t > 0$ происходит измерение текущих значений давления $P(t)$, их обработка в блоке интегрирования 4. Значения давления в каждый момент времени сравниваются с начальным P_0 в блоке сравнения 6. На выходе формируется сигнал $P(t) = P_0 - 1/T \int_0^t P(\tau) d\tau$, поступающий в регулятор 8, а затем на вход исполнительного механизма 3, который и осуществляет изменение давления в магистрали.

Использование полученного уравнения (7) для регулирования давления прессования фанеры и фанерных плит на Пермском и Мантуровском фанерных комбинатах позволило в два раза сократить брак от расслоения фанеры, уменьшить упрессовку и сократить цикл прессования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Михайлов А. Н. Роль давления в склеивании древесины. — Л.: ЛТА, 1968. — 36 с. [2]. Чубинский А. Н. Деформирование шпона в процессе склеивания // Лиственница и ее использование: Межвуз. сб. науч. тр. № 9. — Красноярск: КГУ, 1978. — С. 65—71.

Поступила 20 ноября 1989 г.

УДК 539.4 : 674.812

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ДАВЛЕНИЕ ВО ВТУЛКАХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Ю. Ф. ЧЕРНЫШЕВ

Красноярский политехнический институт

Рассмотрим осесимметричную задачу по определению контактного давления на граничной поверхности анизотропного вкладыша подшипника скольжения, запрессованного в металлическую обойму, при изменении температуры материала втулки и обоймы. Модуль упругости вкладыша считаем величиной, зависящей от температуры.

Втулки контурного прессования ДП-К, торцового гнущего ДП-ГТ и продольного гнущего ДП-ГП изготовлены из прессованной древесины лиственницы сибирской. В расчетах материал втулки принимаем ортотропным. Главные плоскости упругости совпадают с плоскостями симметрии втулки.

Втулка с обоймой представляет статически неопределимую систему, в которой при изменении температуры возникают напряжения и соответствующие им упругие деформации.

Уравнение совместности деформации имеет вид

$$U_{\text{д}}^{\text{упр}} + U_{\text{д}}^t = U_{\text{м}}^{\text{упр}} + U_{\text{м}}^t. \quad (1)$$

Здесь $U_{\text{д}}^{\text{упр}}$, $U_{\text{д}}^t$ — перемещение внешнего, а $U_{\text{м}}^{\text{упр}}$, $U_{\text{м}}^t$ — внутреннего волокна втулки по радиусу за счет упругой деформации и нагрева.

Перемещение обоймы и втулки в радиальном направлении [1] находим по формуле

$$U = \varepsilon_{\theta} r_3, \quad (2)$$

где r_3 — радиус контактной поверхности втулки и обоймы;

ε_{θ} — относительная кольцевая деформация.

В соответствии с обобщенным законом Гука с учетом равенства $\nu_{\theta r}/E_r = \nu_{r\theta}/E_{\theta}$, справедливого для древесины как материала, обладающего упругим потенциалом:

$$\varepsilon_{\theta} = \frac{\sigma_{\theta}}{E_{\theta}} - \nu_{\theta r} \frac{\sigma_r}{E_r} = \frac{1}{E_{\theta}} (\sigma_{\theta} - \nu_{r\theta} \sigma_r), \quad (3)$$

где σ_{θ} , σ_r — кольцевое и радиальное напряжения;

E_{θ} , E_r — модули упругости материала втулки в кольцевом и радиальном направлениях;

$\nu_{\theta r}$ — коэффициент поперечной деформации.

Для обоймы $E_{\theta} = E_r = E_{\text{м}}$ и $\nu_{\theta r} = \nu_{\text{м}}$.

Кольцевое напряжение для обоймы определим по формуле Ляме [1] при $p_2 = p \neq 0$, $p_1 = 0$ (p_1 и p_2 — соответственно внешнее и внутреннее давление).

Кольцевое напряжение, возникающее во внешнем волокне втулки при ее нагреве, находим по формуле [5]:

$$\sigma_{\theta} = \left[k \frac{1 - c^{k+1}}{1 - c^{2k}} \rho^{k-1} + k \frac{1 - c^{1-k}}{c^{2k} - 1} \rho^{-(k+1)} - 1 \right] \frac{\alpha_{\theta} - \alpha_r}{1 - k^2} \int_0^T E_{\theta}^t \delta T,$$

где $c = r_2/r_3$ — относительный геометрический размер втулки (r_2 — внутренний радиус обоймы, r_3 — радиус контактной поверхности втулки и обоймы);

T — изменение температуры материала вкладыша и обоймы;

α_{θ} , α_r — коэффициенты теплового расширения материала вкладыша в кольцевом и радиальном направлениях;

$k = \sqrt{E_{\theta}/E_r}$ — коэффициент анизотропии;

$\rho = r/r_3$ — относительная координата, поскольку $r = r_3$, то $\rho = 1$.

Кольцевое напряжение втулки для определения $U_{\text{д}}^{\text{упр}}$ находим по формуле [3, 4], принимая $p_2 = 0$, $p_1 = p \neq 0$:

$$\sigma_{\theta} = - \frac{k p (r_3^{2k} + r_2^{2k})}{r_3^{2k} - r_2^{2k}}.$$

Выражения для определения перемещений в радиальном направлении внутреннего волокна обоймы и внешнего волокна втулки в соответствии с формулами (2) и (3) имеют вид:

для обоймы

$$U_{\text{м}}^{\text{упр}} = p \frac{r_3}{E_{\text{м}}} \left(\frac{r_1^2 + r_3^2}{r_1^2 - r_3^2} + \nu_{\text{м}} \right); \quad (4)$$

$$U_M^t = \alpha_M T r_3; \quad (5)$$

для втулки

$$U_d^{\text{упр}} = -p \frac{k r_3}{E_\Theta} \left[\frac{r_3^{2k} + r_2^{2k}}{r_3^{2k} - r_2^{2k}} - \nu_{r\Theta} \right]; \quad (6)$$

$$U_d^t = \frac{r_3}{E_\Theta} \left[k \frac{1 - c^{k+1}}{1 - c^{2k}} + k \frac{1 - c^{1-k}}{c^{-2k} - 1} - 1 \right] \frac{\alpha_\Theta - \alpha_r}{1 - k^2} \int_0^T E_\Theta^t \delta T, \quad (7)$$

где r_1 — внешний радиус ободья.

Знак минус в формуле (6) указывает на направление перемещения к оси втулки. При выводе выражения (7) принято $\sigma_r = 0$.

Подставляя (4), (5), (6) и (7) в уравнение (1) и преобразуя, находим контактное давление:

$$p = p_k = \frac{\left[k \frac{1 - c^{k+1}}{1 - c^{2k}} + k \frac{1 - c^{1-k}}{c^{-2k} - 1} - 1 \right] \frac{\alpha_\Theta - \alpha_r}{1 - k^2} \int_0^T E_\Theta^t \delta T - \alpha_M T E_\Theta^t}{k \left[\frac{r_3^{2k} + r_2^{2k}}{r_3^{2k} - r_2^{2k}} - \nu_{r\Theta} \right] + \frac{E_\Theta^t}{E_M} \left[\frac{r_1^2 + r_3^2}{r_1^2 - r_3^2} + \nu_M \right]}. \quad (8)$$

Обозначим $c = r_2/r_3$, $c_0 = r_3/r_1$ и сократим дробь на k . Тогда

$$p_k = \frac{\left[\frac{1 - c^{k+1}}{1 - c^{2k}} + \frac{1 - c^{1-k}}{c^{-2k} - 1} - \frac{1}{k} \right] \frac{\alpha_\Theta - \alpha_r}{1 - k^2} \int_0^T E_\Theta^t \delta T - \alpha_M E_\Theta^t T \frac{1}{k}}{\left[\frac{1 - c^{2k}}{1 - c^{2k}} - \nu_{r\Theta} \right] + \frac{E_\Theta^t}{E_M k} \left[\frac{1 + c_0^2}{1 - c_0^2} + \nu_M \right]}. \quad (9)$$

Согласно [2], зависимость модуля упругости от изменения температуры:

для втулок ДП-К и ДП-ГТ

$$E_\Theta^t = 11\,850 T^{-2/3};$$

для втулок ДП-ГП

$$E_\Theta^t = 245\,800 T^{-2/3}.$$

Отношение модулей упругости E_Θ/E_r , коэффициенты поперечной деформации и коэффициенты теплового расширения полагаем не зависящими от температуры.

Исходные данные для расчета контактного давления для втулок приведены в табл. 1.

Для металлической ободья $E_M = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\alpha_M = 12,5 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$, коэффициент поперечной деформации $\nu_M = 0,3$, относительный геометрический размер ободья $c_0 = 0,85$.

Результаты расчета температурного контактного давления между ортотропной втулкой трех типов и металлической ободьей при изменении температуры от 0 до 120 °С приведены в табл. 2 (за относительный нуль принята температура 20 °С).

Из данных таблицы видно, что по мере увеличения температуры материала ортотропной втулки и ободья контактное давление для втулок I, II и III типов возрастает и при температуре 120 °С становится равным соответственно 0,778; 1,12 и 1,33 МПа для $c = 0,6$. Последние на порядок меньше величин контактных влажностных давлений (при прочих равных условиях), полученных в работе [7].

По мере увеличения относительного геометрического размера c от 0,6 до 0,8 для втулок I и II типов контактное давление уменьшается в 3 с лишним раза, а для втулки III типа увеличивается на 40 %.

Таблица 1

Показатель	Обозначение	Значение показателя для втулок типа		
		I (ДП-К)	II (ДП-ГТ)	III (ДП-ГП)
Модули упругости, МПа	$E_{\theta} = E_t$	1 610	1 610	—
	$E_r = E_a$	—	33 400	—
	$E_{\theta} = E_a$	—	—	33 400
	$E_R = E_r$	910	—	910
Коэффициент анизотропии	k	1,33	0,22	6,06
Коэффициент поперечной деформации	$\nu_{r\theta}, \nu_{rt}$	0,319	—	—
	$\nu_{r\theta}, \nu_{at}$	—	0,135	—
	$\nu_{r\theta} = \nu_{ra}$	—	—	0,512
Коэффициент линейного расширения, град ⁻¹	$\alpha_{\theta} \cdot 10^6$	44	44	6
	$\alpha_r \cdot 10^6$	24	6	24
	$\alpha_a \cdot 10^6$	—	—	6

Таблица 2

Тем- пера- тура, °C	Контактное давление ($-p_K$), МПа								
	ДП-КП (I тип)			ДП-ГТ (II тип)			ДП-ГП (III тип)		
	при относительном геометрическом размере c								
	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
20	0,410	0,241	0,119	0,637	0,351	0,163	0,244	0,060	0,236
30	0,473	0,282	0,142	0,715	0,398	0,188	0,048	0,242	0,516
40	0,524	0,314	0,160	0,781	0,437	0,209	0,276	0,478	0,738
50	0,568	0,343	0,175	0,839	0,471	0,226	0,481	0,688	0,934
60	0,607	0,367	0,189	0,889	0,501	0,242	0,633	0,848	1,090
70	0,642	0,389	0,201	0,935	0,528	0,256	0,777	0,998	1,230
80	0,673	0,409	0,212	0,977	0,553	0,268	0,913	1,140	1,360
90	0,703	0,428	0,222	1,020	0,576	0,280	1,030	1,260	1,480
100	0,730	0,444	0,231	1,050	0,596	0,291	1,140	1,380	1,590
110	0,755	0,460	0,239	1,090	0,626	0,301	1,240	1,480	1,680
120	0,788	0,475	0,247	1,120	0,634	0,310	1,330	1,570	1,780

Полученные величины контактного давления можно использовать для расчета прочности втулок, изготовленных из прессованной древесины на ее упруго-пластические характеристики. — М.: ЦНИИМОД, 1958. — С. 13—15.

[3]. Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. — М., 1977. — 415 с.

[4]. Митинский А. Н. Напряжения в толстостенной анизотропной трубе под действием наружного и внутреннего давлений // Сб. науч. тр. — Л.: Изд-во ИИЖДТ, — 1948. Вып. 136. — С. 10—14.

[5]. Огарков Б. И. Температурно-влажностные напряжения в анизотропном кольце с учетом зависимости модуля упругости материала от температуры и влажности // Машиностроение. — 1966. — № 5. — С. 40—46. — (Изв. высш. учеб. заведений).

[6]. Чернышев Ю. Ф. Определение упругих постоянных прессованной древесины лиственницы сибирской при сжатии. — М., 1984. — 7 с. — Деп. в ВНИПИЭИлеспрот, № 1348.

[7]. Чернышев Ю. Ф., Шатохина Л. П. Давление набухания во втулках из древесины лиственницы сибирской // Лесн. журн. — 1989. — № 5. — С. 71—74. — (Изв. высш. учеб. заведений).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Биргер И. А., Мавлютов Р. Р. Сопротивление материалов. — М., 1986. — 560 с.
- [2]. Бывших М. Д. Исследование влияния температуры и влажности древесины на ее упруго-пластические характеристики. — М.: ЦНИИМОД, 1958. — С. 13—15.
- [3]. Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. — М., 1977. — 415 с.
- [4]. Митинский А. Н. Напряжения в толстостенной анизотропной трубе под действием наружного и внутреннего давлений // Сб. науч. тр. — Л.: Изд-во ИИЖДТ, — 1948. Вып. 136. — С. 10—14.
- [5]. Огарков Б. И. Температурно-влажностные напряжения в анизотропном кольце с учетом зависимости модуля упругости материала от температуры и влажности // Машиностроение. — 1966. — № 5. — С. 40—46. — (Изв. высш. учеб. заведений).
- [6]. Чернышев Ю. Ф. Определение упругих постоянных прессованной древесины лиственницы сибирской при сжатии. — М., 1984. — 7 с. — Деп. в ВНИПИЭИлеспрот, № 1348.
- [7]. Чернышев Ю. Ф., Шатохина Л. П. Давление набухания во втулках из древесины лиственницы сибирской // Лесн. журн. — 1989. — № 5. — С. 71—74. — (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 624.011.1

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ЦЕЛЬНЫХ И СКЛЕЕННЫХ ПО ДЛИНЕ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. Б. РЮМИНА, Г. Б. УСПЕНСКАЯ, Л. М. КОВАЛЬЧУК

ЦНИИМОД, ЦНИИСК

Цель работы — изучить вероятностные показатели длительной прочности цельнодеревянных и клеенных по длине элементов строительных конструкций.

Предметом исследования служили элементы натурных размеров. Образцы из цельных пиломатериалов взяты по принципу случайного отбора из общей партии. Они прошли визуальный [1] и измерительный контроль на установках «Финногрейдер» и «Компьютерматик», должны соответствовать требованиям ЦНИИСК и техническим условиям на доски конструкционные [4]. Клеенные элементы (клей ФРФ-50) отбирали из пиломатериалов общей партии с зубчатыми соединениями типа П-20 по ГОСТ 19414—79 (изготовитель — ЭПЗ «Красный Октябрь»).

Испытывали образцы при изгибе на кромку, как наиболее характерный для элементов строительных конструкций из массивной древесины напряженного состояния. Для этого использовали рычажные установки с соотношением длин плеч 1:20. Размеры образцов — $50 \times 150 \times 2200$ мм. Схема нагружения — приложение нагрузки в третях пролета. Образцы располагали наиболее слабой кромкой в растянутую зону, и устанавливали боковые опоры, предотвращающие потерю устойчивости.

Температурно-влажностный режим — стандартный (температура воздуха 20°C , его влажность 65 %), что обеспечивает равновесную влажность древесины $12 \pm 2\%$.

В реальных условиях работы строительные конструкции испытывают действие постоянной и переменной (временной) нагрузок. Наиболее часто встречающиеся их сочетания — совместное действие постоянной и ветровой (I режим), а также постоянной и снеговой (II режим) нагрузок.

Изменение переменных нагрузок во времени по определенным статистическим законам позволяет вычислить приведенное время, которое для I режима равно $10^3 \dots 10^4$ с, для II — 10^6 с [2]. Указанные режимы имитировали ступенчато-возрастающей нагрузкой: ступень нагружения, равная 1,6 кН, соответствует среднему приращению напряжения в образце около 3 МПа, периодичность приложения нагрузки в первом случае 1 ч, во втором — 7 дн. Тогда приведенное время, соответствующее действию неизменной нагрузки [3],

$$T_{\text{пр}} = 0,02 T_1^1 + T_1,$$

где T_1^1 — время доведения нагрузки до разрушающей;
 T_1 — время действия разрушающей нагрузки.

Объем выборки для цельнодеревянных конструкций 42 и 32 шт. соответственно для I и II режимов нагружения, а для клеенных — по 18 шт. для каждого.

Статистическую обработку экспериментальных данных, выбор типа кривой, вычисление ее статистик проводили по программе RASPREД-1 на ЭВМ ЕС-1022, которая предлагает распределения Стюдента, Максвелла, показательное, Релея, χ -квадрат, гамма, Вейбулла, нормальное, логарифмически нормальное, бета, равномерное и Лапла-

Таблица 1

Показатели	Тип элемента	Результаты группирования	Асимметрия a_3	Экцесс a_4	Критерии значимости		Закон распределения	Вероятность принятия гипотезы*	Параметры распределения	
					t_{a_3}	t_{a_4}			масштаба a	формы b
Предел прочности R , МПа	Цельный	I	-0,010	-0,69	-0,027	-0,975	Нормальный	0,57	36,68	7,36
	Клеевый	II	0,370	-0,57	0,900	-0,710	Логнормальный	0,69	23,27	0,00
Приведенное время до разрушения $T_{пр}$, с	Цельный	I	-0,033	1,18	-0,061	-1,134	χ^2 -кватрат	—	38,35	0,00
		II	-1,279	2,16	-2,326	2,035	Шарлье	—	36,96	6,96
	Клеевый	I	-0,030	-1,79	0,080	2,520	Равномерный	0,07	603,05	5 182,01
		II	1,040	-0,04	2,500	-0,060	Вейбулла	0,60	3 477,05	1,41
	Клеевый	I	-0,056	-1,82	-0,105	-1,757	Релея	0,06	2 376,80	0,00
		II	0,062	-0,79	0,116	-0,740	Максвелла	0,82	313,42	0,00

* При уровне значимости χ^2 -критерия 0,05.

Таблица 2

Показатели	Тип элемента	Результаты группирования	Статистические характеристики распределения					
			по нормальному закону			по логнормальному закону		
			$\bar{X}$	σ_X	X_H	X_P	X_H	X_P
Предел прочности R , МПа	Цельный	I	36,68	7,36	24,54	19,59	26,41	23,03
	Клеевый	II	29,09	7,36	16,95	11,94	19,18	16,10
Приведенное время до разрушения $T_{пр}$, с	Цельный	I	38,50	6,64	27,54	23,03	28,93	25,80
		II	28,98	6,97	19,84	16,10	21,73	20,18
	Клеевый	I	$2,9 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	—	—	—	—
		II	$2,9 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	—	—	—	—
	Клеевый	I	$2,9 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	—	—	—	—
		II	$5,0 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^5$	—	—	—	—

Примечание. $\bar{X}$ — среднее арифметическое; σ_X — среднее квадратичное отклонение; X_H и X_P — показатели прочности с доверительной вероятностью 0,95 и 0,99 соответственно.

са — Шарлье. Согласно опытного распределения с теоретическим оценивали по критерию χ^2 -Пирсона. Определяли основные статистические характеристики ряда, эмпирические частоты и функцию распределения, затем строили теоретические функции распределения и выби-

рали ту, которая лучше всех согласуется с эмпирическим законом распределения в соответствии с заданным критерием.

Результаты статистического анализа показателей механических свойств элементов выборок, испытанных по I и II режимам нагружения, приведены в табл. 1.

Для аппроксимации распределения предела длительной прочности цельных элементов, исследованных по I режиму нагружения, наиболее приемлем нормальный закон, а по II режиму — логарифмически нормальный, но не исключается и нормальный.

Распределения предела длительной прочности клееных элементов, прошедших испытания по I и II режимам нагружения, наиболее тесно аппроксимируются законом χ -квадрат и Шарлье соответственно. Так же, как и для цельных элементов, они не противоречат и нормальному закону.

Распределение приведенного времени нагружения цельных элементов для I и II режимов наиболее верно описывают законы равнотемперный и Вейбулла соответственно, клееных — законы Релея и Максвелла.

В табл. 2 приведены статистические показатели механических свойств элементов конструкций и приведенного времени нагружения, расчет которых выполнен в предположении, что их распределение соответствует нормальному, а также несимметричному логарифмически нормальному законам. Результаты обработки свидетельствуют, что применение несимметричного закона для аппроксимации показателей длительной прочности повышает уровень расчетного сопротивления в среднем на 5 и 15 % (соответственно для клееных и цельных) при испытаниях по I режиму нагружения и на 20 % — по II.

Таким образом, при нормировании расчетных характеристик прочности пиломатериалов для строительных конструкций следует исходить из обоснованного выбора теоретического распределения, аппроксимирующего эмпирический ряд показателей прочности, вид которого зависит, в частности, от приведенного времени действия нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 8486—86 (СТ СЭВ 2369—80). Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия.— Введ. 01.01.88 до 01.01.93.— М.: Изд-во стандартов, 1989.— 17 с.
[2]. Знаменский Е. М. Об учете характера и длительности действия нагрузок при нормировании расчетных сопротивлений древесины // Науч. тр. / ЦНИИСК.— М., 1981.— С. 5—21. [3]. Иванов Ю. М. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций.— М.: Стройиздат, 1981.— 63 с. [4]. ТУ 13-722—83. Доски конструкционные. Технические условия.— Архангельск: ЦНИИМОД.— 1983.

Поступила 12 февраля 1990 г.

УДК 630*812

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ БОЛОТНОГО КИПАРИСА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ

Л. Х. ЕЗИЕВ

Каршинский педагогический институт

Болотный кипарис естественно произрастает на юго-востоке Северной Америки. В Узбекистан его саженцы были привезены в 1882 г. Несмотря на давность интродукции, эта древесная порода до сих пор не получила широкого распространения. Наиболее крупная роща из 709 деревьев находится в Узунском лесхозе Сурхандарьинской области

УзССР [2]. Ограниченное распространение болотного кипариса можно объяснить прежде всего слабой изученностью вопросов его биологии, экологии и качества древесины. В известной нам отечественной и зарубежной литературе сведений о физико-механических свойствах древесины болотного кипариса почти нет. В работах Л. Ф. Правдина, А. А. Яценко-Хмелевского и В. Р. Матуна приведены лишь некоторые отдельные показатели качества древесины.

Для изучения физико-механических свойств древесины болотного кипариса осенью 1984 г. в Ботаническом саду АН УзССР были выбраны средние модельные деревья (возраст модели 34 года, высота 18 м, диаметр на высоте груди 38 см). Из каждого дерева согласно ГОСТ 16483.6—80 вырезали два кряжа длиной по 1,8 м: один на высоте груди, второй — под кроной.

Из каждого кряжа выпиливали сердцевинную доску толщиной 8 см, из которой изготавливали образцы (влажность 12 %) для испытания физико-механических свойств древесины.

При проведении испытаний определяли:

а) число годовичных слоев в 1 см и процент поздней древесины — с помощью измерительного микроскопа и масштабной линейки (ГОСТ 16483.18—78);

б) плотность древесины на образцах $20 \times 20 \times 30$ мм — стереометрическим методом (ГОСТ 16483.1—84);

в) прочность при статическом изгибе на образцах $20 \times 20 \times 300$ мм (ГОСТ 16483.3—84);

г) удельную работу при ударном изгибе — на маятниковом копре (ГОСТ 16483.4—73);

д) ударную твердость — на приборе, аналогичном прибору А. Х. Певцова (диаметр стального шарика 25 мм, вес 63,67 г, высота 500 мм).

Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Физико-механические свойства древесины болотного кипариса, произрастающего в Узбекистане

Показатели	<i>n</i>	<i>M</i>	$\pm \sigma$	$\pm m$	<i>V</i>	<i>P</i>
Число годовичных слоев в 1 см	50	3,0	0,22	0,027	2,7	1,1
Содержание поздней древесины, %	50	20	1,1	0,18	9,4	1,0
Плотность, кг/м ³	50	450	36	5,1	9,1	1,2
Коэффициент усушки, %:						
радиальной	50	0,35	0,32	0,005	8,5	1,2
тангентальной	50	0,51	0,05	0,007	9,0	1,1
объемной	50	0,55	0,06	0,008	9,2	1,3
Предел прочности, МПа:						
при сжатии вдоль волокон	70	33,0	1,7	0,21	5,3	0,8
при статическом изгибе	60	50,0	3,7	0,5	7,3	1,0
Удельная работа при ударном изгибе, н · м/см ²	60	1,8	0,14	0,02	8,5	1,0
Ударная радиальная твердость, гс · мм/мм ²	60	410	26	3,3	6,7	0,9

Примечание. Величины *V* и *P* даны в процентах.

Как видно из приведенных данных, на 1 см приходится 3 годовичных слоя при содержании поздней древесины 20 %, что свидетельствует о сравнительно быстром росте дерева. Такой же показатель наблюдается у можжевельника виргинского, растущего в условиях Узбекистана [5].

Основной показатель качества древесины — плотность. В. Р. Матун [7], тщательно изучив древесину болотного кипариса в естественных местопроизрастаниях, установил, что плотность его меняется от 300 до 600 кг/м³, в среднем равна 450 кг/м³. Наши данные полностью совпадают с этими результатами.

Коэффициент неравномерности усушки составляет 1,5. Это указывает на равномерное усыхание древесины болотного кипариса, устойчивость к короблению и сильному растрескиванию. В этом отношении

она одинакова с древесиной вяза приземистого и занимает промежуточное положение между орехом грецким (1,3) и дубом черешчатым (1,73). Сумма пределов прочности при статическом изгибе и сжатии вдоль волокон составляет 83 МПа, отношение их — 1,52, сопротивление ударному изгибу — $1,8 \text{ н} \cdot \text{м/см}^2$.

Таблица 2

Сравнение физико-механических свойств древесины болотного кипариса с другими видами сем. таксодиевых

Показатели	Болотный кипарис, 34 года	Секвойя-дендрон* в возрасте, лет		Секвойя вечнозеленая* в возрасте, лет		Метасеквойя*, 11 лет
		72	70	45	10	
Средняя ширина годичного слоя, см	0,33	0,70	0,50	0,25	1,10	0,60
Содержание поздней древесины, %	20	—	16	18	10,5	—
Плотность, кг/м ³	450	400	416	436	386	375
Предел прочности, МПа:						
при сжатии вдоль волокон	33,0	28,0	34,5	40,5	30,6	30,4
при статическом изгибе	50,0	69,8	52,6	60,5	61,8	55,5
Ударная вязкость при изгибе, н · м/см ²	1,8	2,3	2,3	$\frac{2,5}{1,7}$	2,8	—

* По данным Г. Д. Ярославцева [6].

Данные табл. 2 показывают, что плотность древесины 34-летнего болотного кипариса выше, чем у других пород: на 12,8 % для 72-летнего секвойядендрона, на 3,2 % для 45-летней и на 16,6 % для 10-летней секвойи, на 20 % для 11-летней метасеквойи. Исследованиями других авторов установлено [3, 4] увеличение плотности древесины с возрастом. Можно предположить, что древесина болотного кипариса того же возраста будет значительно тяжелее, чем у других представителей сем. таксодиевых.

Анализируя результаты, можно сказать, что физико-механические свойства древесины болотного кипариса не велики, но главным достоинством ее считается стойкость против гниения. Известно, что болотный кипарис в этом отношении не имеет себе равных среди хвойных пород, поэтому его древесину и называют «вечной». Известен случай, когда пролежавшая на земле 140 лет древесина болотного кипариса сохранилась настолько, что сделанную на ней надпись легко можно было прочесть. В прошлом коренные обитатели Северной Америки эту древесину использовали для захоронения вождей.

Древесину болотного кипариса применяют для столярных работ, изготовления панелей; благодаря биостойкости и долговечности применяют для легких бондарных изделий, чанов, баков, цистерн химических продуктов. Кроме того, она находит применение в строительстве общего назначения, в качестве кровельного гонта, материала для легких судов, изгородей и шпал, а также для сооружения теплиц, оранжерей, парников, где древесина испытывает попеременное увлажнение и высыхание. В этих условиях она остается стабильной, не коробится и не набухает. Используют ее и для изготовления мебели и отделочных работ. Особенно ценны стволы с неправильностями роста при производстве строганого шпона («ложный сатинэ» — faux satine).

К достоинствам древесины болотного кипариса относят ее красивый цвет, который варьируется от белого до красного и даже черного. По данным [7] в северных районах своего естественного ареала древесина болотного кипариса белого цвета, в южных регионах — темно-

красного. Деревья, произрастающие вдоль рек полуострова Флорида, отличаются древесиной янтарного или оранжево-коричневого цвета и известны как «желтый кипарис». Вдоль атлантического побережья преобладает «черный» кипарис, его древесина отличается высокой плотностью и способностью тонуть в воде. Как правило, древесину черного цвета в естественном ареале имеют деревья, произрастающие на глубоких болотах с кислыми почвами и на неплодородных почвах, где они растут очень медленно. В условиях Узбекистана она светлая с оранжевым оттенком.

Анализируя приведенные данные, можно отметить, что основные параметры качества древесины болотного кипариса, растущего в Узбекистане, почти одинаковы с показателями древесины этого вида из естественного ареала (Северная Америка). Коэффициент усушки (1,5) свидетельствует об устойчивости древесины к короблению и сильному растрескиванию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Древесные породы мира: Пер. с англ.—М.: Лесн. пром-сть, 1982. Т. 2.—352 с. [2]. Езиев Л. Х. Болотный кипарис и его культура в Узбекистане // Лесн. журн.—1985.—№ 2.—С. 114—116.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Мелехов И. С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств // Науч. тр. / Ин-т леса АН СССР.—1949.—Т. 4.—С. 11—20. [4]. Полубояринов О. И. Плотность древесины.—М.: Лесн. пром-сть, 1976.—160 с. [5]. Фузайлов Д. М. Древесина Узбекистана.—Ташкент: Фан, 1983.—132 с. [6]. Ярославцев Г. Д., Вишнякова Т. Н. Физико-механические свойства древесины метасеквойи, секвойи и секвойдендрона, выросших в СССР // Бюл. Никит. ботан. сада.—1978.—Вып. 1 (35).—С. 20—22. [7]. Mattoon W. R. The southern cypress // United states department of agriculture Bulletin.—Washington, 1915.—N 272.—P. 74.

Поступила 16 января 1990 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 66.063.61

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ
В РОТОРНО-СТАТОРНОМ АППАРАТЕ

А. В. КОРШАКОВ, А. О. НИКИФОРОВ, О. А. ТЕРЕНТЬЕВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Снижение потребления химических вспомогательных дисперсий в целлюлозно-бумажной промышленности, представляющих в основном проклеивающие, удерживающие составы, наполнители,— одно из направлений по экономии и рациональному использованию сырьевых, топливно-энергетических ресурсов.

Применение аппаратов роторно-статорного типа позволяет получать высокодисперсные и устойчивые гетерогенные жидкие системы, интенсифицировать ряд гидромеханических и массообменных процессов [8]. Однако отсутствие методов расчета конструкций такого типа сдерживает более широкое и эффективное их использование.

В настоящей работе предложена модель процесса эмульгирования в роторно-статорном аппарате [1], при решении которой определены геометрические параметры диспергирующей части аппарата, обеспечивающие оптимальные условия проведения процесса, и разработана новая конструкция насоса-диспергатора.

В качестве критерия оптимальности использовали функцию распределения капель дисперсной фазы по размерам $F(l)$ и находили максимум функции цели C на заданном интервале размеров капель $[l_1; l_2]$ [6]:

$$C = \int_{l_1}^{l_2} F(l) dl \Rightarrow \max. \quad (1)$$

Функцию распределения на выходе из аппарата определяли, с одной стороны, как зависящую от физико-химических свойств компонентов жидкой системы, и, с другой стороны, отражающую вероятностный характер эмульгирования, динамическое равновесие процессов дробления и коалесценции капель.

Для этого, основываясь на методологии системного анализа сложных физико-механических систем [6], процесс в аппарате рассматривали на микро- и макроуровнях.

С макропозиций сложность гидродинамической обстановки в роторно-статорном аппарате, отсутствие теоретических и экспериментальных данных о гидродинамике аппарата вынудили применить модельные представления о структуре потоков [4].

Тогда по отношению определяющего линейного размера L к пройденному потоком расстоянию S выделили три зоны в роторно-статорной конструкции (рис. 1): лопастное колесо — идеальное вытеснение ($S/L \gg 1$); объем радиального зазора между перфорированными кольцами ротора и статора и отвод корпуса — зоны идеального смешения ($S/L \sim 1$).

Микросостояние системы определили возникающими при вращении ротора мелкомасштабными пульсациями, приводящими к дроблению

капель дисперсной фазы за счет превышения разности динамических напоров, действующих на каплю, и сил межфазного натяжения.

Количество диссипируемой в объеме энергии, отнесенное к единице массы, ε_0 , согласно закону Колмогорова — Обухова, пропорционально изменению скорости потока в разных точках поверхности капли и для данного потока является величиной постоянной, которая может быть выражена через параметры крупномасштабного течения как отношение затрачиваемой мощности N к объему V [5].

Особенность конструкции роторно-статорного аппарата состоит в том, что подведенная к объему жидкости мощность затрачивается на обеспечение движения жидкости и создание напора (насосный эффект) $N_{\text{нас}}$ и на турбулизацию потока $N_{\text{тур}}$ (пренебрегаем тепловыми потерями). Для принятой зонной модели аппарата количество энергии, передаваемое от зоны к зоне, остается постоянным. Приняв насосный эффект каждой i -й зоны неизменным (без учета гидравлических потерь), выразили ε_{0i} :

$$\varepsilon_{0i} = \frac{N_{\text{тур}}}{V_i}. \quad (2)$$

Справедливость такого подхода подтверждена экспериментальными исследованиями в аппарате с мешалкой: средние значения энергий диссипации в районе мешалки и для всего аппарата обратно пропорциональны их объемам [5].

Из условия динамического равновесия процессов дробления и коалесценции получили уравнения материального баланса капель дисперсии для гидродинамических зон аппарата

$$\begin{aligned} \int_0^{V_i} \text{div} [F_i(l) v_i(l)] = & -A_i(l) F_i(l) + \int_l^{L_k} A_i(l) B_i(l, \gamma) F_i(\gamma) d\gamma + \\ & + \int_0^l K_i(\mu) L_i(\mu) F_i(\mu) F_i([l^3 - \mu^3]^{1/3}) d\mu - K_i(l) L_i(l) F_i(l), \end{aligned} \quad (3)$$

где

$v_i(l)$ — скорость капли размером l ;

$A_i(l)$ — вероятность дробления капли размером l ;

$B_i(l, \gamma)$ — плотность распределения вероятности образования капли размером l при дроблении капли размером γ ;

$L_i(\mu), L_i(l)$ — вероятности слияния капель размером μ и l ;

$K_i(\mu), K_i(l)$ — вероятности столкновения капель размеров μ и l ;

μ, γ — размеры капель ($0 < \mu < l, l < \gamma < L_k$);

$F_i(\mu), F_i(l), F_i(\gamma)$ — функции распределения капель размерами μ, l и γ .

Плотность распределения вероятности $B_i(l, \gamma)$ характеризовали гамма-распределением, принимая, что разрушение капли происходит на две (равного объема).

Для функции $L_i(l), K_i(l)$ учитывали только парные взаимодействия [10].

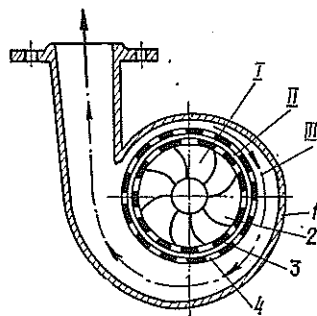


Рис. 1. Схема роторно-статорного аппарата: 1 — корпус; 2 — лопастное колесо; 3, 4 — перфорированные кольца; I, II, III — зоны соответственно лопастного колеса, радиального зазора и отвода корпуса

За основу вероятности дробления $A_i(l)$ брали экспоненциальную зависимость [9]

$$A_i(l) = C_1 \frac{\varepsilon_{0l}^{1/3}}{l^{2/3}(1+\Phi)} \exp\left(-C_2 \frac{\sigma(1+\Phi)^2}{\rho \varepsilon_{0l}^{2/3} l^{5/3}}\right), \quad (4)$$

где Φ — объемное соотношение фаз;
 ρ — плотность дисперсионной среды;
 σ — межфазное натяжение;
 C_1, C_2 — постоянные.

Выражение (4) справедливо для условий изотропной турбулентности в локальном объеме. Однако в нем не учтено различие характеристик пульсаций скорости потока в зонах аппарата. Для оценки турбулентных воздействий потока на каплю использовали величину периода пульсаций. Отношение периода пульсаций масштаба λ_0 — минимального, при котором происходит дробление, к периоду пульсаций масштаба $\lambda = l_{min}$ (l_{min} — теоретически минимальный диаметр капли в турбулентном потоке [7]) вводили в выражение (4) как дополнительный множитель K :

$$K \approx \frac{\sigma^2}{\sigma_{0l}^{1/2} \rho^2 \nu^{5/2}}. \quad (5)$$

Здесь ν — кинематический коэффициент вязкости.

Решение уравнения (1) нашли при последовательном расчете функции $F_i(l)$ для каждой зоны роторно-статорного аппарата методом нелинейного программирования.

Расчет проводили для системы конденсаторное масло — вода ($\sigma = 21,8 \cdot 10^{-3}$ Н/м; $\mu = 35,5 \cdot 10^{-3}$ Па·с; $\Phi = 0,02$) и аппарата с диаметром лопастного колеса $D = 0,138$ м, толщиной перфорированных колец ротора и статора $m = 0,003$ м, радиальным зазором $\delta = 0,001$ м при частоте вращения ротора $n = 50$ с $^{-1}$.

Максимальный выход фракции в интервале размеров от 2 до 4 мкм (согласно уравнению (1) $C = 0,61$) достигается при числе прорезей ротора и статора $z = 60$, ширине прорезей ротора и статора 0,003 и 0,004 м соответственно.

Расчетные значения экспериментально проверяли на опытном аппарате, геометрические параметры диспергирующей части которого соответствовали принятым в модели.

Для исследования структуры потоков в аппарате использовали метод кривых отклика, а для дисперсионного анализа эмульсии на выходе из аппарата — метод светорассеяния под малыми углами. Сравнение расчетных и экспериментальных значений функции $F(l)$ представлено на рис. 2.

Подтверждена справедливость зонной модели и доказана ее адекватность процессу в аппарате по критерию ω^2 [3]: уровень значимости результатов во всех опытах не меньше критического значения 0,1.

Проводили моделирование процесса эмульгирования в роторно-статорном аппарате. Установлено, что наилучший режим диспергирования достигается в четырехзонном аппарате, где две зоны являются зонами интенсивных пульсаций потока (пространство между вращающимися и неподвижными перфорированными кольцами). Это дало возможность разработать новую роторно-статорную конструкцию насоса-диспергатора [2] и внедрить на Кзыл-Ординском ЦКЗ в технологии приготовления канифоля для гидрофобизации тарного картона.

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что обработка проклеиваемого состава в насосе-диспергаторе повышает его однородность в среднем на 30 % при уменьшении среднего диаметра частиц канифоли в среднем на 20 % (рис. 3). Отметим, что аппарат прост в обслуживании и надежен в работе.

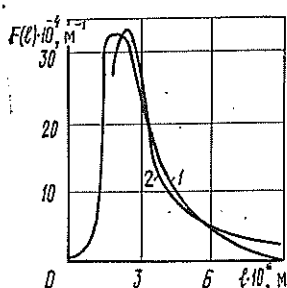


Рис. 2. Функция распределения капель дисперсной фазы по размерам: 1 — расчетная; 2 — экспериментальная

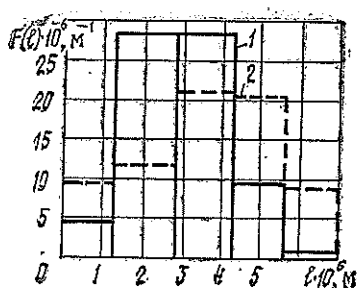


Рис. 3. Гистограмма дисперсионного состава клея: 1 — по существующей технологии; 2 — с насосом-диспергатором

За счет увеличения кроющей поверхности полученной дисперсии достигнуто снижение расхода клея в среднем на 7 %, что дает экономический эффект около 41 тыс. рублей.

Представленная модель процесса эмульгирования в аппарате может быть использована для решения задач оптимизации и моделирования физико-механических процессов получения дисперсий в роторно-статорном аппарате.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 773311 СССР, МКИ F 04 D 1/00; F 04 D 7/04. Центробежный насос для перекачивания и диспергирования жидкостей / Ю. И. Авербух, Н. М. Костин, А. О. Никифоров, Ю. А. Крылатов. (СССР).— 2723602/25—06; Заявлено 13.02.79; Оpubл. 23.10.80, Бюл. № 39 // Открытия. Изобретения.— 1980.— № 39.— С. 159. [2]. А. с. 1418491 СССР, МКИ F 04 D 1/00; F 04 D 7/04; B 01 F 7/04. Центробежный насос-диспергатор / А. В. Коршаков, Ю. И. Авербух, Н. М. Костин, А. О. Никифоров. (СССР). 4200778/25—06; Заявлено 25.02.87; Оpubл. 25.08.88, Бюл. № 31 // Открытия. Изобретения.— 1988.— № 31.— С. 152. [3]. Большов Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики.— М.: Наука, 1965.— 416 с. [4]. Бояринов А. И., Кафаров В. В. Методы оптимизации в химической технологии.— М.: Химия, 1975.— 575 с. [5]. Брагинский Л. Н., Бегачев В. И., Барабаш В. М. Перемешивание в жидких средах.— Л.: Химия, 1984.— 336 с. [6]. Кафаров В. В., Дорохов Н. Н., Арутюнов С. Ю. Системный анализ процессов химической технологии.— М.: Наука, 1985.— 440 с. [7]. Левич В. Г. Физико-химическая гидродинамика.— М.: Физматгиз, 1959.— 700 с. [8]. Применение роторных аппаратов в технологии приготовления проклеивающих составов / Ю. И. Авербух, А. О. Никифоров, Н. М. Костин, А. В. Коршаков // Целлюлоза, бумага и картон: Экспресс-информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1988.— № 4.— С. 2—16. [9]. Coulaloglou C. A., Tavlartides L. L. Discription of interaction processes in agitated liquid-liquid dispersions // Chem. Eng. Sci.—1977.—Vol. 32.—P. 1289—1298. [10]. Hsia M. A., Tavlarides L. L. A simulation model for homogeneous dispersions in stirred tanks // Chem. Eng. J.—1980.—Vol. 20, N 3.—P. 225—236.

Поступила 12 июня 1990 г.

УДК 630*864

ГЕЛЬ-ХРОМАТОГРАФИЯ ЛИГНИНОВ НА СЕФАДЕКСЕ

О. М. СОКОЛОВ, Н. Д. БАБИКОВА, Г. Г. КОЧЕРГИНА,
Е. Н. КОРОВОВА, А. В. ФЕСЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

В целях оценки точности и достоверности методики определения молекулярных масс (ММ) и молекулярно-массовых распределений (ММР) щелочных сульфатных лигнинов (СЛ) и лигносульфонатов

(ЛС) методом гель-хроматографии исследована взаимосвязь условий фракционирования [2, 3] и способности разделения этих препаратов по ММ. В качестве геля использовали сефадекс G-75. Фракционирование проводили пропусканием 1 мл раствора, содержащего не более 1 % лигнина, на колонках свободного протекания диаметром 17,5 мм и с высотой слоя геля 390 мм. Элюирование щелочных лигнинов вели в диметилсульфоксиде (ДМСО), а ЛС — в водном растворе электролита состава: 1 М NaCl + 0,0546 М NaH₂PO₄ + 0,018 М NaOH.

Прямым доказательством того, что хроматограмма правильно отражает ММР полимера, является соответствие удерживаемых объемов фракций полимера после повторного хроматографирования с объемами, при которых они были отобраны в первичном фракционировании. На рис. 1, 2 представлены гель-хроматограммы СЛ, ЛС и их фракций (здесь и далее I—V — фракции препаративного, первичного разделения, а 1—5 — аналитического, повторного разделения). Отклонения удерживаемых объемов при повторном элюировании невелики. Средние относительные отклонения коэффициента распределения фракций (K_{av}) первого и второго хроматографирования СЛ и ЛС составили 10 %. Следовательно, разделение этих лигнинов при фракционировании идет в основном по ММ.

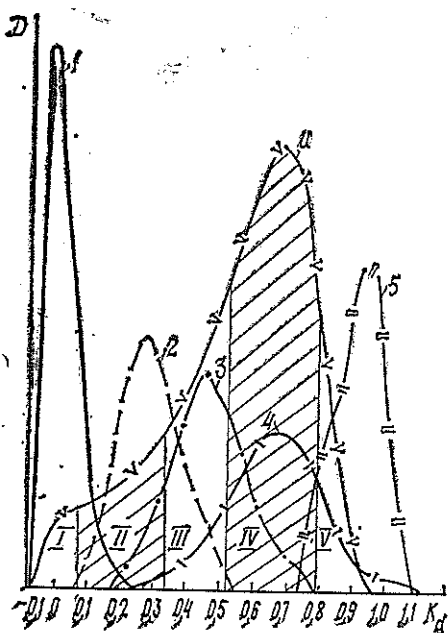


Рис. 1. Гель-хроматограммы сульфатного лигнина (*u*) и его фракций (I—V), полученные на сефадексе G-75 в ДМСО

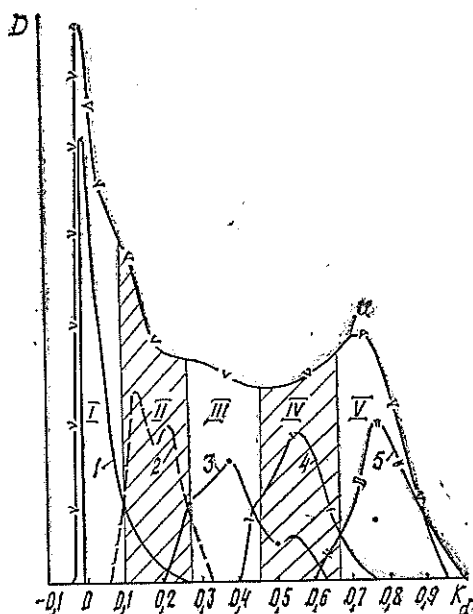


Рис. 2. Гель-хроматограммы лигносульфоната (*u*) и его фракций (I—V), полученные на сефадексе G-75 в водном растворе электролита

Способность гель-хроматографии разделять препараты лигнина по ММ подтверждена сравнением значений среднемассовых молекулярных масс ($\bar{M}_w$), рассчитанных по гель-хроматограммам и найденных методом неуставившегося равновесия на ультрацентрифуге [4, 5]. На рис. 3 представлены гель-хроматограммы исходного образца ЛС и его фракций на сефадексе G-75. Элюент — водный раствор электролита. По зависимости $K_d \approx f(M)$ для этих образцов рассчитаны $\bar{M}_w$

[1, 5]. В табл. 1 эти значения сравниваются с $\bar{M}_w$ этих же образцов, определенными на ультрацентрифуге.

Среднее относительное отклонение для $\bar{M}_w$, определенных этими методами, составляет 7,8 %.

Результаты показывают, что разделение лигнинов при фракционировании идет в основном по ММ.

На поведение лигнинов при гель-хроматографии в ДМСО влияют полиэлектролитные эффекты, которые подавляются в определенной степени введением электролитов. Нами исследовано влияние низкомолекулярных добавок на качество фракционирования СЛ в ДМСО при гель-хроматографии на сефадексе G-75. В элюент вводили добавки: тетрагидрофуран (ТГФ), хлористый литий (LiCl), ортофосфорная кислота (H_3PO_4), метиловый спирт (CH_3OH).

На рис. 4 показаны кривые препаративного и аналитического разделения сульфатного лигнина в ДМСО с добавками (1 % ТГФ + 0,01 М LiCl), а на рис. 5 — в ДМСО с добавками (1 % ТГФ + 0,01 М LiCl + 0,01 М H_3PO_4). Для аналитического фракционирования лигнин из растворов не выделяли. Кривые аналитического фракционирования унимодальны и расположены в области отбора фракций при препаративном фракционировании. Следовательно, разделение как в ДМСО, так и в ДМСО с низкомолекулярными добавками идет по молекулярным массам, т. е. в принятых условиях добавки не мешают определению ММ.

По данным гель-хроматографии [5] на сефадексе G-75 для выделенных фракций СЛ определены среднемассовые коэффициенты распределения (K_w), а методом неустановившегося равновесия на ультрацентрифуге MOM-3170 — среднемассовые молекулярные массы (табл. 2).

С использованием итерационного метода [1] рассчитаны постоянные в уравнении, связывающем молекулярные массы и коэффициенты распределения для сульфатного лигнина:

$$K_d^{1/3} = 1,2125 - 0,39665 \cdot 10^{-2} M^{1/2};$$

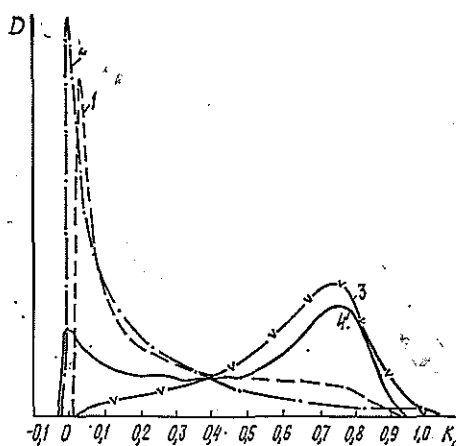


Рис. 3. Гель-хроматограммы лигносульфонатов натрия (1—4), полученные на сефадексе G-75 в водном растворе электролита

Таблица 1
Сравнение значений
среднемассовых молекулярных
масс

Среднемассовые молекулярные массы, определенные	
на ультрацентрифуге	по гель-хроматограммам
46 500	44 900
67 000	73 900
13 000	12 290
30 000	33 600

Таблица 2
Среднемассовые коэффициенты
распределения при
гель-хроматографии в различных
растворителях и $\bar{M}_w$ фракций
сульфатного лигнина

Среднемассовая молекулярная масса	Среднемассовый коэффициент распределения	
	ДМСО	ДМСО с добавками*
55 650	0,126	0,133
52 800	0,128	0,148
27 800	0,225	0,213
12 690	0,621	0,613
11 950	0,390	0,386
11 950	0,508	0,542
9 250	0,691	0,688
5 650	0,792	0,799
4 090	0,876	0,843

* Используемые добавки: 1 % CH_3OH + 0,03 М LiCl + 0,03 М H_3PO_4 .

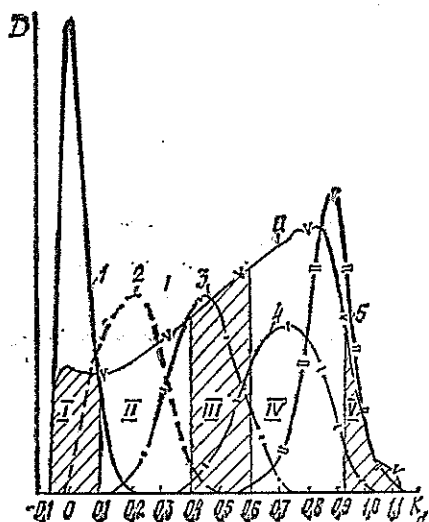


Рис. 4. Гель-хроматограммы сульфатного лигнина (u) и его фракций (I—V), полученные на сефадексе G-75 в ДМСО с добавками (1 % ТГФ + 0,01 М LiCl)

в ДМСО с добавками

$$K_d^{1/3} = 1,1715 - 0,3566 \cdot 10^{-2} M^{1/2}.$$

Данные уравнения справедливы в пределах молекулярных масс 2000 ... 100 000. Относительная ошибка определения молекулярных масс по данным фракционирования в ДМСО составляет 9,4 %, в ДМСО

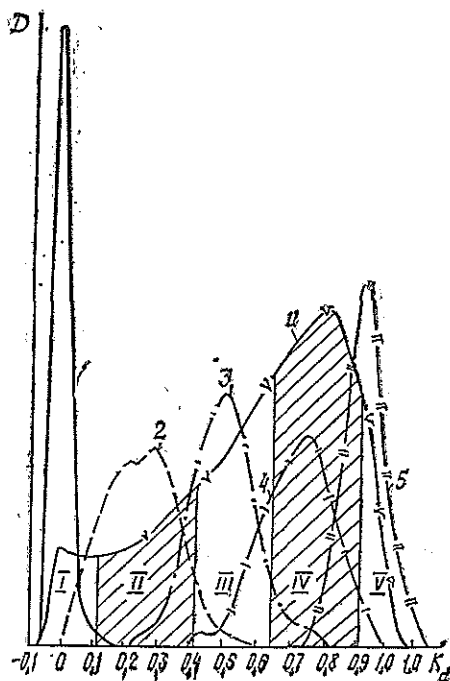


Рис. 5. Гель-хроматограммы сульфатного лигнина (u) и его фракций (I—V), полученные на сефадексе G-75 в ДМСО с добавками (1 % ТГФ + 0,01 М LiCl + 0,01 М H_3PO_4)

с низкомолекулярными добавками — 10,6 %. Таким образом, метод гель-хроматографии позволяет определять молекулярные массы СЛ как в ДМСО, так и в ДМСО с добавками с приблизительно одинаковой погрешностью.

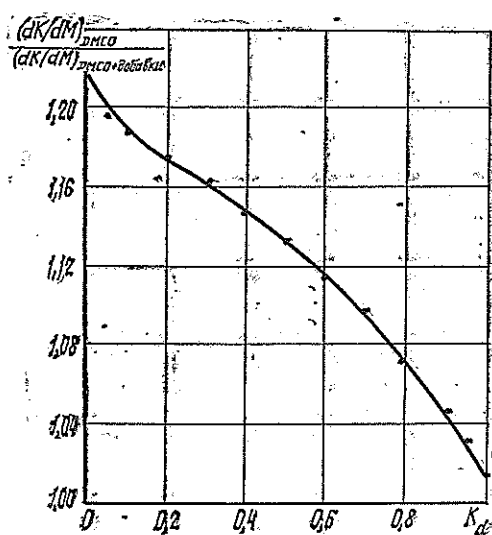


Рис. 6. График зависимости $(dK/dM)_{\text{ДМСО}} / (dK/dM)_{\text{ДМСО+добавки}}$ от коэффициента распределения K_d

Для сравнения чувствительности метода гель-хроматографии к разделению по молекулярным массам были проанализированы установленные зависимости $K_d \approx f(M)$. Построен график зависимости

$(dK/dM)_{\text{ДМСО}} / (dK/dM)_{\text{ДМСО} + \text{добавки}}$ от K_d (рис. 6), отражающий относительную чувствительность метода к разделению по молекулярным массам сульфатного лигнина в ДМСО и в ДМСО с добавками. Отношение $(dK/dM)_{\text{ДМСО}} / (dK/dM)_{\text{ДМСО} + \text{добавки}}$ во всем диапазоне K_d больше единицы. Следовательно, чувствительность разделения по молекулярным массам (чувствительность метода) при фракционировании СЛ хвойной древесины в ДМСО выше на 4...20 %, чем в ДМСО с добавками. Из рис. 6 видно, что чем больше ММ (и меньше K_d), тем выше относительная чувствительность метода к разделению по ММ сульфатного лигнина в ДМСО по сравнению с ДМСО + добавки.

Исследовано влияние функциональных групп на форму гель-хроматограмм. Хроматограммы СЛ и его модифицированных производных (МСЛ), полученных метилированием и омылением, отличаются тем, что в метилированных сульфатных лигнинах появляются пики в высокомолекулярной области гель-хроматограмм и уменьшаются среднемассовые коэффициенты распределения.

Таблица 3

Среднемассовый коэффициент распределения при гель-хроматографии сульфатного лигнина и его модификаций в различных элюентах

Образец сульфатного лигнина	Количество меток-сильных групп, %	Среднемассовый коэффициент распределения K_w		Относительное отклонение K_w , %		
		в ДМСО	в ДМСО с добавками*	в ДМСО с добавками по отношению к ДМСО	МСЛ от исходного СЛ	
					в ДМСО	в ДМСО с добавками*
Исходный	12,7	0,528	0,620	+17,4	—	—
Модифицированный:						
метилированный эквивалентным количеством диазометана	17,3	0,351	0,419	+19,4	—33,5	—32,4
то же, омыленный	—	0,472	0,523	+10,8	—10,6	—15,6
метилированный полуэквивалентным количеством диазометана	14,4	0,341	0,398	+16,7	—35,4	—35,8
то же омыленный	—	0,405	0,486	+20,0	—23,3	—21,6

* Используемые добавки: 1 % ТГФ + 0,01 М H_3PO_4 + 0,01 М LiCl.

Как показывают данные табл. 3, при гель-хроматографии лигнинов в ДМСО с низкомолекулярными добавками увеличиваются объемы выхода, в результате чего среднемассовый коэффициент распределения увеличивается в среднем на 17 %. Отклонение K_w модифицированных лигнинов от исходного СЛ в ДМСО и в ДМСО с добавками практически одинаково. Следовательно, введение изученных низкомолекулярных добавок не позволяет устранить отличие в гель-хроматограммах исходного СЛ и его модифицированных образцов в исследуемых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Методика пересчета кривых гель-хроматографии в истинные кривые МВР / О. М. Соколов, Н. Д. Бабинова, Б. Д. Богомолов, Г. Г. Кочергина // Хроматографический анализ в химии древесины.— Рига, 1975.— С. 68—73. [2]. Фракционирование щелочных лигнинов на сефадексе / Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов, Г. Г. Кочергина, И. И. Рудакова // Современные методы исследования в химии лигнина.— Архангельск, 1970.— С. 41—45. [3]. Соколов О. М., Богомолов Б. Д., Попова В. Л. Выбор условий фракционирования лигносульфонатов на сефадексе и определения их молекулярных масс на ультрацентрифуге // Химия древесины.— 1977.— № 5.—

С. 64—67. [4]. Соколов О. М., Бабилова Н. Д., Попова В. Л. Определение молекулярной массы лигносульфонатов методом неустойчивого равновесия на ультрацентрифуге // Химия древесины.— 1977.— № 5.— С. 68—72. [5]. Установление зависимости между молекулярным весом и коэффициентом распределения гель-хроматографии с учетом полидисперсности эталонных образцов / О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Н. Д. Бабилова, Г. Г. Кочергина, А. В. Фесенко // Хроматографический анализ в химии древесины.— Рига, 1975.— С. 74—78.

Поступила 13 февраля 1990 г.

УДК 547.458.223.342

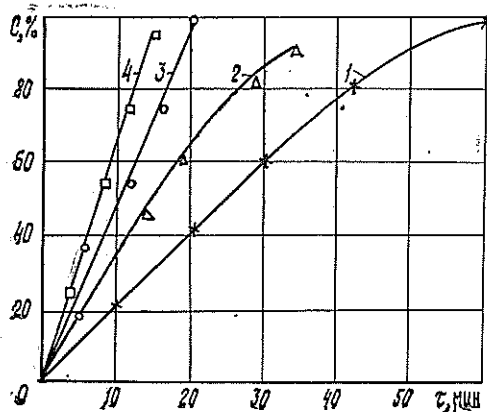
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА СКОРОСТЬ ЩЕЛОЧНОГО СОЛЬВОЛИЗА ЦЕЛЛОБИОЗЫ

Э.-М. БЕННАСЕР, М. Ф. КИРЮШИНА, М. Я. ЗАРУБИН

Ленинградская лесотехническая академия

Современный интерес к использованию органических растворителей для получения целлюлозы из древесины в значительной степени вызван сложной экологической ситуацией в мире. Имеется большое количество сообщений об успешной делигнификации древесины щелочным способом в среде водных органических растворителей. Однако вопрос изучен недостаточно полно. Задача представленной работы состояла в том, чтобы показать на примере целлобиозы, выбранной в качестве модели восстанавливающего звена целлюлозной цепи, как протекает щелочное расщепление гликозидной связи в содержащих воду органических растворителях разной природы.

В предыдущей статье [2] был сделан вывод о расщеплении целлобиозы в щелочной среде преимущественно по механизму β -алкоксииминирования (peeling) [7, 8]. В водных растворах без органических растворителей этот процесс при концентрации NaOH 0,5 моль/л и температуре 50 °С почти полностью завершается через 60 мин. Сравнение результатов обработки целлобиозы в аналогичных условиях, но в системах спирт — вода (1 : 1), диоксан — вода (3 : 7), ДМСО — вода (3 : 7) при объемном соотношении компонентов показывает, что деградация целлобиозы проходит в присутствии органических растворителей намного быстрее, все кинетические кривые расщепления лежат выше (см. рисунок). Вероятно, это связано с тем, что все перечисленные



Изменение степени расщепления целлобиозы C от времени нагревания в 0,5 М растворах гидроксида натрия с растворителями: 1 — вода; 2 — спирт — вода; 3 — диоксан — вода; 4 — ДМСО — вода

системы имеют более высокую основность (В) по сравнению с водой (см. таблицу), благодаря чему увеличивается реакционная способность гидроксидного аниона и возрастает возможность отрыва β -алкоксии-

Энергии активации и константы скоростей расщепления
(k) гликозидной связи в целлобиозе
при щелочном сольволизе

Реагенты	Энергия активации, кДж/моль	$k \cdot 10^3$, мин ⁻¹ , при температуре, °C	
		50	35

Вода ($\epsilon = 80,0$; $B = 156,0$)

NaOH	32	50,3	27,9
NaOH + NaF	32	50,3	27,8
NaOH + AX	22	63,2	47,7
NaOH + NaJ	36	42,9	22,0
NaOH + Na ₂ S	24	56,4	36,5
NaOH + Alk ₃ P, (Ar ₃ P)	32	50,3	27,9

Метанол — вода ($\epsilon = 65,4$; $B = 175,0$); этанол — вода
($\epsilon = 66,8$; $B = 179,6$)

NaOH	25	65,8	41,2
NaOH + NaF	25	65,8	41,2
NaOH + AX	29	30,0	17,7
NaOH + NaJ	28	39,6	23,6
NaOH + Na ₂ S	28	39,6	23,4
NaOH + Alk ₃ P, (Ar ₃ P)	25	65,8	41,2

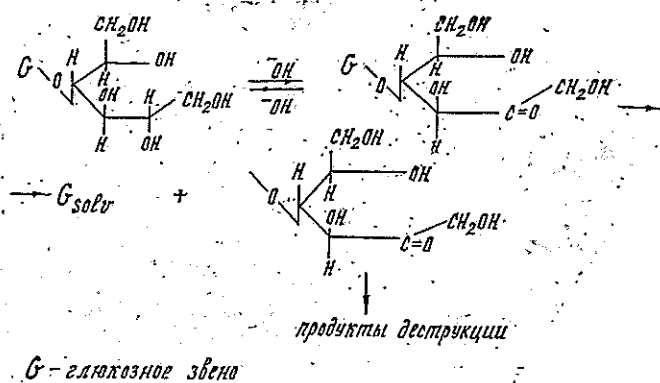
Диоксан — вода ($\epsilon = 73,0$; $B = 162,7$)

NaOH	8	175,4	151,4
NaOH + NaF	8	175,4	151,4
NaOH + AX	12	49,5	39,7
NaOH + NaJ	8	175,4	11,4
NaOH + Na ₂ S	10	76,8	63,8
NaOH + Alk ₃ P, (Ar ₃ P)	8	175,4	151,4

ДМСО — вода ($\epsilon = 77,0$; $B = 176,2$)

NaOH	4	168,4	155,2
NaOH + NaF	4	168,4	155,2
NaOH + AX	9	76,8	64,3
NaOH + NaJ	4	168,4	155,2
NaOH + Na ₂ S	7	119,9	104,4
NaOH + Alk ₃ P, (Ar ₃ P)	4	168,4	155,2

группы при C₄ восстанавливающего звена как вследствие более активной атаки ионом OH^- , так и лучшей сольватации уходящей группы:



Диссоциации 1,4-β-гликозидной связи в целлобиозе способствует и более высокая диэлектрическая проницаемость ϵ системы. Так при практически равной основности систем спирт — вода и ДМСО — вода (175 и 176 соответственно), в системе спирт — вода скорость диссоциа-

ции во много раз ниже, чем в ДМСО — вода. Первая из названных имеет расчетную диэлектрическую проницаемость 65,4 (метанол — вода) — 66,8 (этанол — вода), вторая — 77. Можно было бы, конечно, такое влияние ДМСО отнести также к участию в реакции активного нуклеофила димсил-аниона [1, 6] или способности ДМСО окислять при подходящих условиях спирты [4]. Однако мы склонны считать, что в данном случае сказывается очень сильный сольватирующий эффект растворителя. Это в какой-то мере подтверждает очень высокая скорость деградации целлобиозы в системе диоксан — вода, в которой нет генератора димсил-аниона, а диоксан не является окислителем.

Сольватационные свойства среды влияют на термодинамику реакций [3]. Расчет энергии активации разрыва 1,4-β-гликозидной связи в целлобиозе, сделанный исходя из средних значений констант скоростей при 35 и 50 °C [5], показывает, что диоксан и ДМСО очень сильно ее понижают.

Известно, что при обработке сахаридов водной щелочью наряду с β-алкоксиотщеплением и другими видами расщепления имеет место стабилизация β-0-связи благодаря образованию звена со структурой метасахариновой кислоты. Однако отмечено [8], что этот процесс идет медленнее, чем отрыв глюкозного звена, энергия активации реакции деполимеризации и стабилизации 100 и 134 кДж/моль соответственно.

На целлобиозе в водных растворах NaOH стабилизацию трудно зафиксировать [7]. Обычно этот процесс пытаются активизировать искусственно, чаще всего окисляя (восстанавливая) альдегидные концевые группы или превращая их в метилглюкозидные, ангидридные и тиольные [7, 8].

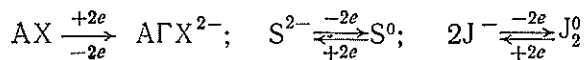
В последние годы для повышения выхода целлюлозы применяют антрахинон (АХ), который, как полагают, стабилизирует целлюлозу, окисляя концевое звено с глюкозидным центром до звена со структурой альдоновой кислоты [9].

Нами были проверены эффекты добавок АХ, Na₂S, NaJ, фосфинов (AlH₃P, Ag₃P), с концентрацией 0,016 моль/л в водных растворах гидроксида натрия (0,484 моль/л). Для сравнения представлены (см. таблицу) результаты по водным растворам NaOH (0,5 моль/л) без добавок.

Методика эксперимента приведена в статье [2]. Так как концентрация целлобиозы во много раз превышала концентрацию гидроксида натрия был принят псевдопервый кинетический порядок реакции. Константы скорости рассчитывали соответственно этому порядку по изменению концентрации исходной модели в реакционной смеси за определенный интервал времени [5].

В водно-органических системах NaF и фосфины практически не оказывали влияния, остальные проявляли эффект стабилизации. В воде процесс деполимеризации идет очень быстро, в первые 15 минут при 50 °C константа скорости равна $88,6 \cdot 10^{-3}$ и $88,2 \cdot 10^{-3}$ мин⁻¹ при наличии в реакционной смеси соответственно АХ и Na₂S, затем наступает торможение ($38,2 \cdot 10^{-3}$ и $2,6 \cdot 10^{-3}$) [2]. Из-за высокой скорости процесса разрушения в начале реакции среднее значение константы скорости в воде с добавками АХ и Na₂S выше, чем без них.

В системах, содержащих органические растворители, влияние АХ и Na₂S, а также NaJ на стабилизацию даже в начале процесса более ощутимо: скорости разрыва связи заметно снижаются и энергия активации возрастает. Видимо, более активно проявляют себя редокс-системы (АГХ — антрагидрохинон):



В целом же эффект влияния растворителей на расщепление связи за счет повышения реакционной способности гидроксид-аниона и сольватации в месте разрыва 4- β -алкоксисвязи настолько велик, что затрудняет картину стабилизации. Для ее достижения необходим тщательный подбор как реагентов, так и условий реакции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беннасер Э.-М., Кирюшина М. Ф., Зарубин М. Я. Влияние жестких и мягких оснований и систем органических растворителей на скорость расщепления фенил- β -D-гликозидной связи // *Химия древесины*.—1987.—№ 2.—С. 52—55.
[2]. Беннасер Э.-М., Кирюшина М. Ф., Зарубин М. Я. Влияние природы оснований на скорость расщепления гликозидной связи в целлюлозе // *Химия древесины*.—1988.—№ 4.—С. 70—73. [3]. Крестов Г. А. Термодинамика ионных процессов в растворах.—Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1984.—272 с. [4]. Марч Дж. *Органическая химия*. Т. 4. / Пер. с англ.; Под ред. И. П. Белецкой.—М.: Мир, 1987.—469 с. [5]. Панченков Т. М., Лебедев В. П. *Химическая кинетика и катализ*.—М.: Химия, 1985.—588 с. [6]. Физер Л., Физер М. *Реагенты для органического синтеза*. Т. 1. / Пер. с англ.; Под ред. И. Л. Кнуньянца.—М.: Мир, 1970.—446 с. [7]. *Химия древесины* / Пер. с фин.; Под ред. В. Йенсена.—М.: Лесн. пром-сть, 1982.—399 с. [8]. *Целлюлоза и ее производные*. Т. 2. / Пер. с англ.; Под ред. Н. Байклза и Л. Сегала.—М.: Мир, 1974.—510 с. [9]. Lindénfors S. Additives in alkaline pulping—what reduces what? // *Svensk papperstidn.*—1980, a. 83.—N 6.—S. 165—173.

Поступила 20 февраля 1990 г.

УДК 674.815

МОДИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЬНОПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

И. А. ГАМОВА, В. Д. СИДОРЕНКО, М. В. НОСОВА, А. А. ЭЛЬБЕРТ

Ленинградская лесотехническая академия

Совершенствование методов переработки древесины осуществляется в направлении увеличения полезного выхода изделий и изготовления из нее новых материалов. Один из путей переработки отходов — это производство цельнопрессованных изделий из измельченной древесины, в частности, бруса.

Брус представляет собой трубчатое изделие бесконечной длины, получаемое на винтовых прессах [1, 2]. Особенностью его изготовления является то, что прогрев и деформирование древесноклеевой композиции (ДКК) осуществляют в неподвижном сужающемся канале при непрерывном равномерном передвижении массы. Последняя увлекается движущимся винтом, что и обеспечивает ее упрессовку между частями направляющих.

Получаемый из отходов деревообрабатывающих производств трубчатый брус заменяет брус из цельной древесины. Однако опыт промышленного производства свидетельствует о том, что для выпуска качественных изделий необходимо совершенствовать технологию и более рационально выбирать состав ДКК.

Цель данной работы — разработать метод модификации древесного наполнителя, повышающего его пластичность и реакционную способность. Нами использована обработка древесных частиц осины и сосны насыщенным паром в автоклаве в течение 1 ч при температуре 120, 140 и 160 °С. Подготовленный таким образом наполнитель подвергали химическому анализу и применяли для изготовления ДКК.

Данные, приведенные в табл. 1* свидетельствуют о том, что наибольшие изменения при гидротермической обработке (ГТО) претерпевает легкогидролизуемая часть древесного комплекса. Количество ве-

* В табл. 1—3 в числителе данные для древесины осины; в знаменателе — для сосны.

Таблица 1

Результаты химического анализа древесины после ГТО

Вид обработки	Определяемые вещества, %					
	Экстра- гируе- мые этн- ловым эфиром	Раство- римые в горячей воде	Редуци- рующие	Легко- гидроли- зуемые полиса- хариды	Лигнин	Цел- люлоза
Без обработки	1,38	3,82	0,40	15,45	27,75	44,20
ГТО при температуре, °C:	2,68	3,63	0,41	15,20	29,79	41,25
140	1,06	8,80	0,36	14,76	29,95	42,77
	2,57	5,51	0,38	14,49	31,38	40,49
160	—	—	—	—	—	—
	2,49	11,46	0,35	12,66	32,59	38,71

ществ, растворимых в горячей воде, возрастает от 3,63 до 11,46 % для древесины сосны и от 3,82 до 8,80 % для осины. Содержание целлюлозы незначительно снижается, а лигнина — увеличивается. Таким образом, в результате отщепления летучих органических кислот создаются условия для протекания гидролитических процессов, приводящих к накоплению низкомолекулярных веществ, снижению жесткости структурных элементов древесины из-за разрушения лигнинуглеводных связей.

О повышении пластичности древесного наполнителя свидетельствуют термомеханические кривые его после ГТО.

Используя модифицированный наполнитель, изготовили композиции с массовой долей карбамидоформальдегидного олигомера (КФО) 15 %. Стандартные образцы пластиков получены при температуре 150 °C, удельном давлении 10 МПа и продолжительности прессования 1 мин на мм готового изделия.

Таблица 2

Влияние температуры ГТО древесины на показатели физико-механических свойств изделий из ДКК

Условия обработки			Показатели		
Вид обработки	Темпе- ратура, °C	Влаж- ность ДКК, %	Плотность, кг/м³	Разрушаю- щее напря- жение при статиче- ском изги- бе, МПа	Водопогло- щение за 24 ч, %
Без обра- ботки	—	8	1 120 1 110	19,2 20,0	56,9 51,7
ГТО	120	8	1 110 1 140	32,1 29,0	34,9 48,8
			1 120 1 110	30,3 27,0	40,5 48,8
		12	1 190 1 180	34,7 26,4	15,5 27,7
			1 160 1 160	27,7 23,6	17,5 28,3
	140	8	— 1 170	— 26,6	— 18,6
			— —	— —	— —
		12	— —	— —	— —
			— —	— —	— —
	160	8	— —	— —	— —
			— —	— —	— —

Данные табл. 2 показывают, что с увеличением температуры ГТО повышается прочность и гидрофобность образцов из пресскомпозиций различной влажности.

Следует отметить, что образцы изготовляли без применения отвердителей, так как модификация древесного наполнителя снижает рН водных вытяжек (см. рис. 1). Естественно, это оказывает влияние на процесс отверждения КФО и, как следствие, на изменение свойств готового материала.

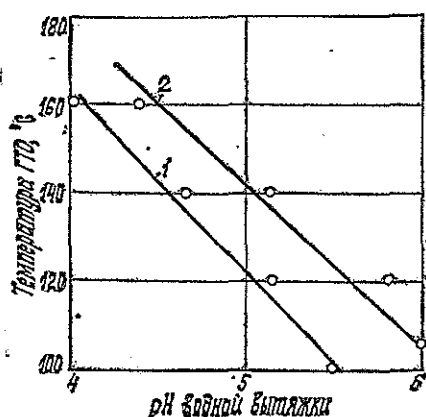


Рис. 1. Изменение рН водной вытяжки после ГТО наполнителя из древесины сосны (1) и осины (2)

Таким образом, пропарка в течение 1 ч наполнителя из древесины осины при температуре 140 °С и из сосны при 160 °С способствует улучшению основных свойств изделий.

Для оценки деформируемости ДКК использовали методику, предложенную Уральским лесотехническим институтом. Она включает определение растекаемости термореактивных прессмасс путем прессования образцов плоских дисков между плитами и последующее определение геометрических размеров полученных дисков [3]. Чем выше деформируемость прессматериала, тем меньше толщина образца, больше его диаметр и меньше модуль сдвига.

Результаты проведенных испытаний (табл. 3) позволяют предположить, что увеличение содержания низкомолекулярных компонентов в древесном наполнителе и снижение степени полимеризации целлюлозы уменьшают жесткость всей прессмассы, а значит улучшают ее деформируемость.

Таблица 3

Влияние температуры ГТО наполнителя на деформируемость ДКК

Вид обработки	Показатели		
	Толщина диска · 10 ³ , м	Приведенный диаметр диска · 10 ³ , м	Модуль сдвига, МПа
Без обработки	3,14	63,7	1,79
	3,18	63,7	1,84
ГТО при температуре, °С: 120	2,84	67,0	1,44
	3,17	63,4	1,83
140	2,53	70,9	1,12
	3,02	64,5	1,65
160	—	—	—
	2,53	70,9	1,11

Использован в данной работе другой метод модификации наполнителя — обработка при температуре 70...90 °С и нормальном давлении 0,5...1,0 % раствором серной кислоты. Высушенные древесные частицы применяли для химического анализа и изготовления (по уже описанному режиму) стандартных образцов пластиков.

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что гидролитическая обработка (ГО) приводит к накоплению растворимых в горячей воде низкомолекулярных веществ, образующихся в результате термогидролитического расщепления легкогидролизуемых углеводов. Этот процесс, как видно из результатов анализа, углубляется при прессовании древесных частиц в режиме переработки материала (температура — 150 °С, удельное давление — 10 МПа, выдержка — 1 мин на мм изделия). Но это также указывает снижение рН водных вытяжек из измельченной древесины и количества легкогидролизуемых полисахаридов.

Таблица 4

Результаты химического анализа древесины после ГО

Древесная стружка	рН водных вытяжек	Определяемые вещества, %		
		Растворимые в горячей воде	Легкогидролизуемые полисахариды	Редуцирующие
Исходная	5,58	4,10	19,53	0,34
То же отпрессованная	5,45	4,65	17,54	0,44
Модифицированная	3,75	7,82	11,59	0,93
То же отпрессованная	3,50	18,52	9,88	0,48

Представленные на рис. 2 кривые свидетельствуют о значительной деформации (при одной и той же температуре испытаний) модифицированной древесины по сравнению с исходной. Пластическая деформация модифицированной древесины начинается при температуре 140...150 °С, в то время как у немодифицированной — при 190...200 °С.

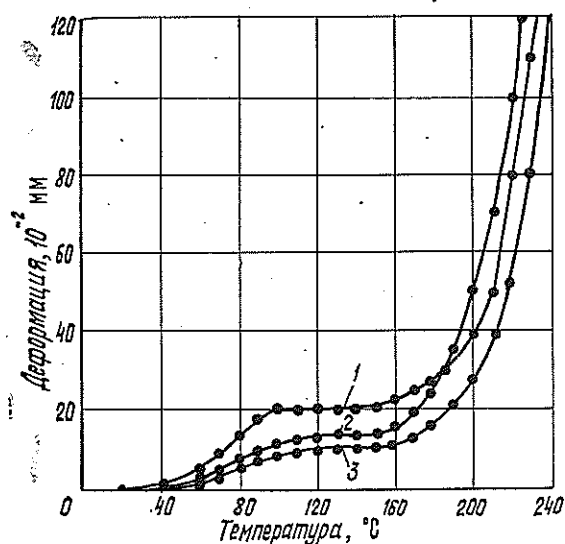
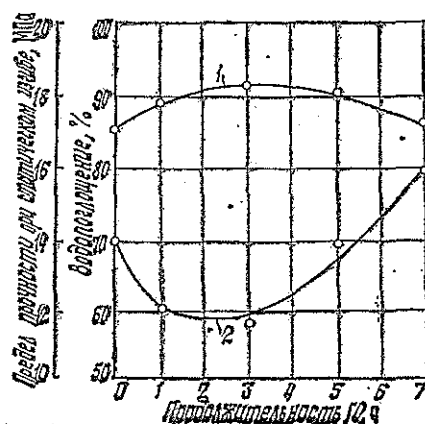


Рис. 2. Термомеханические кривые древесины: исходная (1); после ГТО (2) и ГО (3)

Было установлено, что продолжительность ГО влияет на свойства пластиков, изготовленных из модифицированного наполнителя. Очевидно, обработка более 3 ч нецелесообразна (рис. 3).

Для определения роли растворимых в воде низкомолекулярных углеводов в создании свойств пластика изготовили образцы из модифицированной древесины и из той же модифицированной, но после

Рис. 3. Зависимость показателей физико-механических свойств пластиков от продолжительности ГО древесного наполнителя: 1 — предел прочности при статическом изгибе; 2 — водопоглощение за 24 ч



удаления водорастворимых компонентов. Из данных табл. 5 видно, что модификация древесины и накопление низкомолекулярных продуктов термогидролитического расщепления играют положительную роль в улучшении свойств пластиков, в которых массовая доля смолы КФ-МТ составляет 15 %.

Таблица 5

Влияние наполнителя на показатели физико-механических свойств пластиков

Древесина (наполнитель)	Водорастворимые вещества, %	рН вод- ных вы- тяжек	Показатели		
			Плотность, кг/м ³	Разрушаю- щее напря- жение при статиче- ском изги- бе, МПа	Водопогло- щение за 24 ч, %
Исходная	4,10	5,6	1170	15,7	74,5
После ГО	7,82	3,7	1130	17,6	35,7
После ГО и удаления водорастворимых	0,35	5,5	1150	12,2	84,9

Следует отметить, что пластики, отпрессованные из модифицированной измельченной древесины без применения связующего вещества (плотность 1200 кг/м³), имеют разрушающее напряжение при статическом изгибе 8 МПа, а водопоглощение — 92,3 %.

Таким образом, термогидролитическая обработка древесного наполнителя изменяет физические, структурные и химические свойства древесины, что, в свою очередь, увеличивает пластичность и реакционную способность, влияет на процесс отверждения связующего и создание контакта на границе древесина — полимер.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 912536 СССР, МКИ В 29 J 5/08. Семеновский А. А. Винтовой пресс А. А. Семеновского для непрерывного изготовления изделий типа трубчатых брусьев из прессмасс (СССР).— 2955872/29—15; Заявлено 11.06.80; Оpubл. 15.03.82, Бюл. № 10 // Открытия. Изобретения.— 1982.— № 40.— С. 86. [2]. Гарасевич Г. И., Семеновский А. А. Формование изделий из древесноклеевой композиции.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 135 с. [3]. Ставров В. П., Дедюхин В. Г., Соколов А. Д. Технологические испытания реактопластов.— М.: Химия, 1981.— 95 с.

Поступила 26 марта 1990 г.

УДК 678.046.5 : 678.027

**ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА НАПОЛНИТЕЛЯ
НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Е. П. МАМУНЯ, Е. В. ЛЕБЕДЕВ, В. Д. МИШАК,
О. К. ПРУНДАР-ТУДОР*

Институт химии ВМС АН УССР
УкрНИИМОД

Древесный наполнитель служит основой для производства древесных клееных материалов (ДКМ) — древесностружечных и древесноволокнистых плит, в которых массовая доля древесины составляет 85...90 %. В последнее время разработан новый вид материалов — древесно-полимерные материалы (ДПМ) на основе термопластичных полимеров (полиэтилена, полистирола, поливинилхлорида и др.) и измельченной древесины с массовой долей 30...70 % [5, 8]. Свойства ДКМ определяются характеристиками древесного наполнителя (размер его частиц, порода древесины, влажность и т. д.) [10]. Предложенные приемы оптимизации его в ДКМ основаны на способах, улучшающих пропитку древесных частиц жидкой термореактивной смолой, в частности, на выборе наилучшего соотношения между размерами наполнителя и эффективным радиусом капиллярной системы древесины [1, 2].

ДПМ, в отличие от ДКМ, являются высоконаполненными полимерными композиционными материалами и представляют термопластичную матрицу (непрерывная фаза) с частицами древесного наполнителя, которые разделены прослойками полимера. Свойства композиций во многом определены условиями формирования контакта полимер — древесина, которые зависят от химической природы полимера, наличия в нем полярных групп, возможности возникновения специфических взаимодействий на границе раздела фаз и иных факторов. Кроме того, характеристики получаемых материалов зависят как от технологических режимов формирования композиции (температура, давление, величина сдвиговых деформаций), так и от содержания древесины в системе и свойств компонентов (вязкости расплава полимерной матрицы, размера и формы частиц древесного наполнителя) [8].

Большое значение имеет наличие пористости древесины, поскольку при определенных условиях возможно заполнение жидким полимерным связующим капиллярной структуры в поверхностном слое древесной частицы [2]. При этом для проникновения полимера в капиллярную структуру древесины требуется приложение довольно больших давлений (8...10 МПа) вследствие высокой вязкости расплава термопластов ($10^3 \dots 10^4$ Па·с), которые достижимы при прессовом способе переработки ДПМ [4]. Экструзионная переработка ДПМ [7] не обеспечивает таких величин давлений [9], и поэтому их можно рассматривать как композиции, содержащие частицы дисперсного наполнителя, контактирующие с полимерной матрицей по своей геометрической поверхности. Это позволяет, по аналогии с минеральными наполнителями, выбрать оптимальный состав древесного наполнителя, исходя из принципа его наиболее плотной упаковки. Основные положения такого подхода к подбору состава наполнителей изложены в работе [6].

Для композиций с дисперсным наполнителем существует предел наполнения, численно равный объемной доле наполнителя (Φ) при его

максимально плотной упаковке; для монодисперсных сфер при их статистическом распределении $\Phi = 0,64$. Увеличивая степень полидисперсности путем сочетания фракций наполнителя, значительно отличающихся по размерам, можно существенно повысить плотность упаковки за счет заполнения пространства между крупными частицами фракциями средних и более мелких частиц.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния фракционного состава древесного наполнителя на плотность его упаковки и физико-механические характеристики древесно-полимерных материалов. Необходимо отметить, что вопросы формирования контакта «древесина-полимер» и влияние технологических режимов не рассматривались, поскольку все композиции формовали в одинаковых условиях, с термопластичным полимером одной химической природы, изменяя только фракционный состав древесных частиц при одинаковом их содержании.

Для получения ДПМ использовали древесные опилки сосновых пород (ТУ 13538—85), в качестве термопластичного полимера — вторичный полиэтилен (ТУ 63-178-84—81). Опилки разделяли на виброситах с отбором фракций следующих размеров: 10/7; 7/5; 5/3; 3/2; 2/1,25; 1,25/0,5; 0,5/0,2; 0,2/0 мм (в дальнейшем размер фракции l обозначен ее верхним пределом).

Определение максимальной плотности упаковки производили вибрационным уплотнением порции опилок в мерном цилиндре, величину Φ рассчитывали как:

$$\Phi = P/Vd,$$

где V — объем, занимаемый опилками после уплотнения;

P — масса порции;

d — плотность древесины.

ДПМ получали шнековым смешением при температуре 170 °С на пластикордере Брабендера с изменением крутящего момента (M). Массовая доля древесины в композициях составляла 20 и 40 %. Полученный экструдат прессовали при температуре 170 °С, из отпрессованных пластин вырезали образцы для проведения физико-механических испытаний, по определению разрушающего напряжения при разрыве σ_p (ГОСТ 10636—78), водопоглощения ΔW и разбухания ΔS за 24 часа (ГОСТ 10634—78).

Зависимость максимальной плотности упаковки ($1/\Phi$) от размера фракции древесного наполнителя показана на рис. 1. С увеличением размера фракции l максимальная плотность упаковки наполнителя, определяемая величиной Φ , существенно снижается, что связано с ростом длины частиц древесины. Приведенная длина частиц определяется из соотношения [3]

$$l_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{d \sum_{i=1}^n b_i h_i}.$$

где m_i — масса i -й частицы;

b_i, h_i — ее ширина и толщина;

n — число частиц.

Значения $l_{\text{пр}}$ для использованных фракций приведены в таблице.

Для получения наполнителя с высоким Φ были выбраны фракции 7; 1,25; 0,2, обозначаемые в дальней-

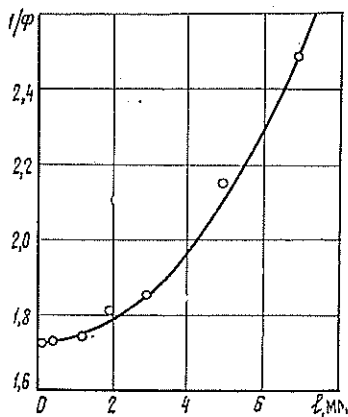


Рис. 1. Функциональная зависимость $1/\Phi$ от l

Свойства сухих фракций древесного наполнителя, их смесей и ДПМ на этой основе

Состав композиции	τ	Φ	$\Phi^{ад}$	K	$l_{пр'}$ мм	$\sigma_{р'}$ МПа	$\Delta W, \%$	$\Delta S, \%$	$M, \text{гс} \cdot \text{м}$
Сухие фракции древесного наполнителя и их смеси:									
X	—	0,40	—	—	6,88	—	—	—	—
Y	—	0,57	—	—	0,96	—	—	—	—
Z	—	0,58	—	—	0,13	—	—	—	—
XY	0,74	0,61	0,46	0,64	—	—	—	—	—
XZ	0,75	0,59	0,47	0,55	—	—	—	—	—
YZ	0,82	0,60	0,57	0,17	—	—	—	—	—
XYZ	0,83	0,71	0,60	0,54	—	—	—	—	—
Древесно-полимерные материалы:									
0,2Y + 0,8ПЭ*	—	0,57	—	—	—	68	0,38	0,70	1000
0,4Y + 0,6ПЭ	—	0,57	—	—	—	52	3,40	2,48	1200
0,2Z + 0,8ПЭ	—	0,58	—	—	—	71	0,46	0,72	1100
0,4Z + 0,6ПЭ	—	0,58	—	—	—	59	2,36	2,00	1350
0,2XYZ + 0,8ПЭ	0,83	0,71	0,60	0,54	—	83	0,26	0,24	850
0,4XYZ + 0,6ПЭ	0,83	0,71	0,60	0,54	—	79	0,92	0,58	1000

* ПЭ — вторичный полиэтилен.

шем X, Y и Z соответственно. Производили измерение Φ для попарных комбинаций в различных соотношениях по методике, изложенной в [6]. Результаты показаны на рис. 2, а, где пересечение прямых позволяет определить оптимальное соотношение фракций, обеспечивающее на-

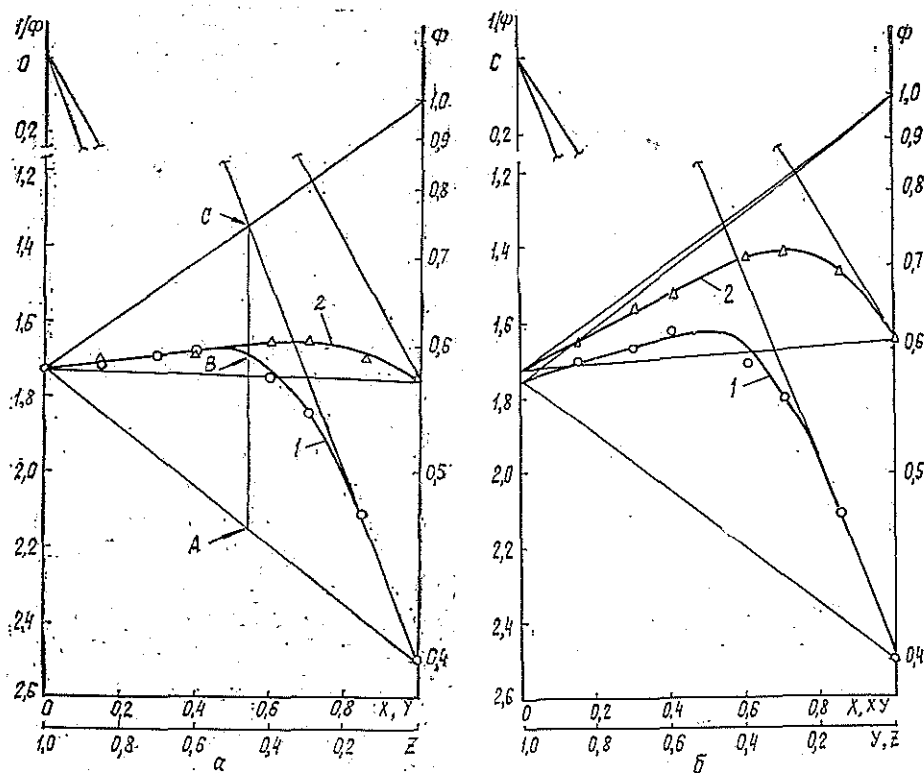


Рис. 2. Зависимость максимальной плотности упаковки от соотношения фракций в смесях: а — смесь XZ (кривая 1) и YZ (кривая 2); б — смесь XY (кривая 1) и XYZ (кривая 2)

и большее значение Φ и величину теоретически достижимого Φ^T . Зная эти величины, рассчитывают коэффициент эффективности упаковки при смешении частиц двух фракций:

$$K_{xy} = \frac{1/\Phi^{ад} - 1/\Phi}{1/\Phi^{ад} - 1/\Phi^T} = \frac{(\Phi - \Phi^{ад}) \Phi^T}{(\Phi^T - \Phi^{ад}) \Phi}, \quad (1)$$

где $\Phi^{ад}$ — аддитивное значение плотности упаковки двух фракций X и Y .

Если смешение фракций не дает увеличения Φ , то изменение $1/\Phi$ подчиняется простому правилу смеси и при всех соотношениях фракций $\Phi = \Phi^{ад}$ и $K = 0$.

Для тройной смеси расчеты проводятся в два этапа: определяют максимальную плотность упаковки Φ_{xy} для смеси крупной и средней фракций частиц, а затем проводят такие же расчеты для тройной смеси, используя смесь фракций XY в качестве крупных частиц. Результаты показаны на рис. 2, б (кривая 2). Видно, что комбинацией трех фракций можно достичь $\Phi_{xyz} = 0,71$ сравнительно с $\Phi = 0,40 \dots 0,58$ для индивидуальных фракций X и Z .

Оптимальный состав смеси двух фракций наполнителя для достижения наибольшей максимальной плотности упаковки можно рассчитать аналитическим путем

$$\varphi_x = \frac{\Phi_x}{\Phi_x + \Phi_y - \Phi_x \Phi_y}; \quad \varphi_y = 1 - \varphi_x = \frac{\Phi_y - \Phi_x \Phi_y}{\Phi_x + \Phi_y - \Phi_x \Phi_y}. \quad (2)$$

Здесь φ_x и φ_y — массовые доли фракций X и Y в смеси.

Теоретическое значение максимальной плотности упаковки можно определить из следующего выражения

$$\Phi_{xy}^T = \Phi_x + \Phi_y - \Phi_x \Phi_y. \quad (3)$$

Для тройной смеси эта величина будет равна

$$\Phi_{xyz}^T = \Phi_{xy} + \Phi_z - \Phi_{xy} \Phi_z, \quad (4)$$

где Φ_{xy} — экспериментально определенное значение максимальной плотности упаковки смеси двух фракций.

Соотношение компонентов крупной φ_x , средней φ_y и мелкой φ_z фракций можно рассчитать по следующим уравнениям

$$\begin{aligned} \varphi_x &= \frac{\Phi_x \Phi_{xy}}{\Phi_{xy}^T \Phi_{xyz}^T}; \\ \varphi_y &= \frac{\Phi_{xy} (\Phi_y - \Phi_x \Phi_y)}{\Phi_{xy}^T \Phi_{xyz}^T}; \\ \varphi_z &= \frac{\Phi_z - \Phi_z \Phi_{xy}}{\Phi_{xy}^T}. \end{aligned} \quad (5)$$

Если известен экспериментально определенный коэффициент эффективности упаковки двойных смесей (K_{xy} , K_{xz} , K_{yz}), то значение коэффициента для смеси трех фракций определяют как:

$$K_{xyz} = \frac{1}{2} [K_{xy} (\varphi_x + \varphi_y) + K_{xz} (\varphi_x + \varphi_z) + K_{yz} (\varphi_y + \varphi_z)]. \quad (6)$$

Поскольку уравнения (4—6) являются рекуррентными, аналогичным образом можно провести вычисление для четырех и более фракций древесного наполнителя.

Для смеси фракций X , Y , Z расчет как геометрическим, так и аналитическим способами дает значения $\varphi_x = 0,40$, $\varphi_y = 0,33$, $\varphi_z = 0,27$. Результаты определения экспериментальных и теоретических величин Φ , а также K даны в таблице.

Данные по водостойкости (ΔW — водопоглощение и ΔS — разбухание), разрушающему напряжению при разрыве (σ_p) и текучести расплава (определяемый текучестью момент (M) вращения шнека экструдера-пластикордера) древесно-полимерных материалов на основе индивидуальных фракций древесины, а также тройной смеси фракций в расчетном соотношении, представлены в таблице. Как видно, для фракций Y и Z с $\Phi_y = 0,57$ и $\Phi_z = 0,58$ получены сходные результаты. Использование тройной смеси фракций с $\Phi_{xyz} = 0,71$ резко улучшает прочностные характеристики для композиций с массовой долей древесины 20 % в среднем на 20 %, водопоглощение ΔW уменьшает в 1,6, разбухание ΔS — в 3,0 раза. Момент вращения шнека (M) пропорционален вязкости композиции [11], следовательно, повышение Φ снижает вязкость этих композиций на 19 %. Для композиций, содержащих 40 % древесины, различия проявляются в большей степени (средние значения для изменений σ_p , ΔW , ΔS и M равны соответственно 45 %, 3,1 и 3,9 раза, 22 %). Это связано с эффективностью регулирования свойств композиций варьированием плотности упаковки наполнителя вблизи предела наполнения Φ . Эффект улучшения свойств ДПМ обусловлен увеличением толщины полимерных прослоек (r) между частицами наполнителя с ростом Φ , поскольку r связано с Φ и φ следующим соотношением:

$$r = s \left(\sqrt[3]{\frac{\Phi}{\varphi}} - 1 \right),$$

где S — размер частицы.

Повышение Φ приводит к росту r при неизменной концентрации наполнителя в композиции.

Величина коэффициента эффективности упаковки (K) древесных частиц примерно одинакова для всех смесей фракций, за исключением смеси YZ .

Показано [6], что K определяется соотношением размеров частиц смешиваемых фракций и их формой, а при очень большой разнице размеров частиц и снижении степени их анизодиаметричности может приближаться к единице. Вероятно, в данном случае превалирует влияние формы частиц древесины, имеющих пластинчатое строение для всех исследованных фракций.

Из представленных данных следует, что степень наполнения композиции определяется отношением φ/Φ . При $\varphi = \Phi$ (предел наполнения), когда нет прослоек полимера между частицами наполнителя, композиция теряет текучесть. Таким образом, увеличение Φ сдвигает предел наполнения и без снижения φ дает возможность получать композиции с меньшей степенью наполнения, либо с большим содержанием наполнителя, не ухудшая при этом его характеристик. Подбор фракционного состава древесного наполнителя, увеличивающий максимальную плотность его упаковки, позволяет расширить возможности получения древесно-полимерных материалов с высокими характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вигдорович А. И. Возможность оптимизации использования древесных наполнителей // Пластические массы. — 1976. — № 11. — С. 67—70. [2]. Вигдорович А. И. Древесные прессовочные массы для изготовления деталей машин // Пластические массы. — 1985. — № 11. — С. 44—50. [3]. Вигдорович А. И. Параметры древесных наполнителей композиционных материалов // Наполнители полимерных ма-

териалов.—М.: МДНТП, 1983.—163 с. [4]. Купчинов Б. И., Немогай Н. В., Мельников С. Ф. Состав и технология переработки древесно-полимерных композиционных материалов на основе полиэтилена // Пластические массы.—1982.—№ 4.—С. 44—46. [5]. Мельник И. П., Анненков В. Ф., Лебедев Е. В. Применение термопластичных полимеров для производства прессованных материалов и изделий из измельченной древесины // Мебель. Отечеств. производств. опыт: Экспресс-информация.—М.: ВНИПИЭИлеспром.—1986.—Вып. 1.—20 с. [6]. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Под ред. Г. С. Каца, Д. В. Милевски.—М.: Химия, 1981.—736 с. [7]. Переработка экструзией композиционных материалов на основе измельченной древесины и термопластов / В. А. Белый, Б. И. Купчинов, В. Г. Барсуков, В. М. Шаповалов // Пластические массы.—1987.—№ 11.—С. 42—44. [8]. Получение древесно-полимерных материалов на основе вторичного полиэтилена и отходов древесины / В. Ф. Анненков, Е. В. Лебедев, Е. П. Мамуния и др. // Переработка, использование полимерных отходов и охрана окружающей среды.—Л.: ЛДНТП, 1988.—С. 62—65. [9]. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров.—М.: Химия, 1977.—464 с. [10]. Шварцман Г. М. Производство древесностружечных плит.—М.: Лесн. пром-сть, 1967.—263 с. [11]. Rogers M. Rheological interpretation of Brabender plasticor—der (extruder Head) data // Ind. Eng. Chem. Process. Des. Develop.—1970.—Vol. 9, N 1.—P. 49—52.

Поступила 4 апреля 1990 г.

УДК 630*861

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОМОЛА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ДЕСОРБЦИЮ СОРБИРОВАННЫХ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ

Г. П. СУХАНОВА, Е. В. НОВОЖИЛОВ, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

При изучении десорбции гемицеллюлоз, сорбированных из нейтрально-сульфитного щелока целлюлозой, было установлено, что основная часть переосажденных полисахаридов прочно связана с волокном и устойчива к механическому воздействию в процессе размола [3, 4]. Однако некоторое количество гемицеллюлоз при размолу переходит в раствор. На устойчивость сорбционных связей оказывает влияние жесткость целлюлозы. Чем меньше лигнина содержит волокно, тем выше его способность к образованию прочных связей с гемицеллюлозами [4]. Показано, что степень удаления сорбированных полисахаридов возрастает с увеличением расхода щелока на обработку целлюлозы [3].

В работах [3, 4] проверена устойчивость сорбированных гемицеллюлоз в жестких условиях до степени помола 60 °ШР. На практике для производства различных видов бумаги и картона обычно используют целлюлозу с более низкой степенью помола. Поэтому в настоящей работе была поставлена задача определения количества гемицеллюлоз, переходящих в раствор на различных стадиях размола целлюлозы.

Сульфатную варку щепы лиственницы с содержанием водорастворимых веществ 15,0 % проводили по ранее изложенному режиму [2]. Время варки при максимальной температуре составило 70 мин, выход полученной целлюлозы — 45,8 %, содержание лигнина — 7,9 %. Для обработки целлюлозы использовали нейтрально-сульфитный щелок Архангельского ЦБК со следующими показателями: плотность — 1053 кг/м³, рН — 6,6, содержание пентозанов — 22,3 г/л, сухих веществ — 10,7 %. Обработку проводили при температуре 80 °С в течение 1 ч, используя дозировку щелока 22,5 и 42,9 % по сухому веществу от абс. сухой целлюлозы. После обработки целлюлозу промывали на воронке Бюхнера и определяли выход. Размол образцов проводили на ЦРА до степени помола от 17 до 60 °ШР. Изготовление отли-

вок, анализы целлюлозы и отливок выполняли по методикам, указанным в работах [1, 3].

Данные таблицы показывают, что после взаимодействия с нейтрально-сульфитным щелоком выход целлюлозы увеличился за счет сорбции органических веществ на 3,3...5,5 %, а содержание пентозанов — на 2,5...4,1 %. Содержание лигнина в целлюлозных волокнах не изменилось. Улучшились бумагообразующие свойства целлюлозы: время размола сократилось в среднем на 16 %, при этом целлюлоза, обработанная нейтрально-сульфитным щелоком с расходом 42,9 % по сухому веществу, размалывалась быстрее, чем целлюлоза, обработанная при вдвое меньшем расходе щелока.

Вид целлюлозы	Расход нейтрально-сульфитного щелока, % сухого вещества	Выход, %		Массовая доля, %	
		от целлюлозы	от древесины	пентозанов	лигнина
Исходная	—	100,0	45,8	9,2	7,9
Обработанная	22,5	103,4	47,4	11,7	7,8
»	42,9	105,5	48,3	13,3	7,9

Изменение механических показателей лиственничной целлюлозы в процессе размола подчиняется закономерностям, характерным для целлюлозы, полученной из других пород древесины. С увеличением степени помола разрывная длина и сопротивление продавливанию целлюлозы возрастают, причем наиболее интенсивный рост этих показателей наблюдается в интервале от 14 до 30 °ШР. Проявление основных свойств модифицированной целлюлозы происходило значительно быстрее по сравнению с исходной целлюлозой. Если разрывная длина обычной целлюлозы при 60 °ШР равна 8900 м, а сопротивление продавливанию — 440 кПа, то целлюлоза, содержащая сорбированные гемицеллюлозы, имеет аналогичные значения разрывной длины уже при 28 °ШР, а сопротивления продавливанию — при 22 °ШР.

Процесс размола целлюлозы сопровождался растворением органических веществ. При размоле исходной целлюлозы до 60 °ШР в раствор перешло 2,2 % пентозанов от их первоначального содержания, а при размоле до 17 °ШР — 1,1 % пентозанов или 50 % от всего количества удаленных гемицеллюлоз (рис. 1). Механическое воздействие при размоле обработанной нейтрально-сульфитным щелоком целлюлозы привело к отщеплению части сорбированных гемицеллюлоз, слабосвязанных с целлюлозными волокнами. При этом десорбция гемицеллюлоз зависела от количества сорбированных полисахаридов и степени помола целлюлозы. Чем больше расход щелока на обработку, тем больше гемицеллюлоз осаждается на целлюлозу и удаляется при размоле. Максимальная десорбция пентозанов наблюдалась при степени помола до 60 °ШР.

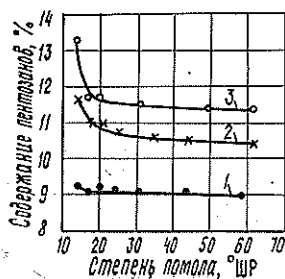
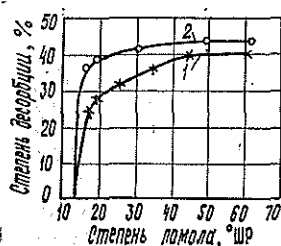


Рис. 1. Влияние степени помола целлюлозы на содержание прочносвязанных пентозанов: 1 — исходная целлюлоза; 2 — обработанная нейтрально-сульфитным щелоком с расходом по сухому веществу 22,5 %; 3 — 42,9 %

Как видно из рис. 1, основное количество слабосвязанных пентозанов удаляется при размоле до 17 °ШР. Расчеты показали, что целлюлоза, обработанная нейтрально-сульфитным щелоком с расходом 22,9 и 42,5 % по сухому веществу, теряла на этой стадии 60 и 83 % гемицеллюлоз от количества, удаленного за весь процесс размола. Дальнейшая обработка от 17 до 60 °ШР сопровождалась переходом в раствор незначительного количества пентозанов (0,3...0,4 % от целлюлозы). Примерно столько же гемицеллюлоз растворялось при размоле исходной целлюлозы. Соответственно количеству удаленных пентозанов изменялась и степень десорбции. В начальный период размола, когда шло наиболее интенсивное отщепление слабо связанных гемицеллюлоз,

Рис. 2. Зависимость десорбции переосажденных пентозанов от степени помола целлюлозы, обработанной нейтрально-сульфитным щелоком с расходом по сухому веществу: 1 — 22,5 %; 2 — 42,9 %



степень десорбции резко возрастала. Как видно из рис. 2, степень удаления пентозанов у целлюлозы, обработанной нейтрально-сульфитным щелоком с расходом 22,5 %, при минимальном размоле до 17 °ШР составляла 24 %, а при степени помола 60 °ШР — 40 %; у образца с расходом щелока 42,9 — 37 и 43 % соответственно.

Таким образом, основная часть слабосвязанных сорбированных гемицеллюлоз удаляется преимущественно на ранней стадии размола до 17 °ШР.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Изучение сорбции гемицеллюлоз моносльфитного щелока лиственничной целлюлозой с различным содержанием лигнина / Е. В. Новожилов, Б. Д. Богомолов, Г. П. Суханова и др. // Хим. технология древесины: Межвуз. сб. науч. тр. — Л., 1986. — С. 57—60. [2]. Суханова Г. П., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Влияние расхода моносльфитного щелока при обработке лиственничной целлюлозы на ее выход и показатели качества // Лесн. журн. — 1982. — № 5. — С. 96—99. — (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Суханова Г. П., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Десорбция гемицеллюлоз при размоле лиственничной целлюлозы // Лесн. журн. — 1984. — № 2. — С. 128—129. — (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Суханова Г. П., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Десорбция гемицеллюлоз при размоле целлюлозы различной жесткости // Лесн. журн. (в печати).

Поступила 17 июля 1989 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.012.011.56

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ОБЪЕДИНЕНИЯМИ
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА*С. Н. ПЕРЕПЕЛИЦКИЙ, Е. Б. КУРНОВА*

Московский лесотехнический институт

Усилиями экономистов и математиков за последние 35...40 лет создано множество моделей для решения разнообразных экономических задач. Удобнее и конструктивнее говорить не об отдельных моделях, а об их комплексах, объединяемых либо математическим аппаратом, либо близостью экономического содержания задач.

Прежде всего можно выделить большой комплекс задач, решаемых на базе методов математического программирования. Это в основном задачи планирования и распределения производственных заданий на всех уровнях управления. Здесь различают несколько больших групп.

Мы не будем рассматривать хорошо известные модели типа транспортной (первая группа), линейного программирования и балансовых, которые, несмотря на различие в математическом аппарате, объединены в одну (вторую) группу в силу близости решаемых экономических задач. Рассмотрим другие группы моделей, менее известные и мало применяемые при решении задач лесного комплекса.

Группа экономических задач и моделей, реализуемых на базе методов динамического программирования: определение оптимальной последовательности изменения состояния управляемого объекта по нескольким параметрам, другие задачи, например, близкие по своему характеру к распределительным (распределение по этапам внешних капиталовложений и собственных средств предприятия на их социальное и экономическое развитие и т. п.), задачи оптимизации замены оборудования и др. Задачи и модели этой группы значительно различаются по экономическому содержанию, внутренней сущности, методам решения. Поэтому для их решения нет единых алгоритмов и вряд ли в ближайшее время будут созданы единые стандартные программы. Представляется, что пока применение моделей динамического программирования реально в основном в исследовательском и теоретическом планах (т. е. не в повседневной работе).

Следующий комплекс — задачи и модели управления при выполнении принятых планов, организации работы коллективов и т. п. Если хозяйственные руководители и экономические службы оценят важность таких моделей и программы для них, последние будут разработаны. Назовем основные группы таких задач и моделей.

Прежде всего, это давно себя зарекомендовавшие методы и модели сетевого планирования и управления во всех формах (детерминированных и стохастических) и по отношению ко всем видам ресурсов (временным, материальным и т. д.). Такие модели уже обеспечены большим пакетом программ для расчетов на ЭВМ. К сожалению, в настоящее время интерес к ним упал.

Следующая группа — задачи и модели управления производственными запасами (оптимизация объемов и сроков их поставок, макси-

мально допустимых размеров хранимых запасов и т. п.). В простейших случаях для решения таких задач используется весьма несложный математический аппарат, даже не требующий применения ЭВМ. В более сложных случаях применимы универсальные алгоритмы и программы.

Еще одна группа — задачи и модели, опирающиеся на аппарат теории массового обслуживания. Они еще только начинают применяться в практике отрасли, еще не все модели созданы, есть спорные моменты. Все эти вопросы разрешимы. Сами же модели и алгоритмы универсальны, позволяют легко создавать программы для ЭВМ.

Все большее распространение в науке и практике получают методы и модели имитационного моделирования. С их помощью описывают ход исследуемого процесса, явления во времени, пространстве или одновременно в обоих измерениях. Реализация таких моделей позволяет получать не только конечный результат в виде значений искомых параметров, но и воспроизводит (имитирует) весь процесс. Так, уже достаточно хорошо проработаны модели ряда технологических процессов деревообработки. Их алгоритмы и программы, строго говоря, не универсальны, требуют «подстройки» к существу моделируемого процесса.

Наконец, заслуживают внимания методы, которые только начинают развиваться и связаны с неопределенностью в исходной информации. Так, часто заранее неизвестны точно спрос на новый вид продукции, его себестоимость, обеспеченность по срокам, структуре и сортности поставками сырья, полуфабрикатов и т. п.

В конечном итоге это приводит к тому, что, рассчитывая на одни результаты, в итоге можно получить совсем другие. Принятие решений в этих условиях сопряжено с известным риском. В подобных случаях необходимо решать так называемые прогнозные задачи, позволяющие определять ожидаемые результаты на основе информации, имеющейся в настоящее время, оценивая при этом степень риска при принятии решений. Здесь требуется широкое применение вероятностных методов. Общее направление исследований и моделирования в этой области получило наименование теории и моделей хозяйственного риска. В отраслях лесного комплекса это направление только начинает развиваться.

Таковы основные методы и модели. Важно знать эффективность их применения. Она проявляется, во-первых, как прямая экономическая выгода (улучшение показателей производственно-хозяйственной деятельности) и, во-вторых, как косвенный эффект, заключающийся в экономии времени при подготовке и принятии решений и их выполнении.

Прямой экономический эффект определяют, сравнивая ожидаемые результаты при работе в соответствии с рекомендациями, следующими из моделирования и без него при прочих равных условиях. Можно назвать следующие данные.

При решении задач первой группы (на базе транспортной модели) снижение прямых затрат на перевозки или приведенных затрат может составлять 3...18 %. Оптимизация производственных программ предприятий, планов раскроя сырья, реализация балансовых моделей (все это модели второй группы) способствуют повышению сбалансированности планов, а также увеличению объемов выпуска продукции (за счет лучшего использования производственных мощностей) на 2...10 %, повышению прибыли на 2...8 %, снижению расходов древесного и других видов сырья на 2...12 %. Примерно такие же результаты характерны и для других моделей оптимизации: запасов, численности работающих и т. д.

Если предприятия работали хорошо, уже использовали свои резервы, то, естественно, прирост показателей от применения моделиро-

вания будет ниже, чем у хуже работающих предприятий. Но еще труднее получить такой прирост, если вообще не применять моделирования.

Косвенный эффект состоит в значительной экономии времени при выполнении расчетов и принятии решений. Однако дело не только в этом: без моделирования и ЭВМ оптимальные значения параметров в большинстве случаев вообще не могут быть получены. Тем не менее, будем говорить здесь только о выигрыше времени. Так, транспортная задача или оптимизация размещения и концентрации производства даже в небольшой размерности (порядка 20—30 поставщиков и столько же потребителей), или оптимизация производственной программы предприятия при выпуске 10—12 видов продукции и 20—30 ограничениях, или оптимизация раскроя сырья такой же размерности требуют не более 2-3 с при использовании ЭВМ типа ЕС-1045 или персональной ЭВМ современных типов. Решить же задачу оптимизации до конца вручную практически невозможно, а модели массового обслуживания, имитационные и другие при достаточно больших размерностях в этом случае вообще нельзя использовать. Поэтому затраты времени просто несравнимы.

Несмотря на очевидную эффективность современных методов экономического моделирования, они не нашли еще должного распространения в отрасли. Это обусловлено многими причинами, однако принципиальных причин две.

А. Все еще существующая административная система управления экономикой с жестко централизованным планированием производства, сбыта, материально-технического снабжения не стимулировала применения оптимизации и любых других экономико-математических методов; их использование было даже противопоказано. Это относится не только к предприятиям и объединениям, но и к верхним уровням управления.

Возникает утверждение о неэффективности математического моделирования, неприемлемости его для практики. Отсюда напрашивается вывод, что возможности математики и ее достижения определили потребность экономики и того хозяйственного механизма, который ею управляет. И, казалось бы, если сегодня математика обогнала экономику, то реализация коренной экономической реформы снимет это противоречие и даст широкий простор для применения моделирования в народном хозяйстве и в отрасли. Этот вывод был бы верен, если бы... не вторая причина.

Б. Существующая система экономико-математических моделей все-таки не в полной мере отвечает реальным требованиям хозяйственной практики. Если не принять мер, то это будет продолжаться и в новых условиях хозяйствования. Даже если успех экономической реформы вообще исключит первую причину, то вторая будет серьезно препятствовать применению моделирования. Здесь можно отметить четыре основных положения.

1. Практически все модели требуют применения достаточно серьезного математического аппарата и ЭВМ с высокими характеристиками. Даже там, где ЭВМ есть, ни руководители, ни персонал экономических служб не привыкли обращаться с ними даже в простых случаях, а квалифицированных программистов на предприятиях нет. Простые методы реализации моделей не разработаны даже для типовых ситуаций, нет номограмм, таблиц, графиков, позволяющих получать хотя бы приближенные результаты.

2. Модели все более усложняются. В результате невозможно создать универсальные алгоритмы и программы для ЭВМ, возникают значительные трудности в подготовке исходных данных для таких моделей. В ряде случаев вообще нельзя получить эти исходные данные: они не

существуют ни в статистической отчетности, ни в первичных документах, а иногда вообще в природе. К тому же многие исследователи стремятся создать собственные модели «одноразового применения» в диссертациях, статьях, книгах и т. п. Такие модели используются часто с условными исходными данными, показывается их работоспособность, но затем они остаются без практического применения из-за невозможности получить реальные исходные данные.

3. Большинство существующих экономико-математических моделей не в полной мере отвечают одному из основных требований АСУ — настройке на первого руководителя как лицо, принимающее решения. Здесь в принципе должны решаться задачи двух типов: расчетные и информационные. Как показал опыт, одних только расчетных задач недостаточно для принятия обоснованных решений. Информационные задачи обеспечивают алгоритмически с помощью ЭВМ сбор, передачу, обработку, хранение и выдачу (на печать, экран дисплеев и т. п.) экономической информации, а также обмен ею между объектами системы информационного обеспечения. Иначе говоря, речь идет о наличии банков экономической информации (отрасли, объединений, предприятий).

К сожалению, разработкой таких задач в отрасли до настоящего времени практически занимались очень мало, как и созданием для должностных лиц автоматизированных рабочих мест, которые обеспечивают вызов и представление информации, выдачу результатов решения по командам и исходным данным, вводимым непосредственно с этих рабочих мест. Без этих мер практически невозможно эффективно использовать какие бы то ни было экономико-математические модели.

4. Подавляющему большинству экономико-математических моделей присущ так называемый «жесткий режим» ввода однозначно представленной исходной информации и выдачи однозначно представленного результата. Значительные преимущества в рассматриваемом смысле имеет вариант, когда работа с ЭВМ протекает в диалоговом, а также в очень перспективном игровом режиме.

Таким образом, внедрение экономико-математических моделей и ЭВМ в отрасль в настоящее время должно осуществляться в следующих основных направлениях:

1) совершенствование существующих моделей в целях:

детального изучения и описания экономических задач, для которых создаются модели, обеспечения возможностей их решения с реальными исходными данными;

создания упрощенных методов решения основных наиболее часто встречающихся в практике моделей применительно к стандартным, типовым ситуациям;

разработки графических, табличных, номографических и других аналогичных методов решения экономико-математических моделей;

2) создание наиболее гибких режимов обращения к ЭВМ, математическое обеспечение диалоговых и игровых режимов работы с машинами, а также разработка моделей, основанных на использовании имитационных, ситуационных игровых принципов;

3) разработка новых задач, моделей, алгоритмов и программ, обеспечивающих потребности аналитической работы, внешнеэкономической деятельности, научного экономического прогнозирования и т. д.;

4) разработка и создание информационных систем, банков экономической информации, информационных отраслевых и локальных сетей, а также алгоритмов и программ, обеспечивающих функционирование этих систем в автоматизированном режиме, равно как и работу автоматизированных рабочих мест должностных лиц.

УДК 630*65

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ДЕКОНЦЕНТРИРОВАННОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ЛЕСНОГО ФОНДА ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ

А. Ф. ЕЛИЗАРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

За последние два десятилетия обострилась проблема обеспечения народного хозяйства древесиной. В 1960-е и 1970-е гг. Гипролестранс и ВНИПИЭИлеспром выполнили ряд работ по изысканию дополнительных ресурсов древесного сырья в европейской части РСФСР [5]. В частности, отмечен такой резерв, как недорубы в лесосырьевых базах леспромпхозов. Основными причинами недорубов названы: пониженные запасы древесины на 1 га лесосечного фонда; недоступность отдельных участков по условиям рельефа или заболоченности; преобладание в составе древостоев лиственных пород или низкий выход деловой древесины. Кроме этих объективных причин, существуют и субъективные, когда лесозаготовители без каких-либо расчетов и обоснований объявляют тот или иной участок «нерентабельным».

По данным ВО Леспроект, в сырьевых базах 52 леспромпхозов, расположенных на территории 57 лесхозов Архангельской, Кировской, Пермской, Свердловской, Костромской областей, выявлено 17,5 млн м³ спелой древесины, представленной в виде недорубов.

Недостаток лесосырьевых ресурсов вызвал необходимость теоретических исследований и практических рекомендаций по изучению концентрации эксплуатационного лесного фонда, размещению лесосек и их влиянию на экономические показатели работы лесозаготовительных предприятий. Так, В. А. Успенский [4] предложил устанавливать коэффициент концентрации и рассчитывать его по формуле, учитывающей годовой объем рубки, общую площадь рубки и массу древесины, получаемой в среднем с одной лесосеки или эксплуатируемого квартала. Гипролестранс в своих проектных работах давно уже использует показатель концентрации эксплуатационного запаса на 1 га общей или эксплуатационной площади.

Этот показатель зависит от фактического состава и состояния эксплуатационного фонда и действующих правил рубки главного пользования, которые определяют размер лесосеки (длину и ширину), число зарубов, способы рубки, способы и сроки примыкания. Он может быть выражен: при сплошнолесосечной рубке — процентом лесосеки в квартале от общей его площади; при этом дополнительными показателями концентрации выступают средняя площадь одной делянки, средний запас на делянке и число делянок в квартале (что очень важно при расчете трудозатрат на перебазирование бригад); любым способом рубок — запасом вырубаемой древесины из расчета на 1 га общей или эксплуатационной площади, либо отношением общей площади лесосырьевой базы или отдельного квартала леса к эксплуатационной (она больше единицы, особенно в условиях деконцентрированного лесосечного фонда).

Проблему недорубов и их использования исследовали и в 1980-е гг. А. И. Орлов [1] вполне справедливо отмечает, что учет недорубов представлен плохо, что предприятия объединения Архангельсклеспром ис-

пользуют лесосечный фонд с запасом не менее 45 м³ на 1 га эксплуатационной площади. Древостой с меньшими запасами признают нерентабельными. Он же отмечает, что до 20 % недорубов подвержено ветровалу. Основным показателем истощения автор считает средний запас на 1 га общей площади сырьевой базы, но почему-то только для баз, эксплуатируемых более 50 лет.

Истощенность лесосырьевых баз достаточно подробно изучил Г. Е. Романов [3]. Он выделил пять видов истощенности: ресурсная, породная, сортиментная, территориальная и эксплуатационная. Однако приведенная классификация не подтверждена экономическими показателями лесозаготовок по каждому виду истощенности. Приведены только данные об увеличении трудозатрат на подготовку лесосек в территориально истощенной сырьевой базе Емецкого леспромхоза: 85...100 чел.-дн. на 1000 м³ заготовленной древесины против 38...43 чел.-дн. в неистощенной базе. Но известно, что истощенность базы влияет и на все другие экономические показатели.

Из приведенных данных и проектных разработок можно сделать следующие основные выводы.

1. По данным Гипролестранса, организация лесозаготовок в сырьевых базах, пройденных рубками, возможна в двух вариантах:

а) создание самостоятельных лесозаготовительных предприятий круглогодичного действия с объемом производства от 25 до 50 тыс. м³ в год. Такие предприятия необходимо проектировать с максимальным использованием лесовозных дорог, нижнего склада, ремонтно-механических мастерских, гаража, системы электроснабжения и других объектов, оставшихся здесь после закрытия предприятия;

б) расширение действующих предприятий за счет повторной эксплуатации площадей, ранее пройденных рубкой. В этом случае также будут использоваться оставшиеся дороги (особенно если лесозаготовки проведены не более 10 лет назад), здания, сооружения и др. При этом заготовку и вывозку следует организовать в зимнее время, когда затраты на дорожное строительство минимальны.

2. В проектных и научных разработках совершенно не изучены экономические показатели лесозаготовительного производства при малой концентрации эксплуатационного фонда на 1 га общей площади лесосырьевой базы. Так, исследования Гипролестранса [5] проведены при запасе эксплуатационного фонда 25 м³ на 1 га общей площади (50 м³ на 1 га эксплуатационной площади). Реальные же запасы недорубов и децентрализованного эксплуатационного лесного фонда меньше. Семь леспромхозов объединения Ленлес (Волосовский, Ефимовский, Кингисеппский, Лодейнопольский, Подпорожский, Тихвинский, Винницкий) работают в условиях концентрации эксплуатационного фонда от 13 до 28 м³ на 1 га общей площади.

3. Для целого ряда экономических расчетов вполне могут быть использованы ранее выполненные разработки Гипролестранса, ВНИПИЭИлеспрома и другие научные данные.

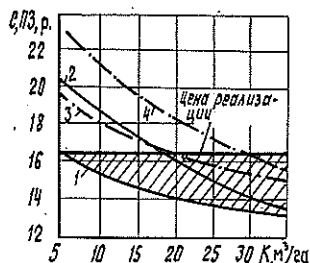
4. Экономическую эффективность целесообразно определять, сопоставляя оптовую цену и себестоимость продукции или оптовую цену и приведенные затраты.

5. Цену реализации продукции лесозаготовок можно установить на основе закономерной связи оптовой цены с составом эксплуатационного фонда.

6. Вопросы экономической доступности отдельных кварталов леса в леспромхозах и лесхозах ранее не изучались. Мы исследовали возможность использования децентрализованного эксплуатационного лесного фонда в лесосырьевых базах леспромхозов Ленинградской области, где большинство предприятий работает в таких условиях.

Однако не всякий деконцентрированный лесной фонд экономически доступен. Необходимо определить экономический эффект освоения таких участков. Его можно рассматривать на различных уровнях: предприятие, отрасль, народное хозяйство [2]. В условиях полного хозрасчета экономическую доступность участков леса (кварталов) лучше всего определять на уровне лесозаготовительного производства или предприятия в целом. В качестве критерия оценки выступает соотношение цены продукции ($Ц$) и себестоимости на заготовку и вывозку древесины ($С$) или цены и приведенных затрат ($ПЗ$): $Ц \geq С$ или $Ц \geq ПЗ$. В этом соотношении требуется определить удельную цену продукции и удельные себестоимость или приведенные затраты.

При изучении экономических показателей семи комплексных лесопромхозов объединения Ленлес была установлена связь себестоимости и приведенных затрат с концентрацией эксплуатационного фонда K (м^3 на 1 га общей площади квартала). Характер кривых, построенных по расчетам, показан на рисунке. По материалам лесопромхозов установлена прямолинейная связь оптовой цены продукции лесозаготовок с составом эксплуатационного фонда (долей участия хвойных пород в составе). Из рисунка можно видеть, что при двух участках (лесосеках) в квартале по соотношению цены и себестоимости экономически доступны



Зависимость себестоимости 1 м^3 древесины (кривые 1, 2) и приведенных затрат (кривые 3, 4) от концентрации запаса и числа участков (лесосек) в квартале: 1, 3 — два участка; 2, 4 — четыре участка. Заштрихована зона экономической доступности при сравнении цены реализации и себестоимости продукции (приведенных затрат)

кварталы при любой концентрации эксплуатационного фонда, начиная с 5 $\text{м}^3/\text{га}$. Если же в квартале четыре лесосеки, то затраты увеличиваются за счет перебазирования мест рубки, и экономически доступным становятся кварталы с концентрацией запасов от 20 $\text{м}^3/\text{га}$ и более. Если же судить по соотношению цены и приведенных затрат, то при двух делянках экономически доступны кварталы с концентрацией 20 $\text{м}^3/\text{га}$, при четырех — 30 $\text{м}^3/\text{га}$.

Выявленные закономерности могут быть использованы при лесоустройстве. Разделение кварталов, пройденных рубками, на экономически доступные и недоступные необходимо, так как в первых следует применять более подробную таксацию. Кроме того, в них при лесоустройстве необходимо назначать соответствующие лесохозяйственные мероприятия. Запасы спелых и перестойных древостоев в кварталах, экономически недоступных для лесозаготовки, должны исключаться из эксплуатационных запасов при определении расчетной лесосеки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Орлов А. И. Совершенствовать учет ресурсов // Лесн. пром-сть.— 1983.— № 11. С. 6–7. [2]. Петров А. П. Экономическое стимулирование комплексного использования древесного сырья.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 104 с. [3]. Романов Г. Е. О системе показателей истощенности лесосырьевых баз // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 15–17.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Успенский В. А. Как измерить концентрацию лесосечного фонда.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 28 с. [5]. Фогель Д. Н., Дорохов Б. А. Использование резервов древесных запасов в сырьевых базах, пройденных рубками, в европейской части СССР: (Обзор).— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1971.— 28 с.

Поступила 22 февраля 1990 г.

УДК [630*6 + 630*79].001.1

О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ

А. О. БЛИНОВ

ВНИПИЭИлеспром

Экономическая реформа народного хозяйства меняет традиционные подходы к формированию и управлению отраслевыми и территориальными комплексами, разработке региональных программ. Новые подходы должны обязательно учитывать региональные приоритеты в развитии и размещении лесных комплексов (ЛК), экологические последствия и социальные ориентиры [1].

Региональные программы в настоящее время разрабатывают на основе локальных схем развития и размещения промышленности. По каждой подотрасли ЛК, каждому выделенному лесозаготовительному району изучают возможные варианты развития и размещения производственных мощностей, направления использования имеющихся лесосырьевых ресурсов, перевозки древесного сырья и продукции его переработки и экспертно, с учетом стоящих задач, выбирают лучшие решения. Но они не увязаны между собой, и вполне вероятно, что решение, наилучшее для района, окажется далеко не оптимальным в целом для региона, так как сумма оптимумов отдельных частей не дает оптимума системы в целом.

Недостатком региональных схем является и то, что в них рассматривают отдельно лесопромышленную и лесохозяйственную деятельность. Как справедливо отмечал А. П. Петров, необходимо «создать общую программу и разработать теорию и методы обоснования форм организации лесной промышленности и лесного хозяйства, базирующиеся на единых принципах, на системе показателей и критериев эффективности» [3].

С переходом к территориальному принципу управления ЛК возникает необходимость в разработке методологического обеспечения долгосрочного их развития. Актуальность этой проблемы возрастает в связи с созданием территориальных производственных лесопромышленных объединений (ТПО).

Один из главных путей повышения научной обоснованности стратегического развития ЛК региона как сложной, многоуровневой, динамической хозяйственной системы — экономико-математическое моделирование, основанное на вариантном подходе. Ценность такого подхода заключается в широком наборе прогнозных вариантов, отвечающих на вопрос: «Что будет, если?» «Стержнями отдельных сценариев могут выступать различные ситуации, возникновение которых обуславливается развитием именно региональной экономики» [2].

Предлагаемая нами схема исследований может быть такой:

- 1) формируют цели (подцели) развития территориальных ЛК;
- 2) по каждой цели (подцели) проводят серию модельных экспериментов с различными ограничениями по ресурсам, структуре конечного потребления, новым технологиям и т. д.;
- 3) выполняют многокритериальный анализ разработанных сценариев стратегического развития территориальных ЛК, дают рекомендации о предпочтительности того или иного сценария;

4) по результатам экспериментальной и аналитической работы формируют несколько альтернативных вариантов программы стратегического развития регионального ЛК; после их широкого обсуждения отраслевые специалисты принимают окончательное решение.

Методика формирования альтернативных вариантов основана на переработанной применительно к регионам системе оптимизации территориальных и технологических пропорций ЛК [5]. Варианты программы перспективного развития ЛК позволяют исследовать альтернативные гипотезы, оценивать влияние ограничений и структурных изменений на эффективность отраслевого производства региона в среднесрочной и долгосрочной перспективе. При этом конечные результаты сравнивают по капиталовложениям, уровню приведенных, эксплуатационных и транспортных затрат, структуре древесного сырья и т. д.

Предлагаемые методологические основы региональных программ были опробованы на примере лесного комплекса Коми АССР — одного из наиболее богатых лесными ресурсами регионов Европейского Севера страны [4]. С учетом сложившихся условий и имеющихся резервов рассмотрены следующие проблемы:

критический анализ разработанной в 1985 г. схемы развития лесного комплекса Коми АССР на среднесрочную перспективу, имеющий цель выявить наиболее эффективные пути развития лесного производства и использования лесосырьевых ресурсов;

интенсификация развития целлюлозно-бумажного производства с полным вовлечением в переработку мелкотоварной хвойной древесины и отходов лесопиления;

обоснование района строительства новых целлюлозно-бумажных предприятий, обеспечивающее наиболее эффективное использование древесного сырья и минимум приведенных затрат;

развитие промышленной переработки лиственной древесины, в первую очередь, в целлюлозно-бумажном производстве;

наращивание поставок продукции механической и химической переработки древесины за пределы региона в целях более полного и рационального использования имеющихся лесосырьевых ресурсов.

Здесь рассмотрена лишь сравнительная экономическая оценка оптимального и традиционного (планового) вариантов (см. таблицу).

Сравнительные технико-экономические показатели развития лесного комплекса Коми АССР по вариантам

Показатели	Значения показателей по вариантам		
	плано- вому, млн р.	оптимальному	
		млн р.	% к плано- вому
Капиталовложения			
Всего	418,0	311,8	74,6
Лесозаготовки	249,0	174,7	70,2
Лесопиление	98,8	85,9	86,9
Производство фанеры	70,2	51,2	72,9
Эксплуатационные затраты			
Всего	545,7	535,0	98,0
Лесозаготовки	471,8	463,2	98,2
Лесопиление	38,0	37,0	97,4
Производство фанеры	35,9	34,8	96,9
Транспортные затраты на внутри- региональные перевозки дре- весного сырья	78,2	77,2	98,7
Итого производственные затраты	623,9	612,2	98,1
Приведенные затраты	686,6	660,0	96,1

По оптимальному варианту капиталовложения в развитие лесопромышленных производств меньше на 25,4 %, эксплуатационные затраты — на 2,0 %, транспортные — на 1,3 %, приведенные — на 3,9 %. Общая экономия затрат по сравнению с планом составляет: приведенных — 26,6 млн р., эксплуатационных — 10,7 млн р., транспортных — 1,0 млн р. в год.

Экономия капиталовложений в данном случае достигается в результате размещения лесозаготовок, лесопиления, производства плит и фанеры в тех районах, где затраты на единицу продукции наименьшие. Однако такое решение может оказаться не самым эффективным при учете более широкого круга территориальных факторов, при оценке его с народнохозяйственных позиций. В этом случае отраслевые интересы вступают в противоречие с территориальными. В то же время территориальные комплексы, преследуя свои местные интересы, могут ущемлять отраслевые. Одним из возможных путей решения этих противоречий является вариантный подход.

Реализация предложенного подхода к разработке региональных программ развития ЛК дает возможность включить в исследование достаточно большое число гипотез. Развитие методологии и совершенствование методов разработки этих программ направлено на согласование отраслевых и территориальных решений для регионов.

Созданные ТПО лесного профиля должны осуществлять посреднические функции между предприятиями, разрабатывать стратегию их развития, что невозможно без вариантных подходов к проблеме. Предприятия будут добровольно передавать часть своих функций, связанных с комплексным развитием, территориальным органам, если те докажут, что могут заниматься прогнозами развития лучше, чем сами предприятия.

Таким образом, возрастающая роль долгосрочных программ развития на многовариантной основе позволяет оптимизировать территориальные и технологические пропорции лесного комплекса региона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блинов А. О. О проблемах, стоящих перед ТПО лесного комплекса // Лесн. журн.—1989.— № 5.— С. 116—119.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Михеева Н. Н. Методические вопросы разработки сценариев регионального развития // Экономика и математические методы.—1988.— Т. 24, вып. 1.— С. 74—82. [3]. Петров А. П. Проблемы лесозащитной науки в условиях интенсивного развития лесного комплекса // Лесн. журн.—1984.— № 4.— С. 3—9.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Починков С. В., Блинов А. О. Перспективное планирование развития лесного комплекса региона.—М.: ВНИПИЭИлеспрот, 1989.— 38 с. [5]. Починков С. В., Богданова И. К., Блинов А. О. Оптимизация территориальных и технологических пропорций лесного комплекса.—М.: ВНИПИЭИлеспрот, 1987.— 48 с.

Поступила 26 марта, 1990 г.

УДК 630*28

ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ РЕСУРСОВ ГРИБОВ

Е. И. СЕНЬКО

Львовский лесотехнический институт

Экономически доступными обычно считают те природные ресурсы, освоение которых не приносит убытков. С годами, по мере развития

научно-технического прогресса и экономики, их экономическая доступность расширяется. Ресурсы, недоступные вчера, сегодня становятся доступными. Это положение в полной мере относится ко всем видам природных ресурсов, в том числе к грибам и дикорастущим ягодам.

Экономическая доступность грибов зависит от ряда факторов, из которых наиболее важны масса ресурсов на единице площади, а также уровень закупочных и оптовых цен на свежие грибы или продукцию, полученную от их переработки.

Первый фактор ежегодно меняется, поскольку зависит от урожайности. Это, в свою очередь, влечет за собой изменение затрат на заготовку, поскольку закупочные цены на грибы возрастают в малоурожайные и уменьшаются в высокоурожайные годы. В противоположность закупочным, оптовые и розничные цены на готовую продукцию (грибы маринованные и соленые, грибные солянки, супы и др.) относительно постоянны и не зависят от величины ресурсов. Таким образом, при стабильной оптовой цене на грибную продукцию результаты работы предприятия по ее изготовлению будут зависеть не столько от затрат на переработку, сколько от затрат на заготовку грибов в текущем году.

По данным наших исследований, затраты на заготовку грибов в себестоимости продукции составляют почти 70 %. Поэтому даже незначительное их изменение влияет на себестоимость. Так, в годы с низкой урожайностью большие затраты на заготовку грибов настолько повышают себестоимость продукции, что при ее реализации предприятие зачастую имеет убытки.

Только при условии обеспечения определенного уровня рентабельности грибной продукции лесхозы, лесхоззаги и лесокомбинаты могут быть экономически заинтересованы в промышленном использовании грибных ресурсов.

Для обеспечения рентабельности грибной продукции себестоимость ее производства должна колебаться в заданных пределах. Верхний предел должен быть таким, чтобы при существующих ценах на продукцию обеспечивалась прибыль предприятию. А поскольку на себестоимость наибольшее влияние оказывают затраты на заготовку грибов, то совершенно очевидно, что экономическая эффективность заготовки и переработки грибов в первую очередь зависит от этих затрат. Отсюда следует, что ресурсы грибов доступны лишь в том случае, если в себестоимости грибной продукции затраты на заготовку не превышают заранее установленной предельно допустимой величины, при которой достигается средняя норма прибыли, т. е. соблюдается неравенство

$$a \leq a_{п. д.} \quad (1)$$

где a , $a_{п. д.}$ — фактические и предельно допустимые затраты на заготовку грибов, р.

Предельно допустимые затраты включают в себя все издержки предприятия на сбор грибов, их транспортировку и переработку. Они зависят, во-первых, от степени концентрации ресурсов всех видов грибов, их ценности, урожайности и вкусовых качеств и, во вторых, от сложившегося среднеотраслевого уровня рентабельности. С течением времени при совершенствовании организации заготовки грибов, а также с изменением среднеотраслевого уровня рентабельности продукции возможны изменения этих затрат.

Предельно допустимые затраты на заготовку грибов можно определить по формуле*

* Настоящая формула представлена по аналогии с формулой Т. С. Лобовникова. А. П. Петрова для определения предельно допустимой стоимости технологической щепы [2].

$$a_{п. д} = \left[Z \left(1 - \frac{P}{100 - P} \right) - q \right] \frac{1}{m}, \quad (2)$$

где Z — отпускная цена единицы конечной продукции, р.;
 P — сложившийся среднеотраслевой уровень рентабельности переработки грибов, %;
 q — фактические затраты на переработку, р.;
 m — расход грибов на единицу конечного продукта, т.

В расчетах отпускная цена (Z) принимается на уровне среднесложившейся оптовой цены на грибы и имеет относительно устойчивый характер.

Рентабельность заготовки и переработки грибов (P) в лесных предприятиях региона Карпат невысокая и зависит от урожайности грибов. Обычно выделяют годы с высокой, средней и плохой урожайностью. В среднеурожайный год биологическая урожайность грибов в условиях Львовской области на средних по продуктивности угодьях составляет: белые и другие виды грибов — 16,0, в том числе белые — 6,5; маслята и рыжики — 84; опята — 76 кг/га [1]. Эксплуатационный, т. е. пригодный к сбору урожай приведенных групп грибов составляет соответственно 12, 5, 50 и 70 кг/га.

В хорошие по урожайности годы рентабельность заготовки и переработки грибов в лесхоззагах и лесокombинатах достигает 20 %. Это высокий уровень рентабельности. В неурожайные годы, в связи с повышением спроса на грибы, а также отсутствием идентичного заменителя грибов среди продуктов питания, представляется возможным производить заготовку и переработку даже при условии их безубыточности, т. е. нулевой рентабельности. Таким образом, для поднятия личной заинтересованности сборщиков необходимо маневрировать затратами на заготовку грибов, увеличивая их в неурожайные и уменьшая в урожайные годы. Изменения должны обеспечить заранее заданный уровень рентабельности заготовки и переработки грибов. Так, в хорошие по урожайности годы предельно допустимые затраты должны быть на нижнем пределе с тем, чтобы полученная предприятием прибыль от реализации грибной продукции обеспечила не менее 20 % рентабельности. В неурожайные годы уровень рентабельности может быть равным нулю. В такие годы предельно допустимые затраты на заготовку грибов ($a_{п. д}$) будут достигать верхнего предела, а фактические (a) — приближаться к ним, в результате достигается равенство $a = a_{п. д}$.

Следующий показатель формулы (q) — затраты на переработку грибов — устанавливают по данным предприятий. В представленной таблице эти затраты приняты как средневзвешенные по отчетным данным лесхоззагов Львовской области.

Предельно допустимые затраты на заготовку грибов
в различные по урожайности годы, р./т

Группа грибов	Оптовая отпускная цена на продукцию	Затраты на переработку	Расход грибов на единицу конечного продукта	Предельно допустимые затраты при урожайности		
				хорошей ($P=20\%$)	средней ($P=10\%$)	плохой ($P=0\%$)
Белые и др.	1660	250	1,08	1043	1159	1297
В том числе:						
белые	2500	280	1,08	1688	1815	2042
маслята	1199	242	1,06	712	798	900
опята	1079	225	1,08	620	696	786

Расход грибов на единицу конечного продукта (m) определяют по существующим нормативам.

На основании формулы (2) рассчитаны предельно допустимые затраты на заготовку грибов (см. таблицу).

Границы экономической доступности у разных видов грибов не одинаковы. Наивысшая амплитуда колебаний предельно допустимых затрат наблюдается у белых грибов — 354 р., наименьшая у опят — 166 р., что объясняется различием оптово-отпускных цен на продукцию этих видов грибов.

Экономическая целесообразность сбора грибов и изготовления различных видов продукции определяется из условий обеспечения наибольшего эффекта при реализации этой продукции. Так, в неурожайные годы нецелесообразно солить и мариновать белые грибы, ибо затраты на их заготовку намного выше предельно допустимых; затраты же на заготовку опят не всегда выше предельно допустимых. Отсюда следует, что при определении экономической доступности ресурсов грибов, в первую очередь, необходимо ориентироваться на их общую массу или на те виды, ресурсы которых больше.

Наличие данных об экономической доступности ресурсов грибов будет стимулировать рациональное их освоение и позволит лесным предприятиям избежать убыточности в этом виде деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Сенько Е. И. Исследование ресурсов основных видов побочных пользования лесом Львовской области // Реф. информ. о законченных НИР в вузах УССР.— Киев: Вища шк., 1975.— Вып. 7.— с. 40—41. [2]. Сущность критерия экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов / Т. С. Лобовиков, А. П. Петров, В. Е. Леванов, Е. Д. Жило. // Науч. тр. / ЛТА.— 1968.— № 116.— С. 75.

Поступила 20 ноября 1989 г.

УДК 630*332.003

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВНЕДРЕНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

С. Г. КУЛИШКИНА, С. Е. ГРЯЗНОВ, Л. К. ФУРСОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Развитие отраслей лесного комплекса в условиях хозяйственного расчета и самофинансирования должно сопровождаться внедрением ресурсосберегающих и безотходных технологий и формированием на этой основе безотходных производств с учетом экологической ситуации.

Применение понятий «безотходное производство» и «уровень безотходности» к технологическим процессам лесозаготовок предполагает: определение условий эффективного использования вторичных ресурсов как сырья или топлива; создание на лесосеке, пройденной рубками главного пользования, нормальной лесоводственно-экологической обстановки для последующего проведения лесокультурных работ.

Достигнутый уровень техники и технологии в настоящее время позволяет полностью использовать отходы лесозаготовок. Освоение и развитие безотходных производств ограничивается прежде всего экономическими и экологическими факторами.

Экономическая доступность вторичных ресурсов как промышленного сырья в условиях интенсивного ведения хозяйства постоянно возрастает. Однако лесозаготовка оказывает не только позитивное, но и негативное влияние на сложившиеся природные экосистемы. В связи с этим влияние изъятия органической массы на состояние лес-

ных насаждений необходимо регулировать системой ограничений на проведение мероприятий по сбору и заготовке вторичных ресурсов, которые определяют условия, где их полное или частичное использование экологически возможно, а где недопустимо.

При этом экологическая доступность вторичных ресурсов определяет объемы сырья для промышленного использования при условии их экономической доступности.

В безотходных технологических процессах отрицательное влияние систем машин на почву и почвенный покров может оказаться значительнее положительного результата более полного изъятия биомассы [2].

Для учета экологических факторов при оценке безотходности технологий нами разработана методика расчета экологических ограничений на объем изымаемой биомассы вторичных ресурсов и долю площади, на которой почвенный покров нарушен лесозаготовительными машинами и механизмами [3]. Основной принцип методики — разделение площади, на которой производятся лесосечные работы, на служебную и пасеки. Под служебной понимается площадь лесосеки, занятая трелевочными и технологическими волоками и погрузочными пунктами. Технология сбора и переработки вторичных ресурсов, в силу их децентрации, требует движения специальной техники по всей площади лесосеки, включая пасеки. Вторичные ресурсы в пределах служебных площадей всегда экологически доступны; на пасеке — не всегда.

Экологически доступные вторичные ресурсы являются сырьем для производства технологической щепы и объектом последующей экономической оценки безотходности технологий. Экономическую доступность вторичных ресурсов как промышленного сырья определяют по уровню затрат на их сбор, пакетирование, транспортировку и производство технологической щепы.

Основными технико-экономическими показателями (ТЭП) являются: годовая производительность рубильной машины; эксплуатационные затраты на 1 м³ щепы; капитальные вложения и фондоемкость 1 м³ щепы; трудозатраты и трудоемкость производства 1 м³ щепы; энергоемкость.

ТЭП формируются под влиянием группы факторов: лесоводственно-типологических (почвенно-грунтовые условия, состав насаждений, товарность, запас на 1 га); технологических (система машин); целевого использования рубильной машины (получение щепы для технологических или энергетических целей; лесоводственно-экологического улучшения состояния площадей).

В качестве примера рассмотрим технологическую схему освоения ресурсов отходов лесозаготовок, которая включает: сбор и подвозку отходов с лесосеки к волоку (ПЛТО-1); рубку отходов в щепу передвижной рубильной машиной на базе трактора ТДТ-55М.

Расчет ТЭП выполнен на уровне франко-лесосека для различных долей отходов от запаса на 1 га, оставляемых на лесосеке при максимальной загрузке оборудования по нормативным документам, действующим в отрасли. Результаты расчетов приведены в таблице.

Запас, м ³ /га	Себестоимость производства 1 м ³ щепы, р., в зависимости от доли отходов в запасе, %		
	5	10	15
150	4,54	3,81	3,56
200	4,18	3,63	3,44
250	3,96	3,52	3,38

Как видно из таблицы, себестоимость производства щепы максимальна (4,54 р./м³) при низкой доле отходов на 1 га (5 %, или 7,5 м³); минимальные затраты (3,38 р./м³) достигаются при наибольших объемах ресурсов отходов на 1 га. Фондоемкость производства 1 м³ щепы составляет 2,89 р./м³.

Хозрасчетная заинтересованность предприятий в комплексном использовании вторичных ресурсов применительно к конкретной технологии их освоения может быть обеспечена формированием договорных цен на щепу.

Поскольку договорная цена определяется исходя из взаимных интересов поставщика и потребителя, то минимальная цена реализации технологической щепы для поставщика должна быть не ниже нормативной стоимости ее производства, представляющей сумму себестоимости и нормативной прибыли, устанавливаемой по отношению к фондоемкости. В этом случае гарантируется возмещение затрат и получение поставщиком нормативной прибыли. Кроме того, возможна дополнительная прибыль, если договорная цена реализации щепы больше нормативной стоимости ее производства.

Если себестоимость производства щепы совпадает с ее предельной ценой, максимальной для потребителя, то также гарантировано возмещение затрат и получение им нормативной прибыли. Кроме того, он может получить дополнительную прибыль в расчете на 1 м³ сырья, если предельная цена производства щепы больше договорной. При этом установление договорных цен предполагает перераспределение дополнительной прибыли между поставщиком и потребителем и оплату транспортных расходов.

Таким образом, показатели, рассчитанные для различных технологических схем освоения вторичных ресурсов, в зависимости от влияния группы факторов, служат основой для формирования договорных цен на технологическую щепу.

В настоящее время на лесосеках, являющихся объектом последующего лесовозобновления, необходима предварительная расчистка, поскольку они сильно захламлены. Так, на предприятиях ТПО Кареллес-пром за период с 1985 г. по 1987 г. было оставлено на лесосеках 123 тыс. м³, в том числе 48 тыс. м³ деловой древесины.

При машинной технологии лесокультурных работ наиболее приемлемо предварительное измельчение стволовой древесины и порубочных остатков на лесосеке с помощью рубильной машины.

С экологической точки зрения, согласно исследованиям, проведенным на кафедре общей экологии, анатомии и физиологии растений ЛТА [1], скорость перегнивания, потеря массы древесины увеличиваются, если древесина, оставленная на лесосеке, имеет крупномерные фракции. По срокам потери массы древесина с размерными характеристиками: длина — $9,50 \pm 2,97$ см, ширина — $7,24 \pm 1,45$ см, толщина — $0,66 \pm 0,03$ см близка к стволовой.

В случае размельчения на мелкие фракции древесина, как разбросанная по поверхности, так и запаханная, отрицательно воздействует на почвообразовательные процессы.

Проведенные нами расчеты показали, что в различных лесотипологических условиях затраты на создание лесных культур ручным способом выше, чем механизированным, на 50...100 р. на 1 га.

В случае, если заготовки и лесовосстановление выполняются комплексным лесным предприятием и вторичные ресурсы осваиваются в промышленных целях, очистка лесосек от них с помощью рубильной машины снижает затраты предприятия на лесовосстановление, формируя положительный результат.

При проведении лесозаготовок и лесовосстановления разными предприятиями, в случае экономической недоступности вторичных ресурсов как промышленного сырья, лесозаготовители предъявляют предприятиям лесного хозяйства лесосеку, соответствующую лесоводственно-экологическим требованиям, как объект будущего лесовосстановления. При несоответствии качества лесосеки установленным требовани-

ям на лесозаготовительное предприятие накладываются штрафные санкции, которые в условиях перехода предприятий на хозрасчет выплачиваются из прибыли и тем самым превращаются в действенный инструмент. Размер штрафной санкции должен превышать отрицательный экологический результат.

Таким образом, формирование эколого-экономических условий внедрения безотходных технологий выражается: в росте экономической доступности вторичных ресурсов как промышленного сырья; в соблюдении экологических ограничений при изъятии биомассы вторичных ресурсов, что способствует созданию между лесопромышленной и лесохозяйственной деятельностью отношений, обеспечивающих одинаковые стимулы для развития лесного хозяйства, лесозаготовок и деревопереработки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Золотарева Г. С. Разложение древесины в почве и влияние продуктов ее деструкции на рост лесных культур: Дис... канд. с.-х. наук.—Л., 1986.—147 с. [2]. Меньшиков В. Н. Основы технологии заготовки леса с сохранением и воспроизводством природной среды.—Л.: ЛГУ, 1987.—220 с. [3]. Разработать методы экономической оценки эффективности и условий создания безотходных технологий в отраслях лесного комплекса: Отчет о НИР/ЛЛТА; Руководитель А. П. Петров.—36; № ГР 01860068807; Инв. № 0288.00 13335.—Л., 1987.—156 с.

Поступила 24 июля 1989 г.

УДК 674 : 388.45

ОБ ОЦЕНКЕ КОМПЛЕКСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ В ОБЪЕДИНЕНИЯХ МИНЛЕСПРОМА УССР

О. М. ЛЮТКЕВИЧ, Г. В. МЫШКИНА

Львовское отделение Института экономики АН УССР

Перед лесным комплексом Украины стоит задача — улучшить использование лесных ресурсов, прежде всего повышая комплексность их переработки. Предусмотрена долгосрочная комплексная программа рационального использования и расширенного воспроизводства лесов. Основные экономические вопросы этой программы — разработка показателей оценки комплексности и эффективности использования лесных ресурсов на всех уровнях управления. Ведется поиск новых и совершенствуются существующие показатели и методики. Например, организация комплексных лесных предприятий (КЛП) на Украине вызвала необходимость в разработке методики расчета коэффициента комплексного использования древесного сырья (ИДС) в КЛП. Существующие методики обеспечивали расчет этого показателя по отдельным производствам (деревообрабатывающему, мебельному), что недостаточно для КЛП [2].

При разработке мероприятий будем исходить из сравнительного анализа работы объединений Минлеспрома УССР. Очевидно, что для этого необходимы показатели, информационно обеспеченные данными действующей статистической отчетности министерства, позволяющими сопоставить результаты по всем объединениям.

С учетом этих требований были приняты восемь оценочных показателей. Выделены ресурсы побочного пользования лесом и сырьевые ресурсы древесного происхождения. Первые оценивали по средней арифметической коэффициентов использования продуктов по видам

побочного пользования (отношение фактически достигнутого объема продукции к плановому), вторые — по показателям уровня и эффективности комплексного ИДС и уровня использования отходов древесины [1—3].

Уровень комплексного ИДС рассчитывали по трем показателям: коэффициенту комплексного ИДС, объему товарной продукции, получаемой с 1 м³ объема и 1 р. стоимости израсходованного сырья.

Коэффициент комплексного ИДС в объединении K определяли по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{компл } i}}{n},$$

где $K_{\text{компл } i}$ — коэффициент комплексного ИДС по i -му предприятию, входящему в объединение;

i — число предприятий, входящих в объединение, $i = \overline{1, n}$.

Значение $K_{\text{компл}}$ рассчитывали как средневзвешенный уровень ИДС на всех технологических переделах предприятия [2]:

$$K_{\text{компл}} = \frac{\sum_{j=1}^m K_j V_j}{\sum_{j=1}^m V_j},$$

где K_j — коэффициент уровня ИДС на j -м переделе;

j — число переделов предприятия, по которым ведется расчет,
 $j = \overline{1, m}$;

V_j — объем сырья, использованного на j -м переделе, тыс. м³.

Коэффициент уровня ИДС на j -м переделе определяли отношением объема полученной продукции к объему сырья, переработанного на этом переделе.

Объем товарной продукции, получаемой из единицы объема (стоимости) израсходованного сырья (включая отходы), рассчитывали как отношение товарной продукции к объему (стоимости) сырья. Данные для расчетов брали из форм статистической отчетности 1 — п (год), 1 — сн.

Эффективность комплексного ИДС определяли по прибыли от реализации товарной продукции в расчете на единицу объема ИДС.

Использование отходов древесины оценивали тремя показателями:

1) уровень общего использования — как отношение общего объема использованных отходов к полученным;

2) уровень технологического использования — как отношение количества отходов, прошедших внутризаводскую технологическую переработку, к общему их количеству;

3) уровень использования отходов от лесопиления и деревообработки — как отношение объема этих отходов, прошедших внутризаводскую технологическую переработку, к общему объему отходов от лесопиления и деревообработки.

Рассмотренные показатели исследованы в объединениях Минлеспрома СССР при сравнительном анализе использования лесных ресурсов в 1987 г. Выявлены значительные различия в уровне ИДС, резервы повышения эффективности производства. В качестве примера в табл. 1 приведены данные для производственных объединений Прикарпатлес, Закарпатлес, Черновицлес.

Если для ПО Черновицлес основной задачей можно считать увеличение комплексности, то для ПО Закарпатлес — эффективности ИДС.

Таблица 1

Показатели оценки комплексности и эффективности ИДС

Показатель	Прикарпатлес	Закарпатлес	Черновицлес
Товарная продукция:			
с единицы объема израсходованного сырья P_1 , р./м ³	262,9	237,2	183,5
с единицы стоимости переработанного сырья P_2 , р./р.	2,67	2,46	2,41
Эффективность комплексности использования древесного сырья P_3 , р./м ³	42,9	29,2	35,7
Уровень использования древесных отходов:			
общего $K_{д.о}$	0,89	0,95	0,84
технологического $K_{д.о.т}$	0,69	0,54	0,60
ст лесопиления и деревообработки $K_{д.о.л}$	0,60	0,49	—

Примечание. Для ПО Черновицлес показатель $K_{д.о.л}$ не рассчитывается.

Резервом повышения эффективности производства для этих объединений является улучшение использования древесных отходов, повышение уровня их технологической обработки (показатель $K_{д.о.т}$ изменяется от 0,54 до 0,69). В настоящее время отходы древесины идут на топливно-энергетические цели, а в ряде случаев — в отвал. Необходимо отметить и недостаточный учет отходов на отдельных технологических переделах, что препятствует объективной оценке полноты их использования.

По показателям $K_{д.о}$, $K_{д.о.т}$ и $K_{д.о.л}$ для ряда производственных объединений целесообразно рассчитать их средние значения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели уровня использования древесных отходов

Производственное объединение	$K_{д.о}$	$K_{д.о.т}$	$K_{д.о.л}$
Винницдрев	0,74	0,43	0,35
Днепропетровскдрев	0,83	0,44	0,44
Киевдрев	0,98	0,78	0,67
Львовдрев	0,92	0,32	0,32
Одессдрев	0,84	0,33	0,31
Харьковдрев	0,97	0,85	0,67
Волиндрев	0,94	0,71	0,67
Запорождрев	0,66	0,42	0,42
Ровнодрев	0,85	0,68	0,55
Житомирдрев	0,92	0,50	0,50
Хмельницдрев	0,69	0,24	0,23
Полтавадрев	0,91	0,47	0,45
Сумьдрев	0,95	0,27	0,19
Ворошиловградмебель	0,71	0,28	0,28
Донецкмебель	0,93	0,60	0,60
Крыммебель	0,50	0,32	0,32
Черкасымебель	0,97	0,81	0,73
Черниговмебель	0,92	0,49	0,49
Броварьмебель	0,72	0,54	0,54
Среднее	0,83	0,49	0,45

Результаты расчетов позволяют устанавливать нормативные значения показателей $K_{д.о}$, $K_{д.о.т}$, $K_{д.о.л}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лобовиков Т. С., Петров А. П. Экономика комплексного использования древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 168 с. [2]. Определение экономической эффективности комплексного использования лесных ресурсов в лесохолбинатах: Метод. рекомендации.— Киев: ИЭ АН УССР, 1985.— 53 с. [3]. Петров А. П. Организация комплексного использования лесных ресурсов.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 184 с.
-

Поступила 7 февраля 1990 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

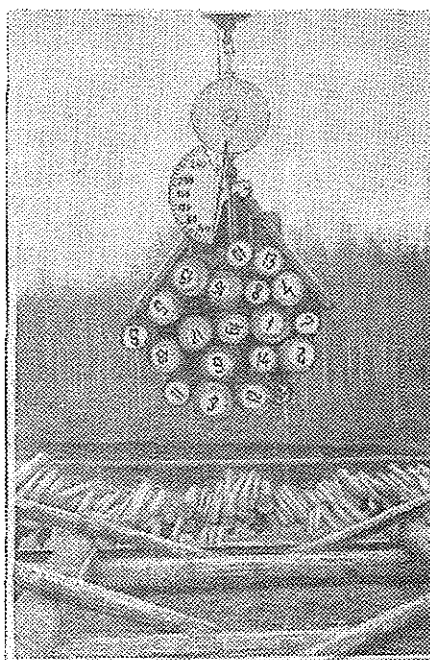
УДК 621.86.063.2.001.24

**ИССЛЕДОВАНИЕ
УСИЛИЯ В ЗАМЫКАЮЩЕМ КАНАТЕ ГРЕЙФЕРА
ПРИ НАБОРЕ ПАЧКИ БРЕВЕН****З. Д. ВТЮРИНА**

Архангельский лесотехнический институт

Опыт эксплуатации грейферов на предприятиях объединения Архангельсклеспром убеждает в целесообразности проведения работ по повышению надежности этих механизмов.

Автором экспериментально определены усилия в замыкающем канате грейфера ВМГ-5 (ЛТ-184) с шестикратным полиспастом при зачерпывании пачки бревен. Вес грейфера с пачкой бревен определяли по показаниям динамометра ДР-8. Усилие в замыкающем канате при наборе пачки записывали на пленку осциллографа МПО-2, используя систему тензодатчиков, усилителя УТ4-1, отметчика времени П-104 и стабилизатора напряжения УСН-200. Датчик усилия в замыкающем канате тарировали следующим образом. Грейфер устанавливали в раскрытом положении на горизонтальной площадке. Между его челюстями размещали бревно диаметром 32...40 см, длиной 2,5 м. Включением электротали на смыкание челюстей усилие в замыкающем канате изменяли от нуля до максимального значения, при котором происходит «опрокидывание» двигателя механизма смыкания (с градацией через 0,5 кН). Это усилие фиксировали с помощью динамометра ДР-8, включенного последовательно с тензодатчиком, и одновременно записывали на пленку осциллографа. С помощью регулятора чувствительности усилителя световой луч вибратора (к которому подключен датчик усилия в замыкающем канате) на экране осциллографа устанавливали таким образом, чтобы в момент «опрокидывания» двигателя, соответствующий максимальному усилию, он не выходил за пределы экрана. Затем строили тарировочную кривую.



При проведении опытов в производственных условиях (грейфер подвешен на кран БКСМ-14ПМ2) пачку бревен захватывали из штабелей, перемещали и выгружали на специальную площадку, где измеряли диаметр в верхнем отрезе и длину каждого бревна. По таблицам, принятым в лесной промышленности*, определяли их объем.

Затем бревна группировали в пачки с учетом среднего диаметра и максимального заполнения грейфера. Каждому бревну присваивали свой номер. Параметры бревен в каждой пачке заносили в таблицы.

Специально подготовленный лесонакопитель заполняли бревнами, параметры которых соответствовали данной группе опытов. Общий объем бревен в лесонакопителе превышал вместимость грейфера (для возможности имитации производственных условий). Раскрытый грейфер опускали в лесонакопитель. При наборе пачки подъемный канат был ослаблен. Опыт начинался с момента включения электротали на смыкание челюстей. Одновременно включали электроизмерительную аппаратуру. Изменение просвета между челюстями и усилия в замыкающем канате записывали на пленку осциллографа.

* Анисимов П. М., Кореневич Л. М. Множительные таблицы для исчисления круглых лесоматериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 256 с.

По окончании зачерпывания грейфер с пачкой бревен поднимали на высоту до 1 м над лесонакопителем (см. рисунок). В журнал записывали номера бревен, находящихся в зеве грейфера, вес грейфера с пачкой и величину недозакрытия челюстей (если оно имело место).

Данные обработки осциллограмм показали, что максимальное усилие в замыкающем канате не зависит от диаметра бревен и объема пачки. Визуальное наблюдение за характером зачерпывания позволило сделать вывод, что основное влияние на эту величину оказывает расположение бревен относительно грейфера и друг друга. Математическая интерпретация этого процесса весьма затруднительна, ввиду неопределенности взаимного расположения бревен; решение этой задачи выходит за пределы данной работы.

Диаметр бревен в пачке, см	Число опытов	Максимальное усилие в замыкающем канате, кН	Раскрытие грейфера, соответствующее максимальному усилию в замыкающем канате, см	Масса грейфера с пачкой бревен, т	Масса пачки бревен, т
8	35	50	20	4,4	2,8
12	35	55	30	4,7	3,1
16	33	58	10	4,5	2,9
24	35	56	30	4,5	2,9
32	41	56	50	4,8	3,2
48	55	57	0	5,0	3,4
52	31	46	40	5,2	3,6

Результаты исследований, представленные в таблице, показывают, что максимальное усилие в замыкающем канате, достаточное для набора пачек бревен диаметром от 8 до 52 см, не превышает 58 кН и не зависит от диаметра бревен в набираемой пачке.

Полученные нами данные могут быть использованы при выборе каната для замыкания челюстей грейфера и расчете элементов грейфера на прочность с учетом кратности полиспаста.

УДК 547.992.3

ПИРОЛИЗ ДИОКСАН-ЛИГНИНА В ПРИСУТСТВИИ АНТИПИРЕНОВ

Д. А. ПОНОМАРЕВ, С. В. ШЕРГИНА, Г. А. КАЛИНКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия
Московская сельскохозяйственная академия

Ранее нами было сообщено [2, 5] о применении метода пиролизической масс-спектрометрии к изучению пиролиза целлюлозы в присутствии различных каталитических добавок. В настоящей работе изучено влияние антипиренов на термодеструкцию дioxсан-лигнина ели. Известно [4], что влияние антипиренов на пиролиз древесных материалов проявляется, в частности, в увеличении образования воды и диоксида углерода (веществ, не поддерживающих горение) и повышении выхода карбонизованного остатка. При изучении влияния антипиренов на термодеструкцию лигнина в работе [1] было показано, что фосфорная кислота катализирует реакции дегидратации в алифатической цепи, деструкции β -алкиларильных связей и реакции деметоксирования. В присутствии борной кислоты все процессы деструкции начинаются при более высоких температурах и протекают в более узком температурном интервале.

Нами изучен пиролиз дioxсан-лигнина ели: необработанный образец (№ 1); обработанный в присутствии 20 % KH_2PO_4 (№ 2) и 20 % H_3BO_3 (№ 3). Дioxсан-лигнин был выделен по обычной процедуре. Содержание метоксильных групп в нем составило 13,6 % (среднее из трех определений). Препараты лигнина были подвергнуты вибразомолу в мельнице в течение 15 мин вместе с соответствующей неорганической солью. Методика проведения пиролиза и обседа масс-термограмм приведена в работе [2]. Полученные зависимости образования летучих продуктов от температуры представлены на рис. 1—3.

Из полученных данных видно, что влияние антипиренов на пиролиз лигнина проявляется в основном в образовании воды (рис. 1). Формы кривых для необработан-

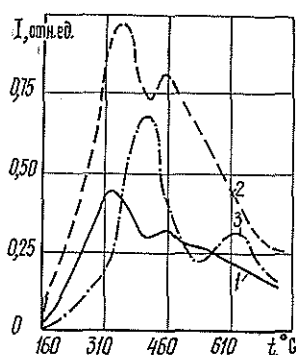


Рис. 1. Кривые выделения воды для лигнина: 1 — необработанного; 2 — с $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$; 3 — с $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$

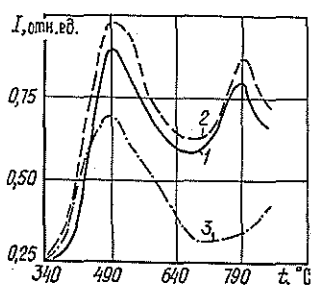
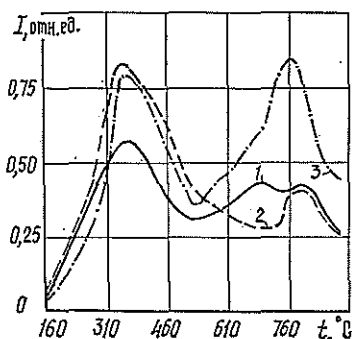


Рис. 2. Кривые выделения диоксида углерода для лигнина: 1 — необработанного; 2 — с $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$; 3 — с $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$

Рис. 3. Кривые выделения монооксида углерода для лигнина: 1 — необработанного; 2 — с $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$; 3 — с $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$



ного и обработанных образцов сохраняются, что говорит об общности характера дегидратационных процессов во всех трех случаях. Вместе с тем, введение $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$ сдвигает максимумы выделения воды на $30 \dots 60^\circ\text{C}$ в высокотемпературную область, что согласуется с ранее сделанными наблюдениями [1]. Наиболее сильно действие антипиренов проявляется на количестве выделяющейся воды, которое можно оценить по площади под кривой ее образования. Введение $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$ увеличивает выделение воды в 2,5 раза, а введение $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$ — в 1,2 раза. Сравнение масс-термограмм выделения воды для целлюлозы из работы [2] с данными настоящего исследования показывает, что влияние антипиренов проявляется в значительно большей степени на пиролиз целлюлозы, чем на пиролиз лигнина. Это вполне соответствует имеющимся сведениям о том, что горение древесины поддерживается в основном за счет целлюлозы, а не лигнина [6]. Интересно отметить, что на кривой выделения воды для диоксан-лигнина отсутствует максимум при 250°C , найденный нами ранее на соответствующей кривой пиролиза лигнина механического размола [3]. Этот максимум, как мы считаем, отвечает образованию воды за счет дегидратации α -бензилспиртовых групп. Полученные данные позволяют предположить об отсутствии бензилспиртовых групп в диоксан-лигнине ели.

Введение антипиренов увеличивает также образование диоксида углерода (рис. 2). Количества CO_2 , образовавшегося в интервале $160 \dots 430^\circ\text{C}$, для необработанного лигнина и лигнина с добавками $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$ и $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$ относятся как $1 : 1,6 : 1,4$. Отметим, что для изучения влияния антипиренов представляет интерес область до 500°C , в которой происходит пламенное горение. Действие борной кислоты проявляется в наличии большого максимума в области $700 \dots 900^\circ\text{C}$. Сравнение этой области на кривой выделения CO_2 с соответствующей по температуре областью выделения CO (рис. 3) показывает, что карбонизация лигнина в присутствии $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$ идет с образованием CO_2 , в то время как лигнин, обработанный $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$ и необработанный, выделяет преимущественно CO . Указать какую-либо конкретную реакцию, ответственную за образование CO_2 и CO при этих температурах, мы не можем.

Таким образом, нами установлено, что влияние антипиренов $\text{KН}_2\text{P}\text{O}_4$ и $\text{H}_3\text{B}\text{O}_3$ на пиролиз диоксан-лигнина ели проявляется в основном в увеличении выхода негорючих веществ. На основе масс-термограмм сделано предположение об отсутствии бензил-спиртовых гидроксильных групп в диоксан-лигнине ели.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Домбурт Г. Э. Аспекты взаимодействия фосфорной и борной кислот с компонентами древесины // Теоретические аспекты модификации древесины: Тез. докл. Всесоюз. конф.—Рига, 1983.—С. 19—23. [2]. Изучение термической деструкции фосфорилированных целлюлоз / Д. А. Пономарев, Е. Н. Рязанцев, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинин // Химия древесины.—1985.—№ 5.—С. 34—37. [3]. Карбонизация лигнина в процессе программируемого нагрева / Д. А. Пономарев, С. В. Шергина, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинин // Изв. вузов. Лесн. журн.—1988.—№ 2.—С. 126—127. [4]. Леонович А. А. Механизмы защитного действия антипиренов // Теоретические аспекты модифицирования древесины: Тез. докл. Всесоюз. конф.—Рига, 1983.—С. 53—57. [5]. Образование летучих продуктов при термической деструкции целлюлозы, обработанной галидами натрия / С. Н. Васильев, Д. А. Пономарев, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинин // Изв. вузов. Лесн. журн.—1988.—№ 3.—С. 127—130. [6]. Nassar M. M., McKay I. D. M. Mechanism of thermal decomposition of lignin // Wood and Fiber Sci.—1984.—Vol. 16, N 3.—P. 441—453.

УДК 674.053 : 621.935

О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ГРАНИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ ПОЛОТНА ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ

Т. С. ИСУПОВА

Архангельский лесотехнический институт

В основе возрастания эффективности работы ленточнопильных станков лежит решение проблемы повышения устойчивости инструмента.

В работе [1] рассмотрена задача по определению граничных значений частот колебаний полотна ленточной пилы без учета скорости резания. Для современных ленточнопильных станков характерны сравнительно высокие скорости резания ($v = 30 \dots 50$ м/с). В этой связи возникает необходимость качественно оценить влияние скорости резания на граничные значения частот колебаний пилы.

Колебания пилы при $v = 0$, с некоторыми допущениями, можно описать с помощью системы дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{aligned} m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EI_y \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} - N(t) \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + e_y N(t) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - M_x \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} &= 0; \\ m r^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - GI_d \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - N(t) r^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + e_y N(t) \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - M_x \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Если ленточная пила перемещается с постоянной скоростью $v = \text{const}$, то ее состояние можно описать с помощью функций:

$$\tilde{u}(z, t) = u(z - vt, t) \text{ и } \tilde{\varphi}(z, t) = \varphi(z - vt, t). \quad (2)$$

В формулах (1), (2) обозначено:

u — перемещение центра сечения в плоскости наименьшей жесткости ($v = 0$);

$\tilde{u}$ — то же при $v \neq 0$;

φ — угол закручивания ($v = 0$);

$\tilde{\varphi}$ — то же при $v \neq 0$;

z — текущая продольная координата;

EI_y, EI_d — изгибная и крутильная жесткости сечения;

r — радиус инерции сечения;

e_y — координата приложения продольной нагрузки $N(t)$.

Функции $\tilde{u}$ и $\tilde{\varphi}$ удовлетворяют исходным уравнениям, если выполняются граничные условия:

$$\begin{aligned} \tilde{u}(0, t) = \tilde{u}(l, t) = \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2}(0, t) = \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2}(l, t) &= 0; \\ \tilde{\varphi}(0, t) = \tilde{\varphi}(l, t) = \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial t^2}(0, t) = \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial t^2}(l, t) &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

где l — длина ветви пилы.

Отыскивая выражения для $\tilde{u}$ и $\tilde{\varphi}$, имеем:

$$u(z, t) = \tilde{u}(z + vt, t); \quad \varphi(z, t) = \tilde{\varphi}(z + vt, t).$$

В результате получаем уравнения вида

$$\begin{aligned} m \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial t^2} + 2mv \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial t \partial z} + EI_y \frac{\partial^4 \tilde{u}}{\partial z^4} + [mv^2 - N(t)] \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2} + \\ + e_y N(t) \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial z^2} - M_x \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial z^2} = 0; \\ mr^2 \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial t^2} + 2mr^2 v \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial t \partial z} + [mr^2 v^2 - GI_d - r^2 N(t)] \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial z^2} + \\ + e_y N(t) \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2} - M_x \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2} = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Для решения (4) метод Фурье неприменим. Поэтому воспользуемся следующим приближением. Поскольку

$$\frac{\partial u}{\partial t} = v \frac{\partial \tilde{u}}{\partial z} + \frac{\partial \tilde{u}}{\partial t},$$

то

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial z} = v \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial t \partial z}.$$

Решаем уравнения (4), пренебрегая продольным вращением полотна ленточной пилы. В результате имеем

$$\theta = 2\omega_x \sqrt{(\mu \pm v) - \beta^2 + \frac{1+\gamma}{2\gamma} \mp \sqrt{\frac{(1-\gamma)^2}{4\gamma^2} + \left[(\mu \pm v)e_y - \frac{M_x}{N_x}\right]^2 \frac{1}{r^2}}}, \quad (5)$$

где θ — частота колебаний пилы;

$$\mu = \frac{N_0}{N_x}; \quad v = \frac{N_t}{2N_x}; \quad N_x = \lambda^2 EI_y; \quad \gamma = \frac{\omega_x}{\omega_\varphi};$$

$$\omega_x = \lambda^2 \sqrt{\frac{EI_y}{m}}; \quad \beta = \frac{mv^2}{N_x}.$$

Выражение (5) позволяет оценить влияние некоторых факторов на величину граничных значений частот колебаний ленточной пилы. Из анализа уравнения (5) можно заключить следующее.

1. При увеличении скорости резания граничные значения частот уменьшаются.
2. С возрастанием ширины пилы граничные значения частот несколько повышаются, причем величина возрастания растет с увеличением скорости резания.
3. При увеличении толщины пилы граничные значения частот также несколько возрастают.
4. С возрастанием длины свободной ветви ленточной пилы граничные значения частот колебаний уменьшаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Исупова Т. С. Прогнозирование работоспособности ленточных пил // Изв. вузов. Лесн. журн.— 1981.— № 5.— С. 75—78.

УДК 658.58 : 676

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦБП

Ю. Д. АЛАШКЕВИЧ, Г. В. ГАЛИН, В. В. СЕЛЕДЧИК,
А. Г. ЛАХНО, Г. П. КАБАНОВ

Сибирский технологический институт

В современных условиях перехода предприятий ЦБП на полный хозяйственный расчет и самофинансирование важное значение имеет изыскание резервов роста производительности труда.

В целях повышения производительности труда, рационального использования рабочего времени, снижения простоев оборудования и улучшения качества выполняемых работ ремонтный персонал в системе планово-предупредительного ремонта целесообразно перевести на работу по нормированным заданиям и сдельной оплате труда. Основной причиной, сдерживающей перевод ремонтных рабочих на работу по нормированным заданиям, является отсутствие на ряде предприятий ЦБП нормативных материалов.

Для перевода рабочих-ремонтников на указанные условия труда нами, по заданию Красноярского ЦБК, были разработаны ремонтные технологические карты и нормы времени на узловый метод ремонта бумагоделательных машин применительно к местным условиям и конструкции машин.

Нормы времени рассчитаны на основе общемашиностроительных норм на слесарные сборочно-разборочные работы и по результатам фотохронометражных наблюдений ремонтных работ.

Для изучения элементов затрат рабочего времени использовали индивидуальный хронометраж за каждым исполнителем ремонтной бригады. Дифференцированно регистрировали подготовительно-вспомогательное, оперативное (основное) время, время на отдых и личные надобности и простои.

Основная цель фотохронометражных наблюдений — выявить потери и непроизводительные затраты времени, получить исходные данные для разработки нормативов времени на подготовительно-вспомогательную и оперативную работу, определить оптимальный количественный и квалификационный состав ремонтной бригады.

В табл. 1, в качестве иллюстрации, по полученным хронокартам приведена структура затрат рабочего времени для некоторых видов ремонтных работ и оценка эффективности использования рабочего времени.

Анализ фактических затрат рабочего времени на узловый ремонт бумагоделательных машин показывает, что время оперативной работы в большинстве случаев составляет 50...60 %, а непроизводительные затраты занимают более 35 % рабочего времени.

Несмотря на то, что ремонтные работы носили плановый характер, доля потерь времени на организационно-технические мероприятия неоправданно высока и вызвана в основном причинами объективного и субъективного характера: а) излишними затратами рабочего времени на цеховую планерку и получение в кладовых оснастки и инструмента; б) несвоевременным началом работы и чрезмерным отдыхом ремонтных рабочих; в) занятостью на других работах или отсутствием в рабочей зоне подъемно-транспортных механизмов; г) отсутствием на рабочем месте перед началом работы требуемого инструмента, оснастки, приспособлений, запчастей; д) поиском и доставкой к рабочему месту смазочных, уплотняющих и прокладочных материалов, крепежа; е) затратами времени на вызов механиков и согласования с ними технического решения, ввиду недостаточной квалификации и опыта ремонтных рабочих; ж) отсутствием фронта работ для отдельных членов бригады, вызванного нерациональным назначением численности исполнителей.

Большинство из перечисленных причин потерь рабочего времени вызвано слабой организацией ремонтного хозяйства и ремонтных работ, низкой квалификацией ремонтного персонала, недостаточным знанием конструкции оборудования и технологии сборочно-разборочных работ. Последнее в большей степени относится к ремонтным бригадам привлеченных подрядных организаций.

Непроизводительные затраты оперативного времени на ремонтных работах вызваны, прежде всего, преобладанием ручного труда, неудовлетворительным обеспечением этих работ современной оргтехоснасткой, специализированным инструментом, приспособлениями и средствами механизации для напрессовки и снятия деталей, особенно крупногабаритных подшипников, сборки и разборки резьбовых соединений.

Таблица 1
Результаты хронометражных наблюдений

Вид ремонтных работ	Состав эле- мента, на, чел.	Элементы затрат рабочего времени										Коэф- фици- ент эф- фек- тив- ности ис- поль- зани- я рабо- чего вре- мени
		Подготови- тельно-испо- могательное		Оперативное (основное)		Отдых и лич- ные надоб- ности		Простои		Всего		
		чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	
Бумагоделательная машина обрезной ширины 4 200 мм												
1.1. Замена пересасывающего вала	4	2,4	10,1	14,1	59,1	4,5	18,9	2,8	11,9	23,8	0,88	
2. Замена гауч-вала	3	1,9	10,8	7,2	40,1	3,6	20,1	5,2	29,0	17,9	0,71	
3. Замена валов каландровой ба- тарен	4	1,6	6,5	17,8	73,0	1,8	7,4	3,2	13,1	24,4	0,87	
4. Замена цилиндра наката	3	4,8	6,8	29,7	41,1	11,6	16,1	25,9	36,0	72,0	0,64	
Бумагоделательная машина обрезной ширины 2 520 мм												
5. Замена подшипников шестерни сушильной группы	4	4,0	12,9	21,1	65,9	1,6	4,9	5,3	16,3	32,0	0,83	
6. Замена подшипника сторони нижнего цилиндра	5	3,7	7,2	27,7	58,8	4,2	9,0	12,0	25,0	47,3	0,75	

В ряде случаев затрачивается значительное время на разборку прикипевших и подвергшихся коррозии резьбовых соединений из углеродистых сталей, которые приходится срезать газопламенной резкой или электросваркой. Для сокращения простоев оборудования, рационального использования рабочего времени, а также снижения затрат на ремонт целесообразна замена, особенно в мокрых частях машин, крепежа из углеродистых сталей на крепежные изделия из легированных и нержавеющей сталей.

Хронометражные данные свидетельствуют о возможности значительного сокращения непроизводительных затрат времени при создании соответствующих материально-технических и организационных условий труда ремонтного персонала.

Для определения норм времени, наряду с хронометражными наблюдениями, на базе нормативных материалов были разработаны технически обоснованные нормы времени в соответствии с технологией сборочно-разборочных работ. За основу были приняты общемашиностроительные нормативы времени на слесарные сборочно-разборочные работы [2] для распространенных условий выполнения работ и на такелажные работы [1].

Для отличающихся условий работы, снижающих производительность труда, предусматривалось ввести поправочные коэффициенты: 1) при работе с применением предохранительного пояса, а также в стесненном и неудобном положении, ограничивающем движение, — 1,3; 2) при работе на высоте более 3 м с приставных лестниц, подмостей — 1,5; 3) при разборке и замене прикипевших и подвергшихся коррозии болтов и гаек — 1,5; 4) при работе в действующем цехе — 1,1; 5) при работе внутри судов — 2,0.

Нормами времени учтено время на подготовительно-вспомогательные работы, обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности. Ввиду трудоемкости работ, сложности оборудования, больших габаритов и масс узлов и деталей, эти затраты времени были приняты в размере 18 % от основного оперативного времени, в том числе: на подготовительно-вспомогательные работы — 5,5, на обслуживание рабочего места — 5, на отдых — 5,5, на личные надобности — 2 %. Отметим, что в общемашиностроительных нормативах эти затраты времени принимаются в размере 11 %.

С соблюдением последовательности сборочно-разборочных работ разработан проект укрупненных норм времени в минутах и человеко-часах. В нормах учтена суммарная трудоемкость работ, выполняемых всеми исполнителями бригады.

В табл. 2 представлены расчетные нормы времени при рациональном составе бригады и фактические затраты времени по результатам хронометража в соответствии с порядковыми номерами ремонтных работ в табл. 1.

Таблица 2

Сравнительные данные трудозатрат

Номер ремонтных работ	Состав бригады, чел.	Время по хронометрам, чел.-ч	Оптимальный состав бригады, чел.	Расчетная норма времени, чел.-ч	Расхождение норм на одного рабочего, %
1	4	21,0	3	7,1	221,0
2	3	12,7	3	7,8	62,0
3	4	21,2	3	15,7	1,4
4	3	46,1	3	16,0	289,0
5	4	26,7	3	19,7	1,5
6	5	35,3	3	20,0	7,0

Как видно из табл. 2, расчетные трудозатраты на ремонтные работы при оптимальном составе бригады меньше затрат по хронометражным наблюдениям. Значительное отличие для некоторых видов работ свидетельствует о неудовлетворительной организации труда и о наличии неиспользованных резервов уменьшения непроизводительных затрат времени.

Полученные расчетные нормы и проанализированные фактические затраты времени послужат основой для нормирования труда слесарей-ремонтников при сдельной оплате труда, составления нормированных заданий при повременной оплате и расчета численности ремонтного персонала.

Кроме норм времени на крупные и трудоемкие ремонтные работы, были разработаны технологические ремонтные карты. В них представлена исчерпывающая информация о характере и способе выполнения предстоящей работы. Необходимость разработки этих карт вызвана еще и тем, что техническое обслуживание и ремонт бумагоделательных машин на предприятии выполняются смешанным способом, при котором межремонтное обслуживание осуществляется силами цеховой ремонтной службы, а текущий и капитальный ремонт централизованно — службами главного механика и привлеченными специализированными подрядными организациями, которые не всегда четко представляют технологию сборочно-разборочных работ и требуемые инструмент, приспособления и оснастку.

Разработанные нормы времени и технологические карты на узловой метод ремонта бумагоделательных машин позволят проводить целенаправленную подготовку ремонтного персонала, сократить подготовительное время, подобрать предварительно по прямому назначению инструмент, приспособления и оснастку, определить оптимальную численность ремонтных бригад, создать материальную заинтересованность, укрепить производственную и трудовую дисциплину и в итоге повысить производительность труда ремонтных рабочих.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. ВНП2-2—83. Ведомственные нормы времени и расценки на капитальный ремонт технологического и энергетического оборудования предприятий микробиологической промышленности. Сб. 2. Капитальный ремонт трубопроводов. Вып. 2. Ремонт трубопроводов: Утв. 27.01.83.— Красноярск, 1983.— 259 с. [2]. Общемашино-

строительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. / ЦБНТИ.— М., 1982.— 202 с.

УДК 630*181.22 : 634.738

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ НА ЦВЕТЕНИЕ И ПЛОДОНОШЕНИЕ БРУСНИКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ

П. Н. ТАРГОНСКИЙ

Лугинский лесхоззаг Житомирской области

В условиях Житомирской области брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) обычно начинает цвести во второй декаде мая, а в третьей декаде наступает массовое цветение.

Наблюдениями ряда авторов [2—4] установлена прямая связь между сроками фенофаз брусники и суммами эффективных температур (Σt) выше 5° . Однако в Украинском Полесье, на южной границе ареала ягодника в европейской части СССР, таких исследований до сих пор не было.

Фенологические наблюдения проводили в 1981—1986 гг. в лесничествах Лугинского лесхоззага и Полесском государственном заповеднике (Житомирская область) на постоянных пробных площадях в тех типах лесорастительных условий, где отмечена брусника. В исследуемом районе брусника произрастает главным образом в свежих и влажных борах и суборах (экотопы A_{2-3} , B_{2-3}) на песчаных и супесчаных почвах разного механического состава.

Теплообеспеченность весенне-летнего периода оценивали по сумме эффективных температур, для расчета которых использовали материалы наблюдений Коростенской метеостанции, расположенной в 25 км юго-восточнее объекта исследований. Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики.

Для определения уровня изменчивости полученных признаков использовали шкалу, предложенную С. А. Мамаевым [1], по которой этот показатель считался очень низким при коэффициенте вариации $C_v < 7\%$, низким — при $C_v = 8 \dots 12$, средним — при $C_v = 13 \dots 20$, повышенным — при $C_v = 21 \dots 30$, высоким — при $C_v = 31 \dots 40$ и очень высоким — при $C_v > 40\%$.

Шестилетние фенологические наблюдения показывают, что цветение брусники тесно связано с накоплением суммы эффективных температур (см. таблицу). Сроки плодоношения также приходятся на строго определенные суммы эффективных температур.

Фенофаза	Средняя дата наступления фазы (ошибка, дн.)	Сумма эффективных температур, град	Коэффициент вариации C_v , %	Точность наблюдения P , %
Начало цветения	$17,05 \pm 2,1$	$248,3 \pm 24,3$	$\pm 24,00$	$\pm 9,80$
Массовое цветение	$24,05 \pm 2,0$	$331,8 \pm 32,8$	$\pm 24,21$	$\pm 9,88$
Окончание цветения	$3,06 \pm 2,8$	$460,3 \pm 33,3$	$\pm 17,74$	$\pm 7,24$
Начало созревания ягод	$1,08 \pm 2,4$	$1160,3 \pm 46,4$	$\pm 9,80$	$\pm 4,00$
Массовое созревание	$13,08 \pm 2,4$	$1342,0 \pm 49,8$	$\pm 9,09$	$\pm 3,71$
Окончание созревания	$30,08 \pm 4,0$	$1533,7 \pm 74,8$	$\pm 11,96$	$\pm 4,88$

Из таблицы видно, что отдельные фенофазы брусники наступают при накоплении определенной суммы эффективных температур. Точность наблюдений достаточна (не превышает принятой в практике лесного хозяйства $\pm 10\%$), чтобы утверждать о наличии прямой связи между сроками накопления определенных сумм эффективных температур, цветения и плодоношения брусники.

В годы с ранней и теплой весной, когда эффективные температуры накапливаются очень быстро, начало фенологических фаз отмечено при большей их сумме. Например, в 1984 г. начало цветения брусники наступило при Σt на 109° большей, чем в обычные годы. При значительно большем значении этого показателя в данном году отмечены и другие фенофазы: массовое цветение — на 108° , конец цветения — на 71° .

Исходя из выявленной закономерности, представляется возможным прогнозировать сроки плодоношения по ходу накопления суммы эффективных температур. Дата накопления суммы эффективных температур 1160° будет датой вероятного начала созревания ягод брусники, 1342° — вероятного начала массового созревания плодов. При 1534° можно ожидать окончания созревания ягод. Расхождения между

вероятными (рассчитанными) и фактическими датами наступления наиболее ранних и поздних сроков цветения и плодоношения в Полесье Украины обычно не превышают 2...4 дн.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале).— М., 1972.— 284 с. [2]. Мянни Р. Р. Некоторые аспекты биологии черники и брусники // Достижения и перспективы в области инвентаризации, изучения, рационального освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории европейской части СССР: Тез. докл. науч.-произв. конф. 19—21 авг. 1986 г.— Тарту, 1986.— С. 95—96. [3]. Снигирев Г. С., Раптунович Е. С. Фенология и формирование урожая черники, клюквы и брусники в подзоне широколиственно-сосновых лесов Белоруссии // Растит. ресурсы.— 1980.— Т. 16, вып. 3.— С. 329—334. [4]. Черкасов А. Ф. Сравнительный анализ некоторых способов прогнозирования фенофаз и урожая дикорастущих плодово-ягодных растений // Ресурсы ягодных и лекарственных растений и методы их изучения.— Петрозаводск, 1975.— С. 8—26.

УДК 674.049.3

ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ВОЛОКНА АЛЮМОХРОМФОСФАТАМИ

Ю. Л. МАКОВСКИЙ, Н. Г. КРАСОВСКИЙ

Московский инженерно-строительный институт

Создание огнезащищенных древесноволокнистых материалов с длительным огнезащитным эффектом предполагает химическое взаимодействие антипиренов с волокном. В настоящее время проблема получения огнезащищенных древесноволокнистых плит (ДВП) решена не полностью. В литературе описано получение огнезащищенных ДВП на основе алюмохромфосфатного связующего. ИК-спектроскопические исследования, дифференциальный термический анализ показали, что в процессе изготовления ДВП происходит взаимодействие связующего с древесным волокном [1, 2].

Степень взаимодействия алюмохромфосфатов с древесным волокном не определена, тем не менее, зная степень взаимодействия материала с антипиренами, можно прогнозировать длительность защитного эффекта и некоторые другие свойства плит.

Для выяснения степени взаимодействия алюмо- и хромфосфатов использовали метод атомно-абсорбционного анализа, позволяющий определить процентное содержание Al и Cr в образцах целлюлозы, лигнина и древесного волокна. Элементный анализ исследуемых образцов проводили на спектрофотометре марки «PU-9000» в пламени ацетиленазотной смеси. В качестве источника излучения применяли лампы с полым катодом на Al и Cr соответственно.

Образцы целлюлозы, лигнина и древесного волокна обрабатывали фосфатами алюминия и хрома в интервале температур 100...180 °С. Для удаления избытка непрореагировавших алюмохромфосфатов образцы экстрагировали кипящей водой в течение 6 ч. На основании полученных с помощью атомно-абсорбционного анализа данных сделали вывод о том, что наибольшая степень взаимодействия алюмо- и хромфосфатных составляющих связующего происходит в процессе их реакции с образцами целлюлозы, лигнина, древесного волокна при температуре 180 °С. Хромфосфаты по сравнению с алюмофосфатами в большей степени удерживаются в образцах. При сравнении степени взаимодействия образцов с хромфосфатами при 100 и 180 °С установлено, что количество закрепленного хрома возрастает в среднем для целлюлозы, лигнина и древесного волокна соответственно на 30, 58 и 57 %.

Таким образом, используя атомно-абсорбционный анализ, можно изучать степень химического взаимодействия древесного волокна с различными неорганическими солями и прогнозировать длительность огнезащитного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Николаев Н. Е., Мирецкий В. Ю. Исследование процесса образования ОДВП на фосфатных связующих методом ИК-спектроскопии // Сб. тр. / ВНИИдрев.— Балабаново, 1982.— С. 51—57. [2]. Николаев Н. Е., Цапук А. К. Использование метода термического анализа для оценки процессов и огнезащиты древесноволокнистых плит на фосфатных связующих // Науч. тр. / ВНИИдрев. 1981.— С. 116—121.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*232 : 630*902.1

ЛЕСНОЙ ЗНАТЕЛЬ Ф. Г. ФОКЕЛЬ
В РОССИИ

Линдуловской лиственничной корабельной роще под Ленинградом, точнее ее двум первым участкам, в 1988 г. исполнилось 250 лет. На посевном участке 1738 г. роща и сейчас имеет запас древесины около 1 100 м³ на 1 га.

Созданная на месте, избранном еще Петром I, корабельная роща, несмотря на уже начавшийся распад и сильное поражение стволов корневой губкой и трутовиком Швейнитца, и сегодня поражает взор посетителей своей величественностью и размерами деревьев: высота — 39 м, диаметр на высоте груди — в среднем 52 см, 367 стволов на 1 га [7]. Она остается своеобразной «Меккой» для лесоводов, выдающимся лесокультурным памятником.

Известно, что создателем первых двух участков рощи является приглашенный из Германии лесной знатель Ф. Г. Фокель, проработавший в России 25 лет, автор вышедшей в 1766 г. первой в России книги по лесоводству «Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить» [9]. О самом Фокеле и его работе в России, к сожалению, лесоведам ничего не известно [8].

Нам удалось среди прочих дел Центрального государственного архива Военно-Морского флота СССР (ЦГА ВМФ) найти условия приглашения лесных знателей в Россию, послужной список работы самого Фокеля, его докладные и новые данные о линдуловской роще [1, 3—6].

Фердинанд Габриель Фокель вместе с двумя другими лесными знателями (Мелхьером Зелгером и Яганом Фалентином) был приглашен в Россию на основании указа от 9 ноября 1726 г. через купца Говерса в Гамбурге по контракту от 14 июля 1727 г. После смерти Петра I в адмиралтейской коллегии (сентябрь 1726 г.) встал вопрос о том, что «корабли... жестоко гниют и в худое качество приходят». По мнению коллегии, причина была в том, «что лес с корени рубят летним временем престарелый за незнанием молодого ли возрасту или старого без выбору». При этом отмечалось, что в иностранных краях лес рубят по достижении им определенного возраста и в месяцы, когда он имеет доброе качество. В России таких знающих людей не было. Занятые заготовкой лесов, корабельные боммейстеры этого знать не могли. Еще Петр I намеревался пригласить для этого в Россию людей, «которые искусство имеют, в какое оные леса рубить, також молодость и силу крепости, от чего те леса не могут вскоре в гнилость приходить».

До приезда в Россию (22 августа 1727 г.) лесные знатели работали по р. Эльбе в лесах княжества герцога Броуншвейгского, Люнебургского и Бланкенбургского. Согласно контракту, лесные знатели обязывались проработать в России 4 года и плюс 2 года «по произволу Ея императорского величества» на очень выгодных для них условиях выполнения служебных обязанностей форштмейстеров «по обыкновению российскийскому».

Лесные знатели должны были приводить в известность леса, пригодные для кораблестроения, содержать и охранять их не только так, как в Германии, но и, «буде можно», лучше, подчищать в них корабельные деревья, определять пути сплава. Согласно изданному 20 апреля 1732 г. уставу «О заводе и севе для удовольствия Ея императорского величества флота вновь лесов», «форштмейстеры должны для лучшего содержания и присмотру в сохранении тех лесов по искусству иметь себе учеников по 6 человек у каждого и показывать им, как за теми лесами ходить, заводить и сеять, учреждать и беречь по их лучшему искусству, не скрывая ничего, и когда из тех учеников кого исправно в том искусстве научат, за то учинено будет им награждение за каждого ученика по 50 рублей».

М. Зелгер и Я. Фалентин с учениками и плотниками были определены на службу в Казанскую губернию, а Ф. Г. Фокель оставлен в Петербурге. С того времени до конца 1790 г. он почти ежегодно находился «по коллежским и экспедиционным определениям» в различного рода посылках-командировках С.-Петербургского адмиралтейства «по промериванию и описанию, изысканию мачтовых и других лесов в Новгородской и прочих губерниях и провинциях и к посеву и переправке и пересадке лиственничных и других годных лесов и исполнению всего, чего ему указы повелевали».

Как свидетельствуют архивные данные [6, л. 126—131], Ф. Г. Фокель за 23 года службы в Петербурге описал и привел в известность (с составлением описных книг и ландкарт) многие леса С.-Петербургской, Олонецкой, Новгородской и Архангель-

ской губернии для нужд кораблестроения. Кроме этого, он находил многие места, пригодные для выращивания корабельных лесов, и занимался их созданием, в том числе заготовкой семян, посевом или посадкой, уходами за ними.

Так, уже в 1727 г. вместе с геодезистами он описал заповедные леса с составлением описных книг и сочинением ландкарт от Ярославля вверх по Волге, в Новгородской губернии, а также в Олонецком уезде по р. Свири. В 1728 г. было продолжено описание лесов вдоль Волхова, вокруг оз. Ильмень, а также по Волге до Ярославля. В 1729 г. аналогичные работы он выполнял в Устюженском уезде. В 1729, 1730 и 1735 гг. в лесах Сестрорецкого завода вдоль Черной речки и «около оной озера» были освидетельствованы, заклеены и отданы под охрану прапорщика Самуилова мачтовые деревья сосны.

В 1731 г. в Копорском уезде Фокелем были отобраны в разных дворцовых и помещичьих дачах места, пригодные «к севу и разводу дуба». Кроме того, «он же, Фокель, в разные времена тем же местам земли осмотр имел и по последним его осмотрам несколько лиственницы и посеяно». В 1732 г. он представил в воинскую морскую комиссию проект, «коим образом надлежит поступать в разводе и в бережении дубовых рош».

В том же году он был занят описанием лесов в Архангельской губернии от р. Двины вверх по р. Югу.

Сохранился и рапорт Ф. Г. Фокеля от 3 апреля 1739 г. о том, что в 1738 г. «с имеющимися при нем учениками привезенные от г. Архангельского семена лиственницы были высеяны в Сестрорецком дистрикте Выборгского уезда на 4 500 кв. сажень». Таким образом было начато создание Линдуловской роши.

В 1740 г. Фокель приводил в известность заповедные леса вокруг Ладожского, Ильмень и Онежского озер и по впадающим в них рекам.

Из рапорта Ф. Г. Фокеля от 19 апреля 1749 г. следует, что рядом с участком посеянной в 1738 г. лиственницы был расчищен новый участок площадью 5 142 кв. сажень, на который он с 11 рабочими пересадила 1 000 саженцев лиственницы высотой от 1,5 до 12 футов и толщиной в окружности от 1 до 6 дюймов, «да сверх того и поврежденных пересажено немалое число». Кроме того, для посадки лиственницы будущей весной приготовлено 1 500 ям как на посеянном участке, так и на пустых местах. Все участки были огорожены. Отмечено также, что как на огороженных участках, так и вне их еще остались места, пригодные для посадки. Ямы на них не были приготовлены из-за наступления зимних холодов.

В 1748 г. Ф. Г. Фокель получил задание привести в известность леса на Березовых островах в Финском заливе, «сколько и какого имеется на тех островах лесу порознь и в чьих именно дачах показать и сколько особливо саженей дров». Он установил, что на первом острове с прочими примыкающими к нему малыми имелось соснового дровяного леса 60 тыс., а березового и ольхового — 7,5 тыс. куб. саженей; на втором соответственно 27,16 и 4,526 тыс. куб. саженей; на третьем соснового — 29,4 тыс., в том числе около третьей части елового, а березового и ольхового — 7,05 тыс. куб. саженей. Всего на островах было соснового и елового леса — 116,56 тыс., березового и ольхового — 19,076 тыс. куб. саженей, «который в длину, ширину и высоту по три аршина». Дачи находились в ведении Сестрорецкого завода, по деревьям не разделены, лес рубили сообща.

В 1749 г. адмиралтейская коллегия решила, что форштмейстер Ф. Г. Фокель нужнее в Казанском адмиралтействе, так как работавший там Я. Фалентин по окончании срока контракта возвратился в 1734 г. в Германию, а М. Зелтер умер в Казани в 1742 г. и с тех пор там работали только унтерфорштмейстеры Селиванов и Иванов. До этого Фокель неоднократно обращался в коллегия заключить с ним новый контракт на новых условиях с повышением ему чина и заработной платы, поскольку за все время работы в России, как он писал в рапорте, «содержал себя беспорочно, однако и без всякого произведения».

Выдвинутые Фокелем условия на заключение нового контракта сроком на 2 года «неотлучно, да по произволу Ея императорского величества еще на один год» адмиралтейской коллегией были приняты. Очевидно, он поехал в Казань и проработал там 2 или 3 года, однако никакого подтверждения этому в архивах нам найти не удалось.

До отъезда в Казань Ф. Г. Фокель снова побывал в созданной им лиственничной роше, обследовал ее и оставил подробное наставление своим ученикам по дальнейшему уходу за ней. Рапортом от 12 июля 1749 г. он доложил, что лиственничные посевы находятся «в добром состоянии». По его наставлению лиственницу надлежит пересаживать, «понеже де которая высока и силу в возрасте взяла, другая поглохнуть может и для того де надлежит на другие места пересаживать, чтоб больше не заглохли». Далее он дал указания, как выкапывать лиственницы, не повреждая корней, и куда и как их пересаживать. Лучшие деревья он рекомендовал оставлять на месте. С его участием были проведены линии с кольями на местах будущих посадок. Он «не только показал, как оные гнуть прямыми и кривыми, но и разные пробы действительно учинил своим ученикам Старостину и Кнпринянову».

В 1752 г. (8 апреля) находившийся в то время, как явствует из его рапортов, в С.-Петербурге форштмейстер Ф. Г. Фокель представил в адмиралтейскую колле-

гну книгу «Собрание лесной науки, сочиненную оным о правилах бывшим при нем ученикам для придания охоты вдаль о том помышлять прилежною наукой о дровах и состоянии оных по здешней природе». Книга написана по результатам исследований и испытаний в Выборгской, С.-Петербургской, Новгородской и отчасти в Архангельской губерниях, в которых ему пришлось работать. Коллегия отослала книгу в академию на заключение, может ли она служить пособием ученикам по форштмейстерской науке.

Как установил И. С. Мелехов [2], рукопись Фокеля была благожелательно принята академиками М. В. Ломоносовым и С. П. Крашенинниковым. В архиве сохранилась протокольная записка Академии наук на латинском языке, а именно: «...По поручению императорского величества сегодня с прославленными академиками в том же самом составе подвергнуть обсуждению труд лесничего Фокеля Лесоводство России и сказать, пригодно ли оно для изучения учащимися, и что они в этом трактате извлекут для себя поучительного. После того как это Лесоводство уже было принято прославленными академиками Ломоносовым и Крашенинниковым и ими исследовано, он (имеется ввиду Фокель — Г. Р.) также передал вышеуказанному собранию свое мнение».

Заключение на книгу дали проф. С. П. Крашенинников и архивариус Стафентален. Они считали ее «небесполезной как для учеников форштмейстерской науки, так и для других старающихся об экономии, чего ради и напечатания достойна быть имеет» при условии тщательной редакции ее и учета ряда замечаний по содержанию книги. На эту рецензию Ф. Г. Фокель («сочинитель и переводчик со своими учениками») ответил, что он и не думал в таком виде подавать книгу в печать, он больше обращал внимание на содержание, а не на слог. Некоторые недостатки Фокель считал не очень важными, а другие и вовсе ничего не заключающими.

В течение дальнейшего десятилетия нет каких-либо архивных сведений о книге и ее сочинителе. По-видимому, Ф. Г. Фокель уехал в Германию и вскоре умер там. Через 10 лет, т. е. в 1762 г. «по исправлению погрешностей» книга Фокеля вновь была отдана в Академию наук. 14 октября 1762 г. последовало заключение адмиралтейской коллегии: «В такой книге для обучения форштмейстеров состоит немалая необходимость и для того приказали напечатать книгу Фокеля в типографии морского шляхетского кадетского корпуса, наблюдать при том, чтобы не было излишеств дабы такая книга обошлась ценой подешевле». Затем последовал и указ императрицы от 21 октября 1762 г. о печатании книги.

Так как при типографии не имелось «справщика, знающего грамматику учителя русского языка», исправить, т. е. отредактировать рукопись книги было некому. Книга Ф. Г. Фокеля вышла из печати только в 1766 г. Написанная целиком на основании опыта работы в России, она была не только первым учебным пособием для форштмейстеров, но и первым сводом правил по лесоводству, содержащим сведения по древесным (20 древесным и 6 кустарниковым) породам, по агротехнике выращивания посадочного материала, создания и выращивания искусственных лесных насаждений.

Имя Ф. Г. Фокеля, с которым связана существующая сегодня старейшая лесная культура — Линдуловская лиственничная корабельная роща и первая на русском языке книга по лесоводству, занимает достойное место в истории отечественного лесоводства. И об этом должны знать и помнить все поколения лесоводов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Дело о переводе и напечатании книги форштмейстера Фокеля «Собрание лесной науки (о посадке лесов)». — ЦГА ВМФ СССР, ф. 212, оп. 1, д. 69. — 20 л. [2]. Мелехов И. С. М. В. Ломоносов и истоки науки о лесе и лесного образования в России (к 270-летию со дня рождения М. В. Ломоносова) // Лесн. журн. — 1981. — № 5. — С. 128—136. [3]. Об описании дровяного леса Фокелем на Березовых островах в Финском заливе. — ЦГА ВМФ СССР, ф. 138, оп. 1, д. 308. — 36 л. [4]. О лиственничной Линдуловской роще и вообще о лесах, в Финляндии произрастающих. — ЦГА ВМФ СССР, ф. 159, оп. 1, д. 131. — 167 л. [5]. О принятии мер по охране дубового леса в Казанской губернии. — ЦГА ВМФ СССР, ф. 138, оп. 1, д. 301. — 26 л. [6]. О разведении в Казанской губернии дубовых лесов. — ЦГА ВМФ СССР, ф. 138, оп. 1, д. 1. — 168 л. [7]. Редько Г. И. Линдуловская лиственничная роща: Учеб. пособие. — Л.: ЛТА, 1984. — 96 с. [8]. Редько Г. И. Истоки лесного образования и лесные знатели в России // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов: Матер. респ. науч.-практ. конф. (Йошкар-Ола, июнь 1989 г.). Кн. 1. — Йошкар-Ола: Мар. кн. изд-во, 1989. — С. 3—6. [9]. Фокель Ф. Г. Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить. — Спб., 1766. — 373 с.

Г. И. Редько

Ленинградская лесотехническая академия

УДК 630*902

**ПАВЕЛ ЗАХАРОВИЧ ВИНОГРАДОВ-НИКИТИН
(1869—1938)**

Среди русских ученых-исследователей, посвятивших себя изучению природы Кавказа, одно из самых достойных мест занимает профессор, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент ВАСХНИЛ Павел Захарович Виноградов-Никитин. Почти ни одна из наук о лесе не осталась без внимания этого ученого, наделенного редким талантом исследователя, организатора, практика. Его энциклопедические знания, научно-педагогическую и общественную деятельность высоко оценили корифеи русской лесной науки М. М. Орлов, Г. Ф. Морозов, И. Я. Шевырев и др.

После окончания лесного института в 1895 г. П. З. Виноградов-Никитин был назначен помощником лесничего Ахалцихского лесничества Тифлисской губернии. Одновременно с выполнением своих служебных обязанностей он преподавал энтомологию и фитопатологию учащимся низшей лесной школы, выпускавшей лесных кондукторов. Вскоре Павел Захарович был назначен лесничим, затем управляющим Боржомского майоратного имения (1895—1918 гг.), где развернул широкую деятельность ученого и организатора.

С именем П. З. Виноградова-Никитина связаны основные вехи высшего лесного образования в Закавказье и на Кавказе. В Грузинском политехническом институте он был руководителем кафедрой технологии дерева и лесоводства (1917 г.) и первым деканом сельскохозяйственного факультета, в Тбилисском лесотехническом институте заведовал кафедрой дендрологии, древесиноведения и лесоводства, в Государственном университете Грузии возглавлял кафедру лесоводства. Он зарекомендовал себя талантливым педагогом и компетентным воспитателем молодых специалистов лесного профиля.

Постоянное внимание П. З. Виноградов-Никитин уделял выступлениям с публичными лекциями. Так, еще в 1897 г. на выставке садоводов и огородников он прочитал лекцию на тему «О породах дерева», за что был награжден большой золотой медалью. Примечателен и его доклад, сделанный на общем собрании Кавказского общества сельского хозяйства «Роль птиц в борьбе с вредителями растений».

Павел Захарович написал около 300 научных статей и монографий, библиография которых до сих пор не систематизирована. Среди этих работ «Заметка о зеленом щурке» (1895 г.), «Фруктовые и пищевые деревья Закавказья», «Почему нужно сохранять леса», «Что дает дикая природа голодающему населению Закавказья», «Пути развития лесного хозяйства на Кавказе», «Проблемы лесного хозяйства».

П. З. Виноградов-Никитин является одним из основоположников лесопытного дела на Кавказе. При его непосредственном участии в 1927 г. создано Ленкоранское опытно-исследовательское лесничество. В 1927—1929 гг. он по совместительству руководил Институтом прикладной ботаники Азербайджанской ССР. Привлекает внимание его фундаментальный труд «Мероприятия развития лесного хозяйства на Кавказе в связи с организацией опытного дела».

Высоко была оценена деятельность П. З. Виноградова-Никитина как таксатора-лесоустроителя: устройство лесных массивов Юрбурга (Литва) на площади 25 000 га и Боржомских лесов — 50 000 га. Оригинален его труд «Программа таксационно-лесоустроительных работ 1910—1911 гг. в лесном хозяйстве Боржомского заповедного имения».

Разнообразна общественная деятельность Павла Захаровича. Он был председателем Боржомского ревкома, заведующим Боржомским отделом историко-этнографического общества, пожизненным членом Российского этнографического общества, членом Петербургского и Кавказского лесных обществ, постоянным членом Кавказского общества сельского хозяйства, членом-корреспондентом С.-Петербургской Академии наук и Ленинградского ботанического сада, корреспондентом зоологического музея Академии наук, председателем Кавказского географического общества, председателем двух Всероссийских лесных съездов (1905 и 1907 гг.), председателем первого краевого съезда лесных деятелей Кавказа (1917 г.), на котором был избран председателем совета первого профсоюза лесоводов Кавказа, первым начальником лесной секции Закавказского Госплана.

В 1921 г. в качестве первого председателя советского лескома Грузии Павел Захарович представил на утверждение Президиума ВСНХ проект декрета о национализации лесной промышленности. Он написал «Инструкцию по организации Грузлескома» и положение о его работе.

Вместе с другими видными специалистами П. З. Виноградов-Никитин разработал научные основы социалистического планирования единого лесного комплекса Закавказья, единые методы учета леса, положение о лесхозе.

Широк был диапазон научных интересов Павла Захаровича. Он исследовал новые культуры тунгового дерева, пробкового дуба, бамбука, чая, эвкалипта и других пород; создал ценные коллекции древесины, представителей дендрофлоры, материалов по палеоботанике, фитопатологии, энтомологии; открыл и описал несколько видов короеда.

Интересны его труды по изучению грибковых заболеваний лесных древесных пород, селекции растений и животных, разведению и использованию ивы, происхождению разновидности форелевых рыб в оз. Табацкурн, пропитке шпал антисептиками, предохранению деревянных конструкций от повреждений грибами.

Павел Захарович изучал смену пород, возрастную структуру, плодоношение, продуктивность буковых лесов, происхождение «белого» и «красного» бука, процесс сухой перегонки древесины, вопросы производства букового масла, механизм ложного ядра и процесса тилозиса, способы использования резонансного леса в производстве музыкальных инструментов, исследовал минеральные воды на радиоактивность, процессы окаменения леса на Кавказе и другие вопросы.

Ему принадлежит приоритет в создании производства эфирных масел, канадского бальзама, скипидара и канифоли, кленового сахара.

П. З. Виноградов-Никитин считается начинателем лесокультурного дела в Боржомском ущелье.

Следует вспомнить его пропагандистскую работу по созданию общества «Друг леса» и организации «Дней леса».

П. З. Виноградов-Никитин описал большое количество заповедников и заказников Кавказа. Проблеме сохранения памятников природы посвящен его труд «Охрана памятников природы».

Ученый еще в 1912 г. ставил вопрос о расширении программы по микологии и фитопатологии в вузах, о включении основ лесоведения и охраны природы во все школьные учебные программы. Им создан известный лесной музей в Грузинском сельскохозяйственном институте, который за богатство экспонатов и тематическую направленность был неоднократно отмечен почетными грамотами и медалями.

Доброе имя П. З. Виноградова-Никитина, незаслуженно преданное забвению в связи с произволом тридцатых годов, надлежит передать грядущим поколениям.

А. Д. Капанадзе
Тбнлгидропроект

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«СЕВЕРНЫЕ ЛЕСА: СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА
И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ»**

Симпозиум, организованный по инициативе Государственного комитета СССР по лесу, проходил с 16 по 26 июля 1990 г. в Архангельске и в лесах Архангельской и Мурманской областей. Подготовка и проведение были возложены на Архангельский институт леса и лесохимии и ВНИИЦлесресурс.

В работе симпозиума приняли участие 130 ученых из 11 стран: СССР, США, ФРГ, Италии, Франции, Финляндии, Швейцарии, Японии, Нидерландов, Канады и Швеции. Наиболее представительными были делегации СССР, США, Канады и Финляндии. В советскую делегацию входили ученые из пяти институтов Госкомлеса СССР, девяти институтов АН СССР, четырех лесных вузов, руководители и ведущие специалисты Госкомлеса СССР, ГКНТ, Госкомприроды СССР, В/О Леспроект, лесного хозяйства и лесной промышленности Европейского Севера, народные депутаты. Более 30 иностранных специалистов представляли 20 университетов, а также лесную службу США, Канады, Италии, ФАО, Агентство по охране окружающей среды и научно-исследовательский центр США. В пленарных заседаниях симпозиума участвовали руководители Советских, партийных и ряда общественных организаций Архангельской области.

Цель симпозиума — оценить современное состояние северных лесов, обсудить основные направления антропогенного воздействия и проблему рационального ведения лесного хозяйства; рассмотреть мониторинг северных ландшафтов (теория, методы и средства, организационная структура), биосферную роль северных лесов и методы моделирования, их динамику в рамках глобального изменения климата в условиях аэротехногенного воздействия.

Открывая симпозиум, главный лесничий СССР, акад. ВАСХНИЛ А. И. Писаренко акцентировал внимание на решении проблемы воспроизводства лесных ресурсов в стране. Он отметил, что чрезмерно интенсивная эксплуатация северных лесов, нарушение экологических, лесоводственных требований при низком уровне ведения лесного хозяйства привели к серьезному их истощению. Если раньше основной задачей была заготовка древесины и охрана лесов от пожаров, то теперь выдвинулась другая — повышение их продуктивности.

Большой заботой о северных лесах был проникнут доклад акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова, основоположника таежного лесоводства. Наряду с важностью проблемы комплексного повышения продуктивности, он отметил необходимость пристального внимания к состоянию предтундровых лесов. Нужны безотлагательные практические меры по спасению заполярной природы в целом. Научные исследования должны быть направлены на изучение разрушительной и восстановительной динамики в экстремальных условиях. Осуществление мониторинга на всех уровнях лесной экосистемы (мини-, мезо- и макро-), способствующее раскрытию современного состояния лесов Севера, позволит воссоздать их сырьевой и экологический потенциалы. Для районов с истощенными запасами необходима особая система мероприятий по охране, воспроизводству и рациональному использованию леса, основанная на экономическом и экологическом анализе происшедших изменений.

Проблемам лесного хозяйства, лесной генетики и селекции в условиях промышленных выбросов, вопросам лесоводственно-экологической и экономической оценки антропогенного воздействия на лесные биогеоценозы и их регулированию на Севере, использованию и воспроизводству хвойных лесов, современному их состоянию, эколого-биологическим основам формирования и устойчивости лесов Европейского Севера,

состоянию и проблемам предтундровых экосистем, системам лесоводства и другим вопросам рационального ведения лесного хозяйства были посвящены доклады Л. Г. Бабушкиной, Н. А. Луганского, К. С. Бобковой, Н. В. Старовой, Д. П. Столярова, Е. Л. Маслакова, И. А. Марковой, С. С. Зябченко, С. А. Сеннова, Е. П. Смолоногова, В. Я. Попова, В. А. Аникеевой, Н. И. Вялых, В. Ф. Цветкова, Б. А. Семенова, Г. И. Редько, В. В. Беляева, А. М. Тараканова, Н. П. Чупрова и др. Основной лейтмотив всех выступлений — слабая эколого-экономическая, технико-экономическая и другая системная информация антропогенного воздействия на леса, значительно затрудняющая выбор наиболее перспективного метода программно-целевого планирования эффективного лесопользования. Крайне необходимы лесоводственные и экологические нормативные показатели антропогенного воздействия на лесные биогеоценозы в локальном и географическом аспектах.

При экономической оценке эффективности мероприятий необходимо соблюдать основной принцип: в затраты на производство продукции должны быть включены затраты на поддержание и сохранение экологического равновесия. Соблюдение этого принципа обязательно на всех уровнях хозяйствования. Лишь с учетом этого можно сопоставлять получаемые (ожидаемые) доходы с расходами при выборе альтернативных вариантов. Необходимы комплексные и системные исследования по эколого-экономической оценке антропогенных воздействий на лесные биогеоценозы, природоохранных и биосферных функций лесных экосистем.

В докладе проф. А. З. Швиденко (ВНИИЦлесресурс) представлена обширная и конструктивная программа организации и ведения мониторинга в северных лесах нашей страны и в рамках международного сотрудничества. Вопросам мониторинга, различным его уровням, источникам информации, способам фиксации как естественной динамики лесов, так и при аэротехногенном их загрязнении посвящены доклады советских ученых Е. Д. Боданского, Р. И. Эльмана, Д. М. Киреева, Н. В. Малышевой, Ю. А. Киреева, В. А. Глаголева, В. М. Жиринна, Т. М. Власовой, Е. Г. Мозолева, Л. А. Кайрюкшиса и др. Задача мониторинга северных лесов в основном сводится к двум уровням: экологическому и биосферному. В ее решении значительное место уделяется математико-картографическим методам. Традиционные методы лесоустройства не отвечают задачам оперативного и постоянного слежения по ряду причин. Современная концепция лесоинвентаризации в нашей стране исходит из неверной посылки о том, что точность и детальность работ, их разряд определяются густотой и протяженностью ходовых линий наземной таксации (Д. М. Киреев, В. Л. Сергеев). Разработан экспресс-метод оперативного контроля за состоянием лесов на постоянной ландшафтно-морфологической основе при наложении на нее сведений об изменении в лесном фонде, которые поступают благодаря периодическому выполнению космической фото- и сканерной съемки.

В связи с ожидаемым потеплением климата становятся актуальными изучение и прогноз процессов динамики растительности, смены ее видов. Ожидается, что особенно заметным потепление будет в зонах высоких широт, где оно может в два раза превысить средние показатели. В результате изменится фенология и экофизиология древесных растений, эффективность потребления влаги деревьями в ответ на увеличение содержания CO_2 или на изменение осадков и температурных схем. Реакция лесотундровых экосистем на глобальные изменения климата должна проявиться в первую очередь. Граница тайга — тундра может служить хорошим индикатором, возможна быстрая миграция бореальных лесов в сторону арктической зоны. Одним из путей оценки этой реакции является изучение состояния растительного покрова в области распространения этих лесов в тепловые периоды геологического прошлого, особенно в ситуации климатического оптимума голоцена.

Эти вопросы, а также методы исследований нашли отражение в докладах Б. Нихлгарда (Швеция), Р. Спизера, Р. Диксона, А. Соломона, Д. Вудвелла, Х. Николса, Г. Фриттса (США), П. Ришара, Л. Квинара, Г. Макдональда (Канада), Ф. Швайнгрубера (Швейцария), Х. Лееманса (Нидерланды) и др., а также советских специалистов Н. И. Казимирова, М. Т. Тер-Микаэляна, В. В. Фурьева, Б. Г. Богатырева, А. А. Величко, С. Г. Шиятова, Д. М. Назимовой, Н. П. Поликарпова и др. В докладах Р. Мьяконена, Р. Ялконена (Финляндия), Д. Экштейна (ФРГ),

Д. Фриско (Канада), Н. Старк, В. Лабау (США) и др. обсуждались вопросы состояния лесов, результаты эколого-биологических исследований.

Все доклады, сделанные на пленарных и секционных заседаниях симпозиума, опубликованы Госкомлесом СССР*.

Большая часть времени была посвящена знакомству с природой северных лесов, объектами Архангельского института леса и лесохимии в северной подзоне тайги и на о. Соловки, с состоянием лесов под воздействием промышленных выбросов комбината «Североникель» на Кольском полуострове. В ходе экскурсии и обсуждений участники симпозиума пришли к однозначному выводу: своеобразие и состояние лесов Севера требуют не только внимания, но и неотложных эффективных мер по их сохранению.

Для проработки вопросов дальнейшего развития исследований северных лесов, согласования и подготовки к утверждению международного научно-исследовательского проекта, изучения возможности организации института для координации работ создана рабочая группа, в которую вошли 11 специалистов из США, Норвегии, Финляндии, Канады, Швеции и СССР.

На заключительном пленарном заседании была принята «Беломорская декларация симпозиума».

Участники симпозиума поддержали инициативу подготовки и принятия Международной конвенции о лесах и признали необходимым включить этот вопрос в повестку дня Всемирной конференции ООН по охране окружающей среды, которая будет проходить в 1992 г. в Рио-де-Жанейро.

Отметив актуальность проблемы северных лесов и потребность в координации международных научных исследований северных лесов на региональном и глобальном уровнях, ученые сочли своевременной и необходимой разработку международного проекта «Северные леса в современном мире», в который должны быть включены приоритетные аспекты проблемы (инвентаризация и мониторинг северных лесов, экологические, физиологические и генетические основы их сохранения и повышения биосферной роли, разработка глобальных и региональных стратегий ведения лесного хозяйства в северных лесах и др.).

Признано целесообразным организовать при ИЮФРО рабочую группу по северным лесам и просить исполком ИЮФРО рассмотреть этот вопрос.

Участники симпозиума обратились с призывом к международным организациям, правительствам, национальным научным учреждениям и частным фондам поддержать идею реализации проекта по северным лесам, а также умножить свои усилия по охране, рациональному использованию и восстановлению северных лесов — важному фактору стабильности среды выживания человека.

Г. А. Чибисов

Архангельский институт леса и лесохимии

* Международный симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие»: В 6 ч.— М., 1990.

ЮБИЛЕИ

ГЕОРГИЮ ИВАНОВИЧУ РЕДЬКО — 60 ЛЕТ

Исполнилось 60 лет со дня рождения и 35 лет научно-педагогической, производственной и общественной деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заведующего кафедрой лесных культур Ленинградской лесотехнической академии Георгия Ивановича Редько.

Г. И. Редько родился 25 ноября 1930 г. С юности жизнь его неразрывно связана с лесом. По окончании Велико-Анадольского лесного техникума он был направлен на учебу в старейший лесной вуз страны — Ленинградскую лесотехническую академию, которую окончил в 1954 г. с отличием по специальности лесное хозяйство. Трудовую деятельность Г. И. Редько начал старшим лесничим Тихвинского лесхоза Ленинградской области, затем работал в Институте леса АН УССР, где под руководством известного лесоведа П. С. Погребняка прошел аспирантскую подготовку и защитил кандидатскую диссертацию.

С 1958 г. по 1971 г. Георгий Иванович заведовал отделом лесоводства Полесской агролесомелиоративной опытной станции УкрНИИЛХа, а в 1959 г. был избран ее директором. В это время он работал над вопросами интенсификации выращивания тополей. Этой теме посвящена докторская диссертация Г. И. Редько, которую он защитил в 1971 г. С 1971 г. заведует кафедрой лесных культур ЛТА.

Г. И. Редько — один из ведущих ученых в области искусственного восстановления леса. Им опубликовано свыше 150 научных работ, в том числе 7 монографий, более 20 методических и учебных пособий. Вышел в двух изданиях учебник для вузов по лесным культурам (в соавторстве с А. Р. Родиным, И. В. Трещевским). Много сил и энергии вкладывает Георгий Иванович в изучение истории лесного хозяйства и лесокультурного дела в России. Им издано учебное пособие «Лесные питомники» (1983), в котором отражена история развития лесных питомников в стране. Описано современное состояние и перспективы выращивания лесокультурного материала.

В 1986 г. Г. И. Редько совместно с проф. И. В. Трещевским выпущена в свет книга «Рукотворные леса». В этом труде авторы дали обзор искусственного лесовозобновления и лесоразведения в СССР. Приведены данные о состоянии, росте и продуктивности выдающихся лесокультурных объектов, таких как Сестрорецкие дубки, дубовая роща Петра I, Линдуловская роща, Поволжские дубравы, культуры Тюрмера, Алексеева, Гузовского, Молчанова и др.

Г. И. Редько впервые в стране подготовил и издал учебное пособие «Лесные культуры в тропических и субтропических странах» (1988) для иностранных студентов, обучающихся в лесных вузах СССР. Это пособие разработано на основе 15-летнего опыта преподавания в ЛТА курса лесных культур в тропических и субтропических странах.

Георгий Иванович — опытный педагог. Его лекции отличаются высоким методическим уровнем. По приглашениям вузов страны им прочитаны циклы лекций по проблемам лесокультурного дела для студентов Архангельского и Воронежского лесотехнических, Сибирского технологического, Марийского политехнического, Алма-Атинского сельскохозяйственного институтов, а также курсы лекций в лесных институтах и университетах ряда зарубежных стран. Г. И. Редько — активный участник всесоюзных, республиканских, областных совещаний и конференций по лесному хозяйству.

Наряду с педагогической, Георгий Иванович ведет большую научно-исследовательскую работу. В 1980 г. под его руководством сотрудниками кафедры лесных

культур обобщен 175-летний лесокультурный опыт в старейшем в нашей стране Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА. В учебном пособии «Лесные культуры» дано описание наиболее ценных объектов для проведения учебной и производственной практики студентов и экскурсий специалистов. Вместе со своими учениками Д. В. Огиевским, Е. Н. Наквасиной, Е. М. Романовым в 1983 г. он опубликовал монографию «Биоэкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках», в которой отражены биологические особенности роста сеянцев в питомниках открытого грунта и в теплицах под полиэтиленовым покрытием, рекомендована система мероприятий по интенсификации выращивания.

Коллектив кафедры лесных культур ЛТА, руководимый Георгием Ивановичем, одновременно с подготовкой инженеров-лесоводов ведет большую научно-исследовательскую работу по заказам предприятий отрасли. Собран обширный материал о качестве лесных культур в условиях Северо-Запада РСФСР. Результаты исследований вошли в разработанный и утвержденный в 1987 г. отраслевой стандарт по оценке качества культур, подлежащих переводу в покрытые лесом земли (ОСТ 56-92—87). В качестве показателя, характеризующего равномерность размещения растений на площади (как культурных, так и естественного происхождения), предложен коэффициент равномерности.

Под руководством Г. И. Редько защитили кандидатские диссертации 32 аспиранта и соискателя, в том числе 8 иностранных граждан из Сирии, Египта, Вьетнама, Судана, ГДР.

Научно-исследовательскую и педагогическую работу Г. И. Редько успешно сочетает с общественной. Он является заместителем секретаря парткома академии по идеологической работе, членом специализированных советов по защитах докторских и кандидатских диссертаций, в течение 10 лет был членом экспертного совета ВАК.

За успехи в труде Г. И. Редько удостоен ряда правительственных наград, занесен в книгу Почета Минлесхоза УССР.

Сердечно поздравляем Георгия Ивановича Редько с юбилеем, желаем ему новых творческих успехов на благо русского леса.

Н. А. Бабич, Г. И. Травникова, Е. Н. Наквасина,
В. В. Беляев, Н. П. Гаевский, Р. В. Сунгуров,
А. Ф. Чмыр, М. Л. Брановицкий

Архангельский лесотехнический институт
Архангельский институт леса и лесохимии
Ленинградская лесотехническая академия

ОТ РЕДАКЦИИ

Редакция «Лесного журнала» сообщает читателям, что не поставила в известность главного редактора академика И. С. Мелехова о публикации статьи, посвященной его 85-летию (1990, № 4), и приносит ему свои извинения.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. С. Моисеев, И. В. Никифорчин, Л. Н. Карнов, Е. Г. Светлов. Учет и формирование подроста, подлеска и травяно-кустарничкового покрова в зеленой зоне Ленинграда	3
В. Е. Ермаков, В. П. Маишковский. Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава в сосновых лесах	7
А. В. Ивашов, Г. Н. Суслова. О зимующем запасе яйцевого паразита <i>Trichogramma telengai</i> Sog. зеленой дубовой листовертки <i>Tortrix viridana</i> L. в дубравах Крыма	9
Л. Е. Астрологова. Возобновление ели под пологом сосняка черничного свежего	13
А. И. Землянухин, Б. М. Скрынников. Пути повышения кондиционности семян .	17
О. М. Шапкин, Е. А. Горбунов. Теоретические и практические аспекты выращивания новогодних елей	20
В. Н. Анев, Л. П. Дехтерева, Е. И. Мелехов. Методика количественной оценки эффективности действия арборицидов на сеянцы березы	24

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев, В. П. Сергеев, Д. В. Памфилов. Повышение устойчивости заданного направления движения колесной трелевочной системы	29
С. П. Бойков, С. Н. Сотонин. Теоретические исследования доступности деревьев для рабочих органов валочно-пакетирующих машин на несплошных рубках	36
Д. Л. Дудюк. Обоснование рациональной системы машин для производства сортиментов	41
И. И. Слепко, И. Н. Береговой. Об определении напряжений вторичного изгиба в несущих канатах	46
Д. Г. Шимкович. Сравнительная оценка методов расчета нагрузок при зачерпывании круглых лесоматериалов	51

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

В. В. Васильев, Б. В. Рошмаков, Е. Е. Комарова. Выделение формальдегида из различных слоев древесностружечной плиты	56
В. Н. Волюнский. О форме зависимости механических показателей древесины от влажности	59
А. Н. Чубинский, А. А. Глушковский, Л. М. Сосна, Ю. И. Цой, А. Л. Щербаков. Управление процессом прессования фанеры и фанерных плит	64
Ю. Ф. Чернышев. Температурное давление во втулках из древесины ливневницы сибирской	66
Е. Б. Рюмина, Г. Б. Успенская, Л. М. Ковальчук. Статистические показатели длительной прочности цельных и склеенных по длине деревянных элементов строительных конструкций	70
Л. Х. Езиев. Физико-механические свойства древесины болотного кипариса, произрастающего в Узбекистане	72

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

А. В. Коршаков, А. О. Никифоров, О. А. Терентьев. Оптимизация процесса эмульгирования в роторно-статорном аппарате	76
О. М. Соколов, Н. Д. Бабинова, Г. Г. Кочергина, Е. Н. Коробова, А. В. Фесенко. Гель-хроматография лигнинов на сефадексе	79
Э.-М. Беннасер, М. Ф. Кириюшина, М. Я. Зарубин. Влияние органических растворителей на скорость щелочного сольволиза целлобиозы	84
И. А. Гамова, В. Д. Сидоренко, М. В. Носова, А. А. Эльберт. Модификация древесины для получения целлюлознопрессованных изделий	87
Е. П. Мамуня, Е. В. Лебедев, В. Д. Мишак, О. К. Прундар-Тудор. Влияние фракционного состава наполнителя на свойства древесно-полимерных материалов	92

Г. П. Суханова, Е. В. Новожилов, Б. Д. Богомолов. Влияние степени помола целлюлозы на десорбцию сорбированных гемицеллюлоз	97
--	----

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

С. Н. Перепелицкий, Е. Б. Курнова. Применение современных математических методов при управлении предприятиями и объединениями лесного комплекса	100
А. Ф. Елизаров. Определение экономической доступности децентрализованного эксплуатационного лесного фонда при лесоустройстве	104
А. О. Блинов. О теоретических основах разработки региональных программ	107
Е. И. Сенько. Обоснование условий экономической доступности ресурсов грибов	109
С. Г. Кулишкина, С. Е. Грязнов, Л. К. Фурсова. Эколого-экономические условия внедрения безотходных технологий на лесозаготовках	112
О. М. Люткевич, Г. В. Мышкина. Об оценке комплексности и эффективности использования древесных ресурсов в объединениях Минлеспрома УССР	115

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

З. Д. Втюрина. Исследование усилия в замыкающем канате грейфера при наборе пачки бревен	119
Д. А. Пономарев, С. В. Шергина, Г. А. Калинин. Пиролиз диоксан-лигнина в присутствии антипиренов	120
Т. С. Исупова. О влиянии скорости резания на граничные значения частот колебаний полотна ленточной пилы	122
Ю. Д. Алашкевич, Г. В. Галин, В. В. Селедчик, А. Г. Лахно, Г. П. Кабанов. Совершенствование организации ремонтных работ на предприятиях ЦБП	124
П. Н. Таргонский. Влияние температурных условий на цветение и плодоношение брусники в Центральном Полесье Украины	127
Ю. Л. Маковский, Н. Г. Красовский. Применение атомно-абсорбционного анализа для изучения модифицирования древесного волокна алюмохромфосфатами	128

ИСТОРИЯ НАУКИ

Г. И. Редько. Лесной знатель Ф. Г. Фокель в России	129
А. Д. Копанадзе. Павел Захарович Виноградов-Никитин (1869—1938)	132

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Г. А. Чибисов. Международный симпозиум «Северные леса: состояние, динамика и антропогенное воздействие»	143
---	-----

ЮБИЛЕИ

Н. А. Бабич, Г. И. Травникова, Е. Н. Наквасина, В. В. Беляев, Н. П. Гаевский, Р. В. Сунгуров, А. Ф. Чмыр, М. Л. Брановицкий. Георгию Ивановичу Редько — 60 лет	137
--	-----

Рефераты	143
--------------------	-----

CONTENTS

FORESTRY

V. S. Moiseev, I. V. Nickiforhin, L. N. Karpov, E. G. Svetlov. Calculation and Forming of Young Growth, Undergrowth and Grass-and-Shrub Cover in the Green Zone	3
V. E. Ermakov, V. P. Mashkovsky. Distribution of Coefficient Probability Density of Species Composition in Pine Forests	7
A. V. Ivashov, G. N. Suslova. On Wintering Ovum Parasite Stock of Oak Leaf Roller in the Crimea Oak Forests	9
L. E. Astrologova. Spruce Regeneration under Young Bilberry Pine Forest Canopy	13
A. I. Zemlyanukhin, B. M. Skrynnikov. Increasing Ways of Seed Conditioning	17
O. M. Shapkin, E. A. Gorbunov. Theoretical and Practical Aspects of New Year Trees' Growing	20
V. N. Anev, L. P. Dekhterjova, E. I. Melekhov. Quantitative Evaluation Method of Arborescences' Effect on Birch Seedlings	24

FOREST EXPLOITATION

G. M. Anisimov, A. M. Kochnev, V. P. Sergeev, D. V. Pamfilov. Rise in Stability of Required Movement Direction of Wheeled Skidder System	29
S. P. Boikov, S. N. Sotonin. Research into Trees Accessibility to Operating Parts of Felling-Bunching Machines at partial Cutting	36
D. L. Dudyuk. Substantiation of Rational Machine System for Assortment Manufacture	41
I. I. Slepko, I. N. Beregovoi. On Determination of Secondary Bending Stresses in Conveying Ropes	46
D. G. Shimkovich. Comparative Assessment of Load Calculation Methods at Scooping up Roundwood	51

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

V. V. Vasiljev, B. V. Roshnikov, E. E. Komarova. Formaldehyde Separation from Various Particleboard Layers	56
V. N. Volyeensky. On Relationship Form of Mechanical Wood Properties to its Humidity	59
A. N. Chubinsky, A. A. Glushkovsky, L. M. Sosna, Yu. I. Tsoi, A. L. Sherbakov. Plywood and Plywood Board Pressing Control	64
Yu. F. Chernyeeshev. Temperature Pressure in Siberian Larch Wood Sleeves	66
E. B. Ryumina, G. B. Uspenskaya, L. M. Koval'chuk. Statistical Durability Indices of Solid and Length Glued Structural Wood Members	70
L. Kh. Yoziev. Physico-Mechanical Wood Properties of Swamp Cypress Growing in Uzbekistan	72

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

A. V. Korshakov, A. O. Nickiforov, O. A. Terentjev. Optimization of Emulsifying Process in Rotor-Stator Apparatus	76
O. M. Sokolov, N. D. Babikova, G. G. Kochergina, E. N. Korobova, A. V. Fesenko. Lignin Gel Chromatography on Sefadex	79
E. M. Bennaser, M. F. Kiryushina, M. Ya. Zarubin. Organic Solvent Effect on Alkaline Cellulose Solvolysis Velocity	84
I. A. Gamova, V. D. Sidorenko, M. V. Nosova, A. A. Al'bert. Wood Modification for Solid-Pressed Products Manufacture	87
E. P. Mamunya, E. V. Lebedev, V. D. Michack, O. K. Prundar-Tudor. Effect of Fractional Filler Composition on Wood-Polymer Materials' Properties	92
G. P. Sukhanova, E. V. Novozhilov, B. D. Bogomolov. Effect of Pulping Degree on Sorbed Nemicellulose Desorption	97

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>S. N. Perepelitsky, E. B. Kurnova.</i> Application of Modern Mathematical Methods for Forest Complex Enterprise Management	100
<i>A. F. Elizarov.</i> Determination of Economic Availability of Deconcentrated Operating Forest Fund at Forest Organization	104
<i>A. O. Blinov.</i> On Theoretical Background of Regional Programmes Development	107
<i>E. I. Sen'ko.</i> Substantiation of Economic Availability Conditions of Mushroom Resources	109
<i>S. G. Kulishkina, S. E. Gryaznov, L. K. Fursova.</i> Ecologo-Economic Conditions of Wasteless Logging Technology Introduction	112
<i>O. M. Lyutkevich, G. V. Myeeshkina.</i> On Assessment of Effectiveness and Integrated Approach to Timber Resources Utilization in UKSSR Minlesprom Ob'jedineniye	115

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>Z. D. Vtyurina.</i> Investigation into Tail Grapple Rope Capacity at Log Bundle Grabbing	119
<i>D. A. Ponomarev, S. V. Shergina, G. A. Kalinkevich.</i> Dioxan-Lignin Pyrolysis in Antipyrins' Presence	120
<i>T. S. Isupova.</i> On Problem of Cutting Speed Effect on Marginal Values of Band Saw Blade's Oscillation Frequency	122
<i>Yu. D. Alashkevich, G. V. Galin, V. V. Seledchick, A. G. Lakhno, G. P. Kabanov.</i> Improvement of Maintenance Organization at P&P Enterprises	124
<i>P. N. Targonsky.</i> Influence of Temperature Conditions on Blossoming and Fructification of Red Bilberries in Ukrainian Central Woodlands	127
<i>Yu. L. Makovsky, N. G. Krasovsky.</i> Application of Atomic-Absorption Analysis for Investigation of Alumo-Chrome-Prosphate Modified Wood Fibre	128

HISTORY OF SCIENCE

<i>G. I. Red'ko.</i> Forest Expert F. G. Fokel in Russia	129
<i>A. D. Kapanadze.</i> Pavel Z. Vinogradov-Nikitin (1869—1938)	132

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

<i>G. A. Chibisov.</i> International Symposium „Northern Forests: Condition, Dynamic and Anthropogenic Effect“	134
--	-----

JUBILEE

<i>N. A. Babich, G. I. Travnikova, E. N. Nakvasina, V. V. Belyaev, N. P. Gaevsky, R. V. Sungurov, A. F. Chmyeer, M. L. Branovitsky.</i> Georgy I. Red'ko — 60 years old	137
---	-----

Précis	143
------------------	-----

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*907

Учет и формирование подростка, подростка и травяно-кустарничкового покрова в зеленой зоне Ленинграда. МОЙСЕЕВ В. С., НИКИ-ФОРЧИН И. В., КАРПОВ Л. Н., СВЕ-ТЛОВ Е. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 3—7.

Разработаны наиболее приемлемые методы учета всех компонентов леса: древостоя, подростка, подростка и травяно-кустарничкового покрова применительно к различным функциональным частям зеленой зоны. Табл. 1.

УДК 630*228.0

Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава в сосновых лесах. ЕРМАКОВ В. Е., МАШКОВСКИЙ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 7—9.

Показано, что распределение плотностей вероятностей коэффициентов видового состава различных древесных пород отличается от нормального и довольно часто может быть описано функциями Вейбулла и степенной. В основном кривые распределения в сосновых лесах имеют j-образную форму для сопутствующих пород и обратную j-образную форму для главной породы. Ил. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 632.937+595 (792.23:782) (477.9)

О зимующем запасе яйцевого паразита *Trichogramma telengai* Sor. зеленой дубовой листовертки *Tortrix viridana* L. в дубравах Крыма. ИВАШОВ А. В., СУСЛОВА Г. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 9—13.

Исследованы некоторые биоэкологические особенности бессамцовых трихограммы и дана характеристика зараженных его яиц зеленой дубовой листовертки. Сделан вывод о существенном влиянии паразита на выживаемость хозяина на фазе яйца и его больших потенциальных возможностях как регулятора численности вредителя. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*231.1

Возобновление ели под пологом сосняка черничного свежего. АСТРОЛГОВА Л. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 13—16.

Показано, что в сосняке черничном свежем Архангельской области подрост сосны практически отсутствует. Возобновление ели за 15 лет увеличилось в 3 раза, а запасы фитомассы — в 20 раз, что говорит о возможной смене соснового древостоя еловым. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*232.312.2

Пути повышения кондиционности семян. ЗЕМЛЯНУХИН А. И., СКРЫННИКОВ Б. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 17—20.

Дано описание конструкции устройства, обеспечивающего повышение равномерности скоростного поля воздушного потока в пневмо-сепарирующем канале семяочистительной машины, позволяющее повысить эффективность очистки и сортирование семян. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*281

Теоретические и практические аспекты выращивания новгородных елей. ШАПКИН О. М., ГОРБУНОВ Е. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 20—23.

Разработан и отработан новый способ выращивания новгородных елей в уплотненной

школе с поэтапным изреживанием. Изучено влияние комплекса химических веществ на рост и качество елей. Ил. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*414:630*176.321.3

Методика количественной оценки эффективности действия арборицидов на сеянцы березы. АНЕВ В. Н., ДЕХТЕРЕВА Л. П., МЕЛЕХОВ Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 24—28.

Разработан простой метод массовых лабораторных испытаний арборицидов и их композиций. Тест-объектом являются сеянцы березы. Фитотоксическое действие оценено количественно по выживаемости или гибели сеянцев. Ил. 4. Библиогр. список: 16 назв.

630*377.44.01.4/5

Повышение устойчивости заданного направления движения колесной трелевочной системы. АНИСИМОВ Г. М., КОЧНЕВ А. М., СЕРГЕЕВ В. П., ПАМФИЛОВ Д. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 29—36.

Предложена математическая модель курсового движения КТС с пачкой деревьев по неровностям волока, учитывающая упругодемпфирующие свойства гидропривода механизма складывания, шин, гидрополиспаста технологического оборудования и трелевочной пачки леса. Приведены результаты решения модели на ЭВМ. Ил. 4. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*333

Теоретические исследования доступности деревьев для рабочих органов валочно-пакетирующих машин на несплошных рубках. БОЙКОВ С. П., СОТОНИН С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 36—41.

Предложена аналитическая модель для оценки доступности деревьев для рабочих органов лесозаготовительных машин при несплошных рубках леса. Изучено влияние параметров древостоя и манипуляторной ВПМ на показатель доступности. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 65.011.56:674.09

Обоснование рациональной системы машин для производства сортиментов. ДУДЮК Д. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 42—45.

Показана зависимость эффективности первичной индивидуальной обработки древесины системами машин 1НС и 2НС от параметров исходного сырья и грузооборота нижнего лесного склада. Определены величины удельных приведенных затрат для складов и установлены границы наиболее эффективного использования различных видов оборудования. Разработаны алгоритм и программа автоматизированного расчета. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 539.384:625.576.4

Об определении напряжений вторичного изгиба в несущих канатах. СЛЕПКО И. И., БЕРЕГОВОЙ И. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 46—51.

Исследованы коэффициент напряжений вторичного изгиба, учитывающий распределение поперечной нагрузки вдоль площадки взаимного контакта колеса с проволокой, и коэффициент постели для пряди и проволоки несущего каната. Получены выражения для определения этих коэффициентов и приведены их числовые значения. Ил. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*377

Сравнительная оценка методов расчета нагрузок при зачерпывании круглых лесоматериалов. ШИМКОВИЧ Д. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 51—55. Рассмотрен расчет нагрузок на челюсти грейфера при зачерпывании круглых лесоматериалов с использованием модели сыпучей среды, выполненный на основе метода характеристик и приближенными методами. Сравнение позволяет установить области использования приближенных методов и оценить их погрешности. Ил. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.815-41:547.281.1

Выделение формальдегидов из различных слоев древесностружечной плиты. ВАСИЛЬЕВ В. В., РОШМАКОВ Б. В., КОМАРОВА Е. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 56—59.

Изучено распределение формальдегида и влаги по толщине древесностружечной плиты и установлена зависимость выделения формальдегида из слоев плиты от послышной влажности и плотности. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*812

О форме зависимости механических показателей древесины от влажности. ВОЛЫНСКИЙ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 59—64.

Предложена зависимость для описания процесса изменения пределов прочности и модуля упругости древесины от влажности. Ил. 3. Табл. 4. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 674.093.26

Управление процессом прессования фанеры и фанерных плит. ЧУБИНСКИЙ А. Н., ГЛУШКОВСКИЙ А. А., СОСНА Л. М., ЦОЙ Ю. И., ЩЕРБАКОВ А. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 64—66.

Предложен способ прессования фанеры и фанерных плит с учетом изменения реологических свойств пакета шпона. Приведена методика расчета релаксирующих напряжений в пакете при сжатии. Предложено устройство, позволяющее автоматически изменять давление прессования в зависимости от состояния пакета шпона. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 539.4:674.812

Температурное давление во втулках из древесины лиственницы сибирской. ЧЕРНЫШЕВ Ю. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 66—69.

Приведены результаты теоретического определения температурного давления во втулках из уплотненной древесины лиственницы сибирской, запрессованных в металлические обоймы. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 624.011.1

Статистические показатели длительной прочности цельных и склеенных по длине деревянных элементов строительных конструкций. РЮМИНА Е. Б., УСПЕНСКАЯ Г. Б., КОВАЛЬЧУК Л. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 70—72.

Приведены показатели длительной прочности при изгибе деревянных элементов строительных конструкций при воздействии постоянной и временной ветровой и снеговой нагрузок. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*812

Физико-механические свойства древесины болотного кипариса, произрастающего в Узбекистане. ЕЗИЕВ Л. Х. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 72—75.

Проанализированы физико-механические свойства древесины 34-летнего болотного кипариса и показано, что по качеству она превосходит другие виды семейства таксодиевых. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 66.063.61

Оптимизация процесса эмульгирования в роторно-статорном аппарате. КОРШАКОВ А. В., НИКИФОРОВ А. О., ТЕРЕНТЬЕВ О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 76—79.

Разработана расчетная схема и математическая модель процесса эмульгирования в роторно-статорном аппарате. Рассчитаны геометрические параметры диспергирующей части насоса-диспергатора, обеспечивающие оптимальные условия проведения процесса. Ил. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*864

Гель-хроматография лигнинов на сефадексе. СОКОЛОВ О. М., БАБИКОВА Н. Д., КОЧЕРГИНА Г. Г., КОРОВА Е. Н., ФЕДЕНКО А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 79—84.

Исследовано влияние низкомолекулярных добавок в ДМСО на качество фракционирования при гель-хроматографии сульфатного лигнина и лигносульфонатов на сефадексе G-75. Ил. 6. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 547.458.223.342

Влияние органических растворителей на скорость щелочного сольволиза целлюлозы. БЕННАСЕР Э.-М., КИРЮШИНА М. Ф., ЗАРУБИН М. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 84—87.

Установлено влияние природы, диэлектрической проницаемости и основности органических растворителей на скорость и энергию активации разрыва гликозидной связи в целлюлозе гидроксидом натрия в разных системах. Показано, что введение добавок стабилизирует целлюлозу, по их влиянию перекрывается увеличением скорости и снижением энергии активации разрыва гликозидной связи, вызванными присутствием органических растворителей. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

ДК 674.815

Модификация древесины для получения целлюлозных изделий. ГАМОВА И. А., СИДОРЕНКО В. Д., НОСОВА М. В., ЭЛЬБЕРТ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 87—91.

Показана возможность улучшения основных свойств целлюлозных изделий из измельченной древесины модификацией древесного наполнителя. Ил. 4. Табл. 5. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 678.046.5:678.027

Влияние фракционного состава наполнителя на свойства древесно-полимерных материалов. МАМУНЯ Е. П., ЛЕБЕДЕВ Е. В., МИШАК В. Д., ПРУНДАР-ТУДОР О. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 92—97.

Рассмотрено влияние фракционного состава древесного наполнителя на свойства древесно-полимерных материалов на основе полиэтилена. Табл. 1. Библиогр. список: 11 назв.

ДК 630*861

Влияние степени помола целлюлозы на сорбцию сорбируемых геммиселлюлоз. СУХАНОВА Г. П., НОВОЖИЛОВ Е. В., БОГОМОЛОВ Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 97—99.

Изучена сорбция пептозанов из нейтрально-сульфитного щелока лиственничной целлюлозой и последующая десорбция геммиселлюлоз в процессе размола. Часть сорбированных пептозанов переходит в раствор при размол целлюлозы, большая часть геммиселлюлоз растворяется на ранней стадии размола. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 658.012.011.56

Применение современных математических методов при управлении предприятиями и объ-

Рефераты

единениями лесного комплекса. ПЕРЕПЕЛИЦКИЙ С. Н., КУРНОВА Е. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 100—103.

Рассмотрены развитие и состояние традиционных и новых методов экономико-математического моделирования и их эффективность. Выявлены основные причины недостаточно широкого применения моделирования на предприятиях и в объединениях лесного комплекса. Установлены главные пути преодоления недостатков.

УДК 630*65

Определение экономической доступности децентрализованного эксплуатационного лесного фонда при лесоустройстве. ЕЛИЗАРОВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 104—106.

Изучены закономерности связи себестоимости и средней оптовой цены 1 м³ заготовленной и вывезенной древесины с концентрацией эксплуатационного фонда. Даны рекомендации для определения экономической доступности кварталов леса для эксплуатации при проведении лесоустройства. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК [630*6+630*79].001.1

О теоретических основах разработки региональных программ. БЛИНОВ А. О. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 107—109.

На примере Коми АССР исследованы альтернативные варианты программ перспективного развития лесного комплекса региона. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*28

Обоснование условий экономической доступности ресурсов грибов. СЕНЬКО Е. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 109—112.

Показано, что эффективность производства грибной продукции зависит от затрат на заготовку грибов. Приведена формула для определения предельно допустимых затрат на их заготовку в различные по урожайности годы. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*332.003

Эколого-экономические условия внедрения безотходных технологий на лесозаготовках. КУЛИШКИНА С. Г., ГРЯЗНОВ С. Е., ФУРСОВА Л. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 112—115.

Предложен подход к определению условий эколого-экономической доступности вторичных ресурсов, базирующийся на установлении лесоводственно-экологических нормативов изъятия биомассы отходов и технико-экономических показателей их освоения. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674:338.45

Об оценке комплексности и эффективности использования древесных ресурсов в объединениях минлеспрома СССР. ЛЮТКЕВИЧ О. М., МЫШКИНА Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 115—118.

Обоснована система показателей оценки комплексности и эффективности использования ресурсов древесного сырья. Даны методика расчета и направления использования в решении задач управления производством. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.86.063.2.001.24

Исследование усилия в замыкающем канате грейфера при наборе пачки бревен. ВТЮРИНА Э. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 119—120.

Приведены методика и результаты исследования тензометрическим методом усилия в замыкающем канате грейфера ВМГ-3 (ЛТ-184) при наборе пачки бревен с различ-

ным средним диаметром; установлены максимальные усилия. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 547.992.3

Пиролиз диоксан-лигнина в присутствии антипиренов. ПОНОМАРЕВ Д. А., ШЕРГИНА С. В., КАЛИНКЕВИЧ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 120—122.

При пиролизе диоксан-лигнина в присутствии добавок KH_2PO_4 (H_2PO_4) выход воды в 2,5 (1,2) раза, а диоксид углерода в 1,6 (1,4) раза больше, чем при пиролизе без добавок. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.053:621.935

О влиянии скорости резания на граничные значения частот колебаний полотна ленточной пилы. ИСУПОВА Т. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 122—123.

Получено выражение для оценки граничных значений частот ленточной пилы, нагруженной продольной растягивающей силой, поперечной нагрузкой, приложенной в плоскости наибольшей жесткости, с учетом эксцентриситета приложения продольной нагрузки и скорости резания. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 658.58:676

Совершенствование организации ремонтных работ на предприятиях ЦБП. АЛАШКЕВИЧ Ю. Д., ГАЛИН Г. В., СЕЛЕДЧИК В. В., ЛАХНО А. Г., КАБАНОВ Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 124—127.

Разработаны нормы времени и технологические карты на узловый метод ремонта бумагоделательных машин Красноярского ЦБК с целью перевода ремонтных рабочих на работу по нормированным заданиям при повременной или сдельной оплате труда и расчета численности ремонтного персонала. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*181.22:634.738

Влияние температурных условий на цветение и плодоношение брусники в Центральном Полесье Украины. ТАРГОНСКИЙ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 127—128.

Изучена зависимость между сроками наступления фаз брусники и накоплением определенных сумм эффективных температур. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.049.3

Применение атомно-абсорбционного анализа для изучения модифицирования древесного волокна алюмохромфосфатами. МАКОВСКИЙ Ю. Л., КРАСОВСКИЙ Н. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 128.

Рекомендовано использовать фосфаты алюминия и хрома в качестве огнезащитных добавок при получении огнезащитных бумажно-слоистых пластинок. ДСП и т. п. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232:630*902.1

Лесной знатель Ф. Г. Фокель в России. РЕДЬКО Г. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 129—131.

УДК 630*902

Павел Захарович Виноградов-Никитин (1869—1938). КАПАНАДЗЕ А. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 132—133.

УДК 061.3

Международный симпозиум «Северные леса: состояние, динамика и антропогенное воздействие». ЧИБИСОВ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1990, № 5, с. 134—136.