Дерево-обрабатывающая промышленность

ISSN 0011-9008

2/2011

iD ИНТЕРДИЗАЙН®
МЕБЕЛЬНАЯ ФАБРИКА

коллекция YOKO

Дерево-обрабатывающая промышленность

2/2011

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Редакция журнала,

Рослесиром,

НТО бумдревпрома,

НПО "Промысел"

Основан в апреле 1952 г.

Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия:

В.Д.Соломонов
(главный редактор),

А.А.Барташевич,

В.И.Бирюков,

А.М.Волобаев,

А.В.Ермошина
(зам. главного редактора),

А.Н.Кириллов,

Л.М.Ковальчук,

Ф.Г.Линер,

А.Г.Митюков,

В.И.Онегин,

Ю.П.Онищенко,

С.Н.Рыкунин,

Г.И.Санаев,

Ю.П.Сидоров,

Б.Н.Уголев

© "Деревообрабатывающая промышленность", 2011

Свидетельство о регистрации СМИ в Роскомпечати № 014990

Сдано в набор 06.05.2011.
Подписано в печать 15.05.2011.
Формат бумаги 60x88/8
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,5
Заказ 1131
Цена свободная
ОАО "Типография "Новости"
105005, Москва, ул. Фр.Энгельса, 46

Адрес редакции:
117303, Москва, ул. Малая Юшуньская, д. 1, корп. 1
Телефон: 8-903-126-08-39
E-mail: dop@maryno.net

СОДЕРЖАНИЕ

Косарев В.А. Деревообрабатывающее оборудование: состояние, проблемы, задачи и перспективы 2

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Уголев Б.Н., Рыкунин С.Н. Европейские программы подготовки магистров по древесиноведению и технологии 5

Рыбин Б.М., Рыкунин С.Н. Примерный учебный план подготовки магистров по направлению "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" 6

ЭКОНОМИЯ СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Сергеев В.В., Васькин Д.Г., Трошева М.В. Альтернатива природному газу . . . 7

Вишуренко И.В., Корина И.С. Повышение производительности лесопильных рам при распиловке мёрзлой древесины 8

Коньшин А.Е., Сергеев В.В., Симонова М.И. Повышение эффективности установок для сушки древесины 10

НАУКА И ТЕХНИКА

Пыриков П.Г., Доронин Н.А. Ленточнопильный станок со шкивами вариаторного типа 12

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЕ, НОТ

Бирюков В.И. Анализ становления и развития в России производства древесноволокнистых плит 15

Стрелков В.П., Бардонов В.А. Проблемы обеспечения конкурентоспособности древеснолитных материалов и мебели 19

Анучин А.И. Технологические аспекты улучшения эксплуатационных характеристик подшипников скольжения из прессованной древесины 21

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Филимонов М.А. Исследование и опыт применения деревобетонных конструкций с наклонными связями 25

Варфоломеев А.Ю. Влияние изменений в лесосырьевой базе и потребительском спросе на деревянное домостроение 27

В ИНСТИТУТАХ И КБ

Владимирова Е.Г. Некоторые физико-механические свойства термомодифицированной древесины берёзы и ели 30

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Справочник для разработчиков и производителей фанеры IV

Практическое руководство по древесно-полимерным композитам и их свойствам 24

Юбилей А.Г.Митюкова 11

На первой странице обложки: наборы мебели для гостиной и спальни "Yoko" (МФ "ИнтерДизайн", автор – И.В.Риске)

УДК 674.05.004.69 "313"

ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.А.Косарев, канд. техн. наук – ФГУП "ГНЦ ЛПК"

В отличие от металлообрабатывающих станков деревообрабатывающее оборудование выполняет механообработку с существенно более высокими скоростями резания – 30–70 м/с. Специфичны и обрабатываемые материалы: древесина и композиционные материалы на её основе содержат термопластичные высоковязкие вещества (смолы, лигнин). Последние из-за значительного теплообразования в процессе обработки отрицательно влияют на стойкость и работоспособность режущих инструментов.

Указанные отличия процессов деревообработки от технологий механообработки металлов и их сплавов определяют комплекс специальных требований к конструкциям деревообрабатывающих станков и другой технологической оснастки, а также к величинам их параметров.

В СССР предприятиями и организациями Минстанкопрома были разработаны и предлагались около 140 моделей различных деревообрабатывающих станков и другого оборудования для деревообработки. В настоящее время количество моделей предлагаемого деревообрабатывающего оборудования многократно возросло, так как образовавшиеся в большом количестве новые машиностроительные фирмы самостоятельно разрабатывают свои собственные станки и технологическую оснастку и реализуют их потребителям. Каждая фирма-изготовитель присваивает выпущенному оборудованию своё оригинальное обозначение его модели.

Предприятия лесопромышленного комплекса (ЛПК) страны сегодня на 50–60% оснащены отечественной продукцией 1980–1990-х годов изготовления и испытывают дефицит в современных высокопроизводительных станках и линиях.

Сегодня наличный парк деревообрабатывающего оборудования, особенно простейших видов, сосредоточен преимущественно (до 70%) на мелких предприятиях. Коэффициент его использования здесь невысок, часто не выше 50%.

Около половины указанного оборудования имеет сроки эксплуатации более 20 лет, многие виды оборудования (станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, мебельные линии, оборудование для производства древесных плит и др.) в России не выпускаются, а остальные имеют низкий технический уровень – всё это вынуждает предприятия ориентироваться в основном на импорт.

Таким образом, за последние годы в стране сложились недопустимо большая импортозависимость и технологическая отсталость в области деревообрабатывающего машиностроения.

В России в начале 1990-х годов 23 заводами Главдревстанкопрома производилось 30–35 тыс. станков и линий в год. В настоящее время изготовляется всего 4–6 тыс. единиц оборудования.

При этом объёме производства бывший Минстанкопром считал, что из-за недостаточности машиностроительной базы потребность в деревообрабатывающем оборудовании удовлетворяется только на 50–60%. Планируя производство на следующий период, ведомство с учётом вышеуказанного брало курс на расширение и обновление основной части номенклатуры оборудования на более высоком техническом уровне. При этом министерство предусматривало:

– преимущественное освоение автоматизированного оборудования (конструктивное совершенствование машин с целью повышения качества и точности обработки, расширения технологических возможностей, увеличения полезного выхода продукции);

– повышение многооперационности машин;

– расширение применения в деревообрабатывающем оборудовании электронных систем управления и систем управления на базе микропроцессорной техники;

– расширение выпуска линий и комплектного оборудования с техническим обеспечением возможности оснащения им цехов различной мощности.

После ликвидации Минстанкопрома в условиях рыночного хозяйства предприятия и организации отрасли деревообрабатывающего машиностроения намеченные меры не выполнили – из-за недостаточного количества заказов и отсутствия опережающего выполнения технологических исследований в деревообрабатывающей промышленности и создания на их базе научного и экспериментально-конструкторского задела для перехода на новые технологии. В этих условиях прежние станкостроительные предприятия резко снизили выпуск продукции, а часть из них прекратили существование.

В стране появилось много малых предприятий со специализацией по производству определённых групп деревообрабатывающего оборудования. В настоящее время их общее число составляет около 250 фирм. Ими производятся простые виды оборудования, которые не отличаются высокими уровнями технико-экономических показателей. Но следует отметить, как правило, хорошую технологическую проработку этого оборудования, тщательный учёт особенностей механической обработки древесины и древесных материалов. Некоторые новые предприятия сегодня уже зарекомендовали себя на рынке, и выпускаемые ими деревообрабатывающие станки имеют неплохие перспективы по сбыту. Например, можно отметить линии оптимизации и оборудование для сращивания материалов по длине фирмы "Бакаут", станки производства ООО

"Кировнешторг" для обработки деталей деревянных домов из круглых лесоматериалов, оборудование для фанерных производств ярославского ОАО "Пролетарская свобода".

Обычно станки российских фирм приобретаются деревообрабатывающими предприятиями для пополнения парка и замены изношенного оборудования.

Несколько иная ситуация с технологическим оборудованием образовалась в мебельной промышленности, являющейся в настоящее время наиболее рентабельной отраслью в ЛПК страны. Мебельная отрасль, насчитывающая около 6000 предприятий, в том числе более 300 крупных и средних фабрик, имеет на вооружении около 10 тыс. автоматических и поточных линий и станков с программным управлением, а также более 100 тыс. единиц позиционного оборудования. Около 80% всего количества единиц – оборудование зарубежного производства. И, как правило, это основное технологическое оборудование. Оставшиеся 20% – оборудование отечественного производства, преимущественно станки вспомогательного и общего назначения, из них половина имеет сроки эксплуатации более 20 лет.

Основные препятствия для роста объёмов отечественного производства деревообрабатывающего оборудования – это в целом невысокий технический уровень выпускаемых станков, плохой сервис, отсутствие комплексных инжиниринговых услуг, невысокие качество и надёжность, большое энергопотребление станков, выпускаемых российскими предприятиями. К этому следует добавить и отсутствие в их производственных программах многих разновидностей современного технологического оборудования, особенно станков с ЧПУ, а также инновационного оборудования для осуществления современных технологий деревообработки. Следствие такого положения – нацеленность отечественных потребителей на приобретение оборудования зарубежных фирм.

Отсюда быстро нарастающая тенденция снижения относительной доли потребления отечественного оборудования на рынке России: по данным Росстата, в период с 2000 г. до 2009–2010 гг. относительная доля оборудования российского производства снизилась с 29 до 4–5%. Это произошло в основном из-за резкого увеличения закупок оборудования зарубежного производства: за данный период объём выпуска деревообрабатывающего оборудования в России возрос лишь в 1,5 раза, а объём импорта такого оборудования – в 10 раз.

В настоящее время предприятия ЛПК России закупают ежегодно у зарубежных фирм порядка 15 тыс. станков и линий на сумму около 700 млн.дол. США (USD). А отечественного оборудования они закупают менее чем на 40 млн.USD, т.е. почти в 18 раз меньше, чем импортного.

Большие объёмы приобретения импортного оборудования создали для отечественных предприятий проблему обеспечения его эксплуатации. Износ высокоточных базирующих и направляющих элементов станков, выход из строя части комплектующих изделий, часто выполненных неразборными и не подлежащими ремонту, требуют новых приобретений по импорту, связанных с потерями времени и огромными дополнительными расходами, соизмеримыми с расходами на покупку нового оборудования.

В настоящее время потребность в деревообрабатывающем оборудовании возрастает. Рассматривая ближайшие перспективы развития ЛПК, следует отметить утвердившуюся в последние годы тенденцию к наращиванию объёмов выпуска продукции деревообработки преимущественно путём создания современных специализированных производств и технического перевооружения имеющихся предприятий. Так что требуются значительные объёмы оборудования для создаваемых новых производств. Это прежде всего относится к осуществляемым в 2009–2014 гг. приоритетным инвестиционным проектам (более 90 проектов). Здесь по заявленной потребности необходимо оборудование на общую сумму 8 млрд.USD, причём на отечественное оборудование приходится сумма всего лишь в 0,5 млрд.USD (6,25% общей суммы).

Для значительного улучшения структуры отечественного машиностроения для деревообработки, прекращения выпуска устаревшего и снижения импорта оборудования нужны разработка и промышленное освоение в рамках частно-государственного партнёрства инновационного специализированного технологического деревообрабатывающего оборудования. Однако в отличие от станкоинструментальной промышленности, где в рамках государственной целевой программы "Национальная технологическая база" предусмотрено бюджетное финансирование работ по созданию образцов инновационного металлообрабатывающего оборудования, – в отношении деревообрабатывающего станкостроения государственного участия практически нет.

Очевидно, основные направления работы по созданию, эксплуатации и развитию отечественного деревообрабатывающего оборудования в настоящих условиях должны быть следующими:

1. Заинтересованные организации, научно-исследовательские фирмы, предприятия ЛПК совместно со станкостроительными фирмами должны разрабатывать инновационные технологии деревообработки и производства новой востребованной или перспективной на рынке продукции, создавать опытно-промышленные образцы технологического оборудования, организовывать его серийное производство, рекламировать, организовывать сбыт на внутреннем и внешнем рынках, т.е. первыми выходить на рынки с новой конкурентоспособной продукцией из древесины и, соответственно, с новым конкурентоспособным оборудованием.

2. Каждому российскому станкостроительному предприятию важно определить свою нишу на рынке, важно специализироваться на выпуске оборудования конкретного вида, постоянно его улучшать и совершенствовать, обеспечивать надлежащий технический уровень выпускаемого оборудования в соответствии с современными требованиями, добиваясь конкурентоспособности на российском и внешнем рынках. Для роста сбыта выпускаемой продукции целесообразно привлечение торговых домов, инжиниринговых фирм, лизинговых компаний.

При этом следует иметь в виду, что попытки дублировать передовые зарубежные разработки желаемого результата не дают. Технические показатели в итоге оказываются обычно хуже, а низкая стоимость созданного в данном случае оборудования является недостаточным стимулом для его потенциальных покупателей. В настоящее время утвердилась тенденция к тому, чтобы приобретать

только то и с такими уровнями потребительских параметров, которые, по убеждению покупателя, нужны для успеха его дела. При нехватке собственных средств на приобретение он воспользуется кредитом и осуществит задуманную покупку, а не станет приобретать дешёвый товар с сомнительными качествами. И обязательны хорошо организованный сервис, а также, при желании заказчика, инжиниринговые услуги и обучение.

3. Предприятия, обладающие современной развитой машиностроительной базой, отдельные новые специализированные фирмы должны осваивать и развивать производство импортозамещающих комплектующих изделий, в особенности быстроизнашивающихся (например, электрошпинделей, шариковинтовых пар, клеевых ванн, обрезиненных роликов подающих и прижимных устройств, элементов пневмо- и гидроприводов), – с целью создания элементной базы, позволяющей выполнять заказы предприятий, имеющих проблемы с организацией технического обслуживания и эксплуатации имеющегося у них импортного оборудования. При целенаправленном инженерном отношении к производству и постоянному улучшению характеристик выпускаемой продукции можно ожидать хороших результатов в этом важном для российских фирм деле.

Помощь в организации выполнения поставленных задач должна оказывать и Ассоциация "Древмаш" как орган, представляющий интересы российских станкостроителей. Методическую и определённую организационную помощь в решении этих вопросов следует ожидать от научно-исследовательских организаций отрасли.

Предстоит осуществить при реализации данной концепции развития отечественного станкостроения для ЛПК следующее:

1. Создать промышленно-технологическую основу для получения конкурентоспособной продукции. С использованием частного капитала и, при возможности, бюджетных средств разработать новые прорывные технологии, создать опытные образцы технологического оборудования и оснастки, которые обеспечат конкурентоспособность российской продукции и позволят снизить импортозависимость российского ЛПК.

2. Создать линейки комплектующих изделий, приводов рабочих головок и подачи, высокоскоростных электрошпинделей и шпиндельных узлов, прецизионных инструментальных головок высокоскоростного резания – с учётом всех особенностей механообработки древесины и композиционных материалов на её основе, в том числе с обеспечением отсутствия теплообразования или минимально возможного уровня его значения.

Успешное решение этих задач позволит разрабатывать и производить в России конкурентоспособные деревообрабатывающее оборудование и режущий инструмент.

Перспективы развития станкостроения для ЛПК. Значительная часть создаваемого нового оборудования будет состоять из станков с программным управлением, позволяющих:

– комплектовать технологические линии, быстро переналаживаемые для выпуска небольших партий изделий, что позволит гибко реагировать на изменяющийся спрос потребителей;

– выполнять переоснащение предприятий современной эффективной техникой;

– способствовать улучшению внешнеторгового баланса страны путём обеспечения экспорта дополнительной продукции глубокой переработки и снижения объёма импорта соответствующей техники;

– в значительной степени обеспечить импортозамещение и тем самым технологическую безопасность страны в отношении деревообрабатывающего оборудования;

– создать тысячи дополнительных рабочих мест в производстве деревообрабатывающего оборудования.

Разработку инновационных технологий и оборудования для ЛПК рекомендуется начинать с домостроения и производства мебели как самых актуальных и объёмных направлений развития ЛПК:

– для домостроения следует разработать технологии и оборудование по производству комплектов деревянных домов, позволяющих с наименьшими затратами общедоступных в стране ресурсов всех видов решить проблему обеспечения широких слоёв населения комфортным, экологически чистым и энергоэкономным жильём по всем вариантам строительства;

– для производства мебели и материалов интерьера следует предусмотреть разработку технологии и оборудования в соответствии с утверждающейся в настоящее время тенденцией относительного сокращения использования древесностружечных и древесноволокнистых плит в пользу материалов из натуральной древесины (массивной и клеёной).

Создание новой высокопроизводительной инновационной техники и информационных технологий поддержки производства продукции позволит проводить глубокую переработку древесины и, следовательно, обусловит получение значительной добавленной стоимости.

Склад. Транспорт. Логистика – 2011

18-я международная выставка систем логистики, транспортного обслуживания, средств автоматизации и механизации складских и погрузочно-разгрузочных работ

25–28 октября 2011 г.
Москва, ЦВК "Экспоцентр"

УДК 674:378.09:658.336.3

ЕВРОПЕЙСКИЕ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ

Б. Н. Уголев, д-р техн. наук, акад. ИАВС, ***С. Н. Рыкунин***, д-р техн. наук – Московский государственный университет леса

Реструктурирование европейской системы высшего образования, известное как Болонский процесс, было проблемой для зарубежных университетов, студентов, работодателей и организаторов финансирования. Если на начальной стадии многие магистерские программы представляли собой незначительно реконструированные старые программы, то в последние годы разработаны хорошо структурированные новые программы.

Сопротивления изменениям были значительны. Существовало беспокойство о европейской образовательной системе, которая успешно развивалась в течение довольно долгого времени. Было проявлено понимание недостаточности финансирования, а также ограниченной готовности общества пойти новыми путями.

Однако сегодня ясно, что начатая реформа необратима. Индикатором может служить преобразование четырёх- и пятилетних программ в программы подготовки соответственно бакалавра и магистра.

Для классических университетов и университетов прикладных наук обучение бакалавров и магистров потребовало значительных изменений. Так, для университетов прикладных наук необходимо было создать передовые магистерские программы на уровне, близком к заданному классическими университетами.

Классические университеты включали в свои программы более прикладные, ориентированные на профессию компоненты, а университеты прикладных наук недавно начали увеличивать или уже увеличили научно-исследовательскую составляющую.

Нет никаких определённых данных о том, сколько бакалавров продолжат академическое образование. Планы университетов указывают, что, вероятно, менее половины бакалавров продолжат обучение в магистратуре. При этом уже выявилось существенное различие между классическими университетами и университетами прикладных наук: в классических университетах доля бакалавров, продолжающих обучение в магистратуре, значительно выше.

В настоящее время в Европе насчитывается 38 магистерских программ по древесиноведению и технологии. Очевиден вопрос, насколько велика потребность в магистрах. В Европе производится 25–30% лесной продукции при 5%-ной лесной площади. Приблизительно 8% добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности прибывает из лесных отраслей. Нет сомнения, что у европейского лесного сектора есть значительная потребность в высокообразованных специалистах.

Довольно полное представление о происходящих в Европе процессах по подготовке магистров даёт совместная программа Бернского университета прикладных наук – архитектуры, древесины и гражданского строительства (г. Биль, Швейцария) и Розенхаймского университета прикладных наук (г. Розенхайм, Германия).

Доступны следующие магистерские направления исследований:

– материалы и древесина;
– производство и логистика;
– лесоматериалы и композиты;
– менеджмент;
– строительная физика, строительство и обслуживание зданий;
– сухие конструкции, облегчённые конструкции и отделка;
– дизайн мебели и тестирование мебели;
– окна, фасады, зимние сады, двери и ворота.

Первые четыре направления из упомянутых выше магистерских исследовательских направлений предлагают в Биле, а четыре других – в Розенхайме.

Студенты могут участвовать в научно-исследовательских работах, так как в Бернском университете более 100 учёных работают над научно-исследовательскими проектами. Студенты могут быть вовлечены в прикладные исследования и рабочие проекты, которые довольно часто проводятся в тесном сотрудничестве с торговыми партнёрами. Частично занятые студенты также могут работать в других компаниях.

Список литературы

1. **Heiko Thoemen, Marc-Andre Gonin.** European Master programs in Wood Science and Technology. Bern University of Applied Science, Architecture, Wood and Civil Engineering Solothurnstrasse 102, CH-2504 Biel-Bienne, heiko.thoemen@bfh.ch. Proceedings of the International Convention of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commissions for Europe – Timber Committee October 11–14, 2010, Geneva, Switzerland Paper ED-7 1 of 7.

2. **Federal** Statistical Office (2010): Szenarien 2010–2019 fur die Hochschulen: Kennzahlen. www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/08/key/blank/06.html (accessed 30.08.2010).

3. **DAAD (2010)**: Studieren in Deutschland. http://www.daad-canada.ca/de/12832/index.html (accessed 02.09.2010).

4. **Barnes, H.M. (2007)**: A Historical Assessment of Wood Science & Technology Education in North America. Presentation at the IUFRO All Division 5 Conference in Taipei, Taiwan, 30.10.2007.

5. **CEI-Bois (2005)**: Vision 2030. Innovative and sustainable use of forest resources.

6. **Grigat, F. (2009)**: It's the economy, stupid. Grossbritannien im weltweiten Kampf um Postgraduates. Forschung und Lehre 1/09. Deutscher Hochschulverband, pp. 2223.

УДК 674:378.09

ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ "ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ"

Б.М.Рыбин, д-р техн. наук, ***С.Н.Рыкунин***, д-р техн. наук – Московский государственный университет леса

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 250400 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 798 от 22 декабря 2009 года. ФГОС ВПО представляет собой совокупность обязательных требований к основным образовательным программам учреждений высшего профессионального образования на территории Российской Федерации, имеющих государственную аккредитацию.

На основе ФГОС ВПО разрабатывается примерная основная образовательная программа, в которую входит примерный учебный план.

Ниже изложены предложения к примерному учебному плану подготовки магистров по направлению подготовки 250400. Состав дисциплин примерного учебного плана близок к составу дисциплин подготовки магистров в европейских странах по направлению "Древесиноведение и технологии".

В ФГОС ВПО для подготовки магистров, действовавшем до утверждения нового стандарта, предусматривались аннотированные магистерские программы, например:

технология лесопиления, тепловой обработки, сушки и защиты древесины;

технология и оборудование для склеивания древесины и древесных материалов;

конструирование и технология изделий из древесины и древесных материалов.

В новом ФГОС ВПО для подготовки магистров аннотированных программ не предусмотрено. В примерном учебном плане базовых частей общенаучного цикла набор дисциплин определяется ФГОС ВПО.

В базовую часть общенаучного цикла включены следующие дисциплины:

– математическое моделирование;

– философские проблемы науки и техники.

В базовую часть общепрофессионального цикла включены следующие дисциплины:

– информационные технологии;

– деловой иностранный язык;

– актуальные проблемы технологических процессов лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств;

– управление качеством продукции лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств.

Вариативная часть общенаучного цикла и вариативная часть общепрофессионального цикла формируются вузом. В примерный учебный план вариативной части общенаучного цикла включены следующие дисциплины:

– современные проблемы науки о древесине;

– логистика.

В вариативной части общепрофессионального цикла предусмотрено изучение современных методов подготовки раскроя древесного сырья, сушки и защиты древесины, оборудования и инструмента, современных клеёных, плёночных и лакокрасочных материалов, физико-механических процессов при изготовлении древесных композиционных материалов, основ системы обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Дисциплины по выбору студента представлены достаточно широко. Каждый студент выбирает дисциплины объёмом 13 зачётных единиц (468 часов). Эти дисциплины тесно связаны с темой магистерской диссертации. Практика и научно-исследовательские работы запланированы в объёме 57 зачётных единиц (2052 часа), что, составляя половину общего объёма примерного учебного плана, способствует написанию магистерской диссертации достаточно высокого уровня.

УДК 674.047.3:66.047.45.004.14

АЛЬТЕРНАТИВА ПРИРОДНОМУ ГАЗУ

В.В.Сергеев, д-р техн. наук, ***Д.Г.Васькин***, канд. экон. наук, ***М.В.Трошева*** – Кудымкарский филиал Удмуртского государственного университета

Переход всех лесозаготовительных предприятий лесопромышленного комплекса (ЛПК) страны к рыночной экономике побудил руководство предприятий к созданию внутри холдинговых компаний лесопильно-деревообрабатывающих цехов с высокой степенью переработки древесины, что обусловило возрастание дефицита сухих пиломатериалов.

Типовые лесосушильные камеры периодического действия (УЛ-1, СПЛК-1, УРАЛ-72, СПМ-2к) в настоящее время не производятся. В каждом регионе России их заменили новые модели установок, разработанные региональными проектными организациями совместно с производственниками, или импортные сушилки.

Поскольку на предприятиях нет технологического пара, то для проведения процессов сушки используют только мягкие режимы, темиературно-влажностные параметры которых определяются теплотехническими характеристиками горячей воды, производимой котельными предприятий. В сложившихся условиях, по нашему мнению, наиболее перспективны установки, использующие в рабочем объёме камер энтальпию топочных газов, получаемых сжиганием древесного топлива, природного или генераторного газов.

Лёгкость транспортирования газа, его высокое теплосодержание, относительно низкая стоимость, отсутствие теплового и сантехнического оборудования в сочетании с современной аэродинамической схемой рециркуляции сушильного агента по пиломатериалу и с надёжным автоматизированным теплообменником

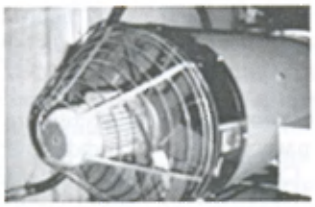


Рис. 1. Общий вид газового воздухонагревателя ВНС-90

(воздухонагревателем) – всё это позволило создать лесосушильную камеру, отвечающую современным требованиям [1].

В настоящее время на ряде предприятий Урала эксплуатируются несколько таких установок (разработанных ООО "Проектсервис", находящимся в г. Екатеринбурге) для сушки пиломатериалов общей производительностью около 20 тыс.м^3/год. Новая модификация сушильной камеры ИУ-2ПГ с сертифицированным источником теплоты типа ВНС-90 ("Самум" – см. рис.1) при величине удельного расхода газа 21 нм^3/м^3 усл. пиломатериала позволяет в 1,5 раза снизить затраты на получение теплоты по сравнению с традиционными паровыми камерами; годовая производительность камеры – 3000 м^3 усл. пиломатериала.

Альтернативой сушилке, в которой используется энтальпия топочных газов от сжигания природного газа в газовом воздухонагревателе, служит (см. рис. 2) разработка [2], в которой воздухонагреватель заменён жаротрубным калорифером с внешним или внутренним размещением относительно корпуса сушилки. В этом случае используются древесные отходы или дрова.

Величины комплексного затратного показателя, равного сумме удельных затрат на тепловую энергию и амортизационных отчислений, для камер периодического действия (с газовым, паровым и электрическим нагревом), созданных по результатам данной работы, соотносятся как 1:2,5:2,7.

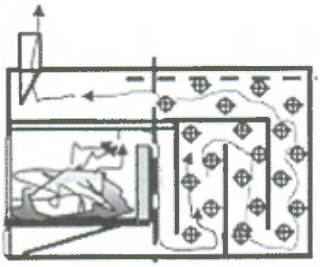


Рис. 2. Схема жаротрубного теплообменника

Величины безразмерной стоимости сушки, характеризующей эффективность камер по тепловому КПД, для указанных установок возрастают в 2^0, 2^1, $2^{2,3}$ раз, т.е. наиболее эффективны установки типа ИУ-1жтк (с жаротрубным калорифером).

Такая установка оказалась в 2 раза эффективнее камеры, работающей на природном газе.

Список литературы

1. Пат. 47081 РФ, F 26 B 9/06. Бескалориферная лесосушильная камера / Е.В.Воронцов, В.Г.Смирнов, В.Ю.Чамовских, В.В.Сергеев. – Опубл. 10.08.2005. – Бюл. № 22. – 2 с.

2. Васькин Д.Г., Сергеев В.В. Древесина, её строение и способы эффективной сушки: Учеб. пособ. – Кудымкар: Филиал ГОУ ВПО "Удмуртский государственный университет", 2007. – 286 с.

Химия – 2011

16-я международная выставка
химической промышленности и науки

24–27 октября 2011 г.
Москва, ЦВК "Экспоцентр"

УДК 674.053:621.933.6.011.46

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ ПРИ РАСПИЛОВКЕ МЁРЗЛОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Н.В.Вишуренко, И.С.Корчма, канд. техн. наук – Сибирский государственный технологический университет

Использование (соблюдение) рациональных режимов пиления мёрзлой древесины на лесопильных рамах позволит решить на лесопильных предприятиях Сибири и Дальнего Востока задачи повышения производительности названного оборудования (при заданном уровне качества пиломатериала) и снижения расхода электроэнергии при пилении.

Существующие руководящие технические материалы (РТМ), по нашему мнению, требуют внесения в них существенных изменений.

Производительность лесопильной рамы, как известно, прямо пропорциональна подаче заготовки. Величина посылки (подачи за двойной ход) по заполнению впадин зубьев S_{2x} (мм) на лесопильной раме определяется по формуле

$$S_{2x} = \frac{\beta_3 \Theta H t_3}{h_м \alpha_{упл}}, \qquad (1)$$

где β_3 – коэффициент заполнения площади впадины;
Θ – коэффициент формы зуба пилы;
H – ход пильной рамки, мм;
t – шаг зубьев пил, мм;
$h_м$ – наибольшая высота реза, мм;
$\alpha_{упл}$ – коэффициент уплотнения стружки.

Объём уплотнённой во впадине пилы талой древесины в 1,5–2 раза меньше номинальной величины объёма срезанной стружки. Это вызвано тем, что напряжения сжатия, возникающие при срезании стружки, достаточны для деформации клеток и вытеснения из них капиллярной влаги через поры древесины. Номинальная величина объёма стружки уменьшается на величину объёма пор, свободных от капиллярной влаги, а предельное значение коэффициента уплотнения опилок во впадине $\alpha_{упл}$ может быть определено по формуле

$$\alpha_{упл} = \frac{\rho}{\rho_д}, \qquad (2)$$

где ρ – плотность древесины при влажности, равной точке насыщения волокна, кг/м^3;
$\rho_д$ – плотность древесинного вещества, насыщенного влагой, кг/м^3.

В РТМ, используемых для определения величин технологических параметров режима пиления мёрзлой древесины, фигурируют лишь два значения коэффициента уплотнения стружки $\alpha_{упл}$: для талой и для мёрзлой древесины. Влияние на $\alpha_{упл}$ породы и влажности древесины не принимается во внимание.

Путём проведения серии опытов мы установили, что коэффициент уплотнения стружки $\alpha_{упл}$ значительно зависит от породы древесины, а также от влажности древесины и её температуры. Результаты опытов представлены в таблице.

Номер образца	Порода образца	Влажность W, %	Температура t, °C	Коэффициент уплотнения $\alpha_{упл}$
1	Сосна	12	+20	0,34
2	Лиственница	12	+20	0,45
3	Сосна	45	–20	0,75
4	Лиственница	45	–20	0,87

Дальнейшие исследования проводились для установления характера зависимости $\alpha_{упл}$ от гидротермических факторов. Результаты исследования позволяют сформулировать практические рекомендации по определению величин технологических параметров режимов пиления мёрзлой древесины на лесопильных рамах.

При пилении мёрзлой древесины существенное значение имеет не только величина влажности древесины, но и агрегатное состояние влаги. Свободная влага замерзает при величинах температуры ниже минус 2 – минус 4°С и при соблюдении режимов пиления, обеспечивающих качественную распиловку, не может быть вытеснена из древесины. Объём уплотняемой стружки уменьшается только на объём пор, свободных от кристаллов льда.

В этом случае предельное значение коэффициента уплотнения $\alpha_{упл}$ может быть определено по формуле [1]

$$\alpha_{упл} = \rho_{баз}\left[\frac{1}{\rho_{д.в.}} + \frac{W' + 1{,}091(W - W_н)}{100\rho_в}\right], \qquad (3)$$

где $\rho_{баз}$ – базисная величина плотности древесины, кг/м^3 (для сосны – 400 кг/м^3, для лиственницы – 520 кг/м^3);
$\rho_{д.в.}$ – плотность древесинного вещества, равная 1540 кг/м^3;
W' – влажность, соответствующая точке насыщения оболочек, % (для сосны – 30%; для лиственницы сибирской – 31–33%);
W – средняя влажность срезанной древесины, %;
$W_н$ – относительное количество незамёрзшей влаги, %;
$\rho_в$ – плотность воды, равная 1000 кг/м^3;
1,091 – коэффициент увеличения объёма при замерзании воды.

Относительное количество незамёрзшей влаги (%) рассчитывается по уравнению проф. Б.С.Чудинова [2]

$$W_н = 12 + 18e^{0.057(t+2)}, \quad (4)$$

где e – основание натурального логарифма;
t – отрицательное значение температуры, °С.

Формула (3) позволяет определять расчётное значение $\alpha_{упл}$. Способы оттаивания мёрзлой древесины, используемые в производствах для улучшения условий пиления, характеризуются значительными затратами электроэнергии. Ситуацию можно улучшить, если мёрзлую древесину не оттаивать до положительных величин температуры, а лишь подогревать до температуры от – 2 до – 4°С. В таком диапазоне температур лёд тает даже при весьма незначительном давлении. При пилении на лезвии резца возникают усилия, которые в несколько раз превышают требуемые для таяния льда.

Поскольку при пилении на лесопильных рамах стружка образуется из-за непосредственного сжатия древесины поперёк волокон передней гранью резца в полуограниченном пространстве, то испытания проводились именно на сжатие древесины в замкнутом пространстве. В реальных условиях пиления рамными пилами площадь древесины, сжимаемой передней гранью, и скорость резания существенно отличаются от тех же параметров в условиях проведения экспериментов. Поэтому было решено оценить также влияние на $\alpha_{упл}$ скорости нагружения и диаметра образцов.

Нами был спланирован и осуществлён эксперимент для четырёх факторов по плану второго порядка В , по результатам которого определён характер зависимости коэффициента уплотнения $\alpha_{упл}$ от гидротермических факторов, а также оценено влияние на него скорости нагружения и диаметра экспериментальных образцов.

При проведении эксперимента использовалось специально сконструированное приспособление. Конструкция теплоизолированной стальной обоймы, в которую закладывался образец, позволяет осуществлять его сжатие в замкнутом пространстве. Испытуемые образцы цилиндрической формы были изготовлены таким образом, чтобы испытания на сжатие выполнялись с приложением к образцу усилия в направлении поперек волокон. Высота образцов составляла 25 мм, а диаметр образцов составлял 20; 14; 8 мм. Партии образцов одной породы изготовляли из единой доски, выпиленной в срединной части бревна. Таким образом, при проведении испытаний обеспечивался необходимый уровень однородности величин показателей материала образцов.

Вследствие гистерезиса процессов оттаивания и замораживания древесины содержание в ней незамёрзшей воды при температуре в пределах от 0 С до минус 20–30°С и одинаковой влажности различное. Важно знать, что именно предшествовало данному температурному состоянию древесины – её охлаждение или нагрев мёрзлой древесины. В связи с этим нами было принято решение сначала заморозить образцы в морозильнике, а затем уже осуществлять их подогрев до нужной температуры.

Образцы закладывали в морозильную камеру модели "Бирюса 280". Нужная величина температуры в камере поддерживалась с помощью электронного блока управления. Погрешность температуры в рабочем объёме камеры составляла ± 1°С. Эксперименты проводили с обеспечением следующих номинальных величин температуры: – 27, – 15, – 3°С. Взвешивание экспериментальных образцов осуществляли – на электронных весах марки MW–II – до и после сжатия. Эксперимент выполняли на разрывных машинах моделей Р-5 и Р-0,5.

Экспериментальное значение коэффициента уплотнения $\alpha_{упл}$ рассчитывали по формуле

$$\alpha_{упл} = \frac{V_{c(упл)}}{V_c}, \quad (5)$$

где $V_{c(упл)}$ – конечная величина объёма образца, мм³;
V_c – начальная величина объема образца, мм³.

При проведении эксперимента были опробованы следующие уровни регулируемых факторов:
– диаметра образца (масштабного фактора) d – 8, 14, 20 мм;
– влажности W – 40, 56, 72 %;
– температуры t – минус 27, – 15, – 3°С;
– скорости перемещения пуансона (динамического фактора) V – 4, 16, 28 мм/мин.

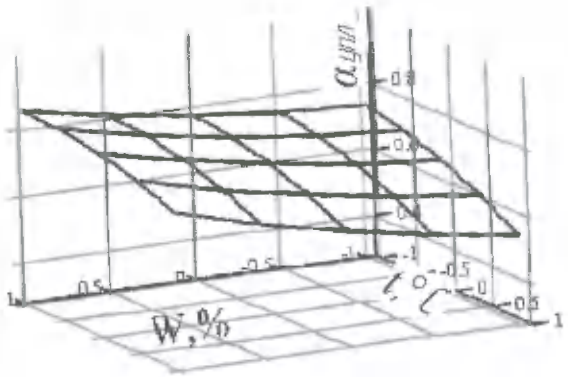
Путём математической обработки результатов эксперимента нами получена следующая нормализованная регрессионная модель, описывающая зависимость коэффициента уплотнения $\alpha_{упл}$, или y от диаметра образца (x_1), влажности древесины (x_2), температуры древесины (x_3) и скорости перемещения пуансона (x_4):

$$y(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0.803 + 0{,}019x_1 + 0{,}064x_2 - 0{,}062x_3 - 0{,}059x_1^2 + 0{,}022x_2^2 - 0.028x_3^2 - 0{,}039x_4^2 + 0{,}017x_1x_2 + 0{,}021x_2x_3 - 0{,}015x_1x_3 + 0{,}010x_1x_4. \quad (6)$$

Относительная разница между значениями выходного, или целевого показателя (коэффициента уплотнения), усреднёнными по каждой серии опытов, и значениями функции отклика y не превышает 7%.

Анализ полученной модели показывает, что основное влияние на коэффициент уплотнения древесины во впадине зубьев оказывают влажность древесины (x_2) и температура древесины (x_3), а скорость перемещения пуансона (x_4) и диаметр образца (x_1) на коэффициент уплотнения практически не влияют (см. рисунок).

Сравнивая значения функции отклика, полученные по регрессионной формуле (6), со средними значениями коэффициента уплотнения, найденными по формуле (3), можно сделать заключение, что относительная разница между ними не превышает 15%. Таким образом, формула (3) может быть использована для расчета значений коэффициента уплотнения древесины $\alpha_{упл}$.



Двумерное графическое представление характера зависимости коэффициента уплотнения от влажности древесины и её температуры

При проведении эксперимента выяснилось, что в результате сжатия образцов с величинами температуры минус 15 и минус 27°С их масса и, следовательно, влажность оставались неизменными. При сжатии образцов с величиной температуры – 3°С наблюдались уменьшение массы и, как следствие, снижение коэффициента уплотнения. Этот факт подтверждает правильность вышеизложенного предположения: силы резания, возникающие при пилении мёрзлой древесины, нагретой до значений температуры, близких к нулю, обеспечивают расплавление льда и его вытеснение из межклеточного пространства.

Заключение

Экспериментально определены значения коэффициентов уплотнения стружки древесины сосны и лиственницы при различных гидротермических состояниях древесины.

Полученные результаты позволяют в производственных условиях оперативно задавать значение посылки по заполнению межзубовой впадины с учётом гидротермического состояния древесины. Обоснованное увеличение значения посылки позволит повысить производительность лесопильной рамы.

Гидротермическая обработка мёрзлой древесины должна состоять не в её оттаивании в открытых бассейнах, а в подогреве в соответствующей камере. Проведение операции подогрева мёрзлой древесины до температур от минус 2 до минус 4°С позволяет уменьшить силы резания и снизить расход электроэнергии, значительная часть которого затрачивается на превращение льда в воду.

Список литературы

1. **Корчма И.С.** Рекомендации по распиловке лиственницы на лесопильных рамах // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1985. – № 3. – С. 9–10.

2. **Чудинов Б.С.** Теория тепловой обработки древесины. – М.: Наука, 1968. – 256 с.

УДК 674.047.3:66.047.45:658.011.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

А.Е.Коньшин, В.В.Сергеев, М.И.Симанова – Кудымкарский филиал Удмуртского государственного университета

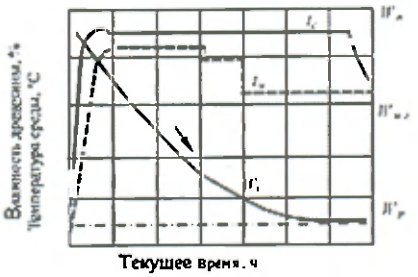
В настоящее время количество предприятий, проводящих процессы сушки материалов органического происхождения, продолжает увеличиваться. Поэтому достаточно остро встал вопрос повышения качества и снижения затрат на проведение этих технологических процессов. При этом процессы сушки материалов, проводимые в различных отраслях промышленности (особенно на сельскохозяйственных и лесохозяйственных предприятиях), – это наиболее энергозатратные части комплексных процессов производства товарной продукции. Сейчас на предприятиях малого и среднего бизнеса Коми-Пермяцкого округа, вынужденных проводить процессы сушки исходных материалов с довольно высоким содержанием свободной и связанной влаги, расширяется внедрение сушильных установок, эффективная эксплуатация которых в условиях острого дефицита квалифицированных кадров и постоянного роста цен на энергоносители уже стала вполне самостоятельной проблемой.

Поэтому весьма актуальна разработка – на базе научно обоснованных решений – эффективных энергосберегающих технологий сушки материалов органического происхождения – технологий для предприятий с относительно небольшими объёмами переработки (3–5 тыс.м^3/год).

С учётом вышеизложенного была предложена структура режима технологического процесса сушки (на примере сушки пиломатериалов – см. рисунок [1, 2]), содержащая психрометрическую разность ступеней режима и температуру сухого термометра, на всём протяжении процесса равную значению на последней ступени режима (берутся из РТМ) [3].

Известно, что наиболее распространённый путь интенсификации процесса сушки состоит в повышении температуры среды с одновременным повышением степени её насыщенности для обеспечения высокой влагопроводности и целости высушиваемого материала.

Отметим, что этот способ сушки был предложен ещё в прошлом столетии Н.П.Булыгиным, затем его изучали М.Ю.Лурье, Э.А.Микит, В.Н.Петри, Г.С.Шубин и др. [4]. Сочетание прерывистой циркуляции сушильного агента по пиломатериалу (в течение половины продолжительности цикла, равной 60 мин, вентилятор не работает) и указанной структуры режима позволяет сократить продолжительность процесса сушки примерно на 20%, или в 1,25 раза (для материалов средней толщи-



Структура режима интенсивного процесса сушки:
t_c – кривая изменения температуры сухого термометра; $t_м$ – то же, смоченного термометра; W – кривая изменения текущей влажности

ны). При этом главные условия – наличие увлажняющего агента (насыщенного пара или горячей воды в виде аэрозоли) и герметичность установки.

Расход электроэнергии на привод вентиляторов снижается на 50%, или в 2 раза. Таким образом, обеспечение прерывистой циркуляции воздуха по высушиваемому пиломатериалу, а также повышенной температуры и повышенной степени насыщенности среды позволяет значительно сократить продолжительность процесса сушки и снизить затраты на его проведение в 1,5 раза.

Список литературы

1. **Пепеляева С.В., Хорошев А.С., Сергеев В.В.** Экономическая эффективность внедрения сушильных камер в ЗАО "Лесинвест" // Сб. материалов межрег. науч.-практ. конф. "Высшее образование и наука Коми-Пермяцкого округа в социокультурном и экономическом пространстве Пермского края". – Кудымкар, 2007. – С. 286–289.
2. **Софронова Е.К., Генне Э.В., Сергеев В.В.** Регулярный тепловой режим в промышленных лесосушильных камерах // Сб. материалов межрег. науч.-практ. конф. "Высшее образование и наука Коми-Пермяцкого округа в социокультурном и экономическом пространстве Пермского края: интеграция научных исследований и образование вузовских программ". – Кудымкар, 2009. – С. 450–458.
3. **Руководящие** технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов. – Архангельск: ОАО "Научдревпром-ЦНИИМОД", 2000. – 126 с.
4. **Шубин Г.С.** Сушка и тепловая обработка древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 336 с.

ЮБИЛЕЙ А.Г.МИТЮКОВА

В апреле этого года исполнилось 80 лет Алексею Григорьевичу Митюкову, "патриарху" мебельной и деревообрабатывающей промышленности, заслуженному работнику лесной промышленности России, генеральному директору ЗАО "Центромебель", Почётному гражданину Брянской области (Карачевского района), председателю общественной организации "Брянское землячество", члену редакционной коллегии журнала "Деревообрабатывающая промышленность".

Алексей Григорьевич родился 12 апреля 1931 г. на Брянщине – в посёлке Ержинском Карачевского района. Семья жила бедно, но радостно: в ней царили тепло и уют. Затем – война, голодные послевоенные годы, учёба в ФЗУ, где Алексей Григорьевич получил специальность столяра-краснодеревщика, работа, армия (суровая морская закалка на Тихоокеанском флоте), учёба в Ленинградской лесотехнической академии.

Юбиляр прошёл большой жизненный путь, его трудовая деятельность началась в 1947 г., он перепробовал много профессий, а с середины 1960-х годов навсегда связал свою судьбу с мебельной промышленностью. Рост объёма выпуска мебели в те годы сдерживался нехваткой

средств малой механизации и мебельной фурнитуры. Было решено создать в г. Карачеве Брянской обл. соответствующее производство. А.Г.Митюкова назначили директором Карачевского экспериментально-механического завода Минлеспрома СССР. В 1974 г. ему поручили руководить производственным объединением "Брянскмебель". По его инициативе была проведена модернизация Брянской, Алтуховской, Клетнянской мебельных фабрик, Злынковской спичечной фабрики, завода по производству ДСП мощностью 100 тыс.м^3/год.

В 1980 г. Алексей Григорьевич стал главным инженером ВПО "Центромебель", затем – начальником ВПО "Востокмебель", а с 1985 г. – начальником ВПО "Центромебель". В годы перестройки он занимал посты генерального директора Территориального концерна "Центромебель", АОЗТ "Центромебель" и (по настоящее время) ЗАО "Центромебель". Алексей Григорьевич принимал активное участие в создании, испытании и внедрении отечественного оборудования, материалов и технологий – в результате был налажен выпуск мебели, конкурентоспособной на мировом рынке.

Выдающиеся организаторские и профессиональные качества А.Г.Митюкова способствовали улучшению работы мебельных предприятий центра России. Его многолетний плодотворный труд отмечен правительственными наградами: двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Дружбы народов и "Знак Почёта", многими медалями.

Члены редколлегии и сотрудники редакции журнала "Деревообрабатывающая промышленность" поздравляют Алексея Григорьевича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, долголетия, долгой, успешной трудовой деятельности, а также выражают уверенность в том, что он всегда будет мудрым и добрым человеком, приходящим на помощь тем, кто в ней нуждается.

УДК 674.053:621.935.001.76

ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЙ СТАНОК СО ШКИВАМИ ВАРИАТОРНОГО ТИПА

П. Г. Пыриков – д-р техн. наук, ***Н. А. Доронин*** – Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Повышенный интерес специалистов к ленточнопильному оборудованию, применяемому в различных областях деревопереработки, обусловливает актуальность работ по совершенствованию его конструкций. Целесообразность этого очевидна: использование при распиловке брёвен диаметром от 20 до 40 см многопильных ленточнопильных станков вместо лесопильных рам позволяет повысить производительность лесопильного потока в 2–2,5 раза при сокращении потерь древесины в опилки в 2–3 раза, а расхода электроэнергии на пиление – в 1,3–1,4 раза [1, 2]. Кроме того, совмещение процессов пиления ленточными пилами с фрезерованием создаёт дополнительные возможности для получения технологической щепы [3]. Немаловажно и то, что при этом достигается высокое качество поверхности пиломатериалов.

Совершенствование ленточнопильных станков в основном состоит в создании многошкивных конструкций пильных блоков (для увеличения количества участвующих в резании пил), проектировании сдвоенных станков с горизонтальной и вертикальной компоновкой, обеспечении возможности ведения распиловки обеими ветвями пильной ленты, применении принципа безопорного перемещения пилы на аэродинамических или магнитостатических опорах (для повышения уровней технологических параметров режима пиления) [1–4].

Следует отметить: для конструкций ленточнопильного оборудования характерны высокие маховые моменты от быстровращающихся пильных шкивов и высокие силы инерции, что, например, проявляется в конструкциях пильных блоков со шкивами разного диаметра, установленными на одном валу. При этом пильные ленты нагружены неравномерно: каждая характеризуется собственной окружной скоростью, следовательно, при одинаковой геометрии режущей части и постоянстве скорости подачи условия резания на пилах оказываются различными. Шкивы пильных блоков различаются и по моменту инерции, что существенно усложняет схему нагружения приводного вала и снижает технологическую стабильность распиловки. Обычно пильные блоки не оснащаются механизмом настройки пильных лент, а потому переход на другой типоразмер пилопродукции требует либо замены пильных блоков, либо применения механизма регулирования пил натяжными роликами, что не всегда технологично с позиций обеспечения жёсткости пильного полотна и кроме того обусловливает необходимость увеличения длины пильных лент.

Надёжная работа станков, в которых пильная лента перемещается на неподвижных (бесшкивных) аэродинамических или магнитостатических опорах, пока обеспечивается только в однопильных механизмах главного движения. К тому же их конструкция весьма сложна.

С учётом этого повышение динамической стабильности ленточнопильных станков с многошкивными пильными блоками и достижение при этом высокой производительности (путём повышения скоростей резания и подачи), а также высокой технологичности настройки возможно обеспечить разработанной конструкцией шкивов, в которой последние выполнены в виде конического ремённого вариатора.

Механизм резания разработанной конструкции представляет собой размещённый на каретке ленточнопильный аппарат, включающий два пильных блока, состоящих из трёх шкивов разного диаметра (рис. 1). Предложенную схему отличает наличие подводимых опор *5* шкивов *1*, в результате чего консольная (типовая) схема их крепления заменяется

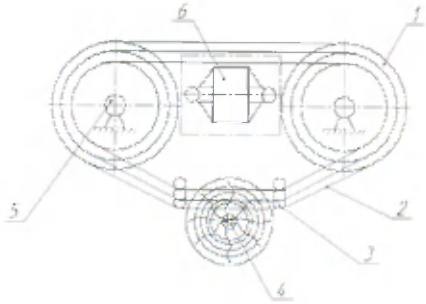


Рис. 1. Схема пиления

двух- или трёхопорной схемой. Натяжение и позиционирование пил *2* обеспечивается роликами *3*, установленными в суппортах. Конструкция станка содержит две подвижные пиноли механизма фиксации бревна *4*. Пиноли перемещаются с помощью ходовых винтов, подвешенных к опорной балке *6*, по которой перемещается каретка с пильными шкивами.

Следует заметить: основной функционально-технологический параметр предложенной конструкции механизма резания, обеспечивающий возможность получения полного типоразмерного ряда пиломатериалов, – это передаточное число каждого вариаторного шкива. Передаточное число равно частному от деления начального значения диаметра окружности вращения пильной ленты на шкиве, устанавливаемого при настройке шкива за счёт осевого перемещения полушкива, на текущее значение упомянутого диаметра (рис. 2). Отмеченные действия предполагается выполнять раздельно для шкивов *3*, *4* и *5*, *6* (рис. 3).

Для определения передаточного числа в качестве исходных данных принимался диаметр первого шкива $D_{ш1}$ = 710 мм. В соответствии с приведённой схемой (см. рис. 2) диаметр второго шкива определяется по формуле

$$D_{ш2} = D_{ш1} - 2(B + b + S_{д2}),$$

где B – толщина пилы (B = 1 мм);
b – уширение зубьев пилы на сторону (b = 0,25 мм);
$S_{д2}$ – толщина доски, выпиливаемой второй пилой, мм.

Значение передаточного числа второго шкива определяется по формуле

$$U_2 = \frac{D_{ш2}^{max}}{D_{ш2}^{i}}.$$

Используя вышеприведённые формулы, получаем таблицу значений передаточного числа для второго шкива (табл. 1).

Таблица 1

$S_{д2}$, мм	$D_{ш2}$, мм	U_2
16	675	1,112
19	669	1,102
22	663	1,092
25	657	1,082
32	643	1,059
40	627	1,033
44	619	1,020
50	607	1,000

Диаметр третьего шкива $D_{ш3}$ зависит уже от двух переменных параметров:

$$D_{ш3} = D_{ш2} - 2(B + b + S_{д3}).$$

Для третьего шкива получаем следующую матрицу значений передаточного числа (табл. 2). Значение передаточного числа третьего шкива выбирается в зависимости от передаточного числа второго вариаторного шкива и толщины доски, отпиливаемой третьей пилой.

Таблица 2

U_2	Значение $S_{д3}$, мм							
	16	19	22	25	32	40	44	50
1,112	1,270	1,258	1,246	1,234	1,206	1,175	1,159	1,135
1,102	1,258	1,246	1,234	1,222	1,194	1,163	1,147	1,123
1,092	1,246	1,234	1,222	1,210	1,183	1,151	1,135	1,111
1,082	1,234	1,222	1,210	1,198	1,171	1,139	1,123	1,099
1,059	1,206	1,194	1,183	1,171	1,143	1,111	1,095	1,071
1,033	1,175	1,163	1,151	1,139	1,111	1,079	1,063	1,040
1,020	1,159	1,147	1,135	1,123	1,095	1,063	1,048	1,024
1,000	1,135	1,123	1,111	1,099	1,071	1,040	1,024	1,000

Предложенный принцип позиционирования пил на шкивах позволил разработать конструкцию узла резания ленточнопильного станка (см. рис. 3).

Конструкция шкива наибольшего диаметра предлагается типовой. Значение диаметра $D_{ш1}$, равное 710 мм, соответствует значению, установленному на большинстве ленточнопильных станков делительного назначения. Два других шкива – вариаторного типа – имеют регулируемый диаметр, обеспечивающий типоразмер получаемой доски 50 мм (по толщине) при диаметре распиливаемых брёвен от 150 до 500 мм. Вал, на котором крепятся пильные шкивы, приводится с помощью ремённой передачи с частотой 1500 мин$^{-1}$. Мощность электродвигателя привода шкивов принимается равной 15 кВт.

Предварительное натяжение ленты и установка лент относительно центра распиливаемого бревна осуществляются перемещением суппортов шкивов в двух направлениях: по высоте и по ширине относительно центра бревна. После выполнения этой операции окончательная настройка инструмента производится подвижными роликами. Каждый ролик установлен в корпусе (суппорте), который перемещается при помощи ходового винта по трапециевидному пазу.

Шкивы крепятся на валу *1* (см. рис. 3) в подводимой опоре *14* с подшипником и прижимаются в осевом направлении усилием гайки *13*. Полушкивы *3* и *6* могут перемещаться в осевом направлении по втулкам *8* и *7* соответственно.

Настройка значения передаточного числа производится винтами *12*, размещёнными в пазах *11*. При этом происходит смещение пильных лент по радиусу шкива. Перемещение пильной ленты S_y по радиусу шкива R2 (см. рис. 2) при настройке относительно шкива R1, а также пильной ленты по радиусу шкива R3 относительно положения пильной ленты на шкиве R2 задаёт типоразмер (толщину) пилопродукции. Возврат подвижных полушкивов по направлению S_x при отвинчивании настроечных винтов осуществляется усилием пружин *10*.

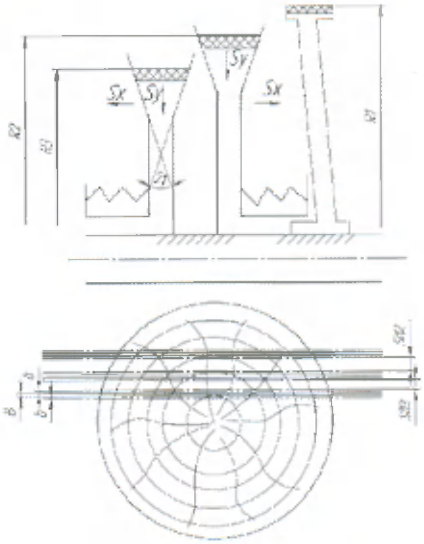


Рис. 2. Схема для расчёта значений передаточного числа пильных шкивов вариаторного типа

Пильная лента устанавливается на подложку, выполненную в виде клинового ремня, имеющего металлическую сердцевину и полимерное покрытие. После того как шкивы настроены на определённый размер, лента натягивается роликами. Для обеспечения безопасной работы во время пиления пильный механизм снабжён защитным кожухом.

Следует заметить, что при вращении пильных шкивов разного диаметра на одном валу в них возникают значительные центробежные усилия, возрастающие с увеличением окружной скорости. Вызванные ими напряжения симметрично распределены в пределах шкива от его центра, однако по длине опорной части вала вследствие разности между окружными усилиями создаётся сложное напряжённое состояние. Кроме того, в схеме нагружения консольного вала со ступенчатым шкивом неизбежно присутствует осевая составляющая силы резания. При определённой величине частоты вращения приводного вала и величине внешней нагрузки на пилы вполне вероятно появление в механизме резания резонанса, существенно снижающего надёжность станка. Отмеченные обстоятельства потребовали сопоставительного анализа вынужденной частоты приложения нагрузок и частоты собственных колебаний конструкции механизма резания и обоснования на основе результатов этого анализа рационального расположения опор валов пильных блоков.

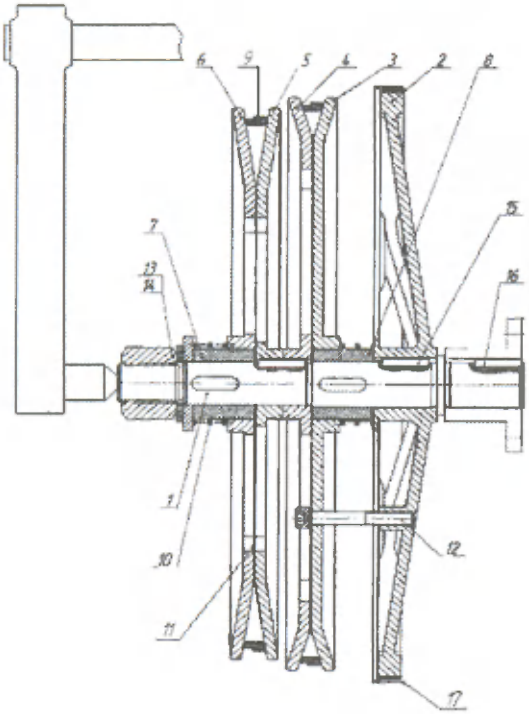
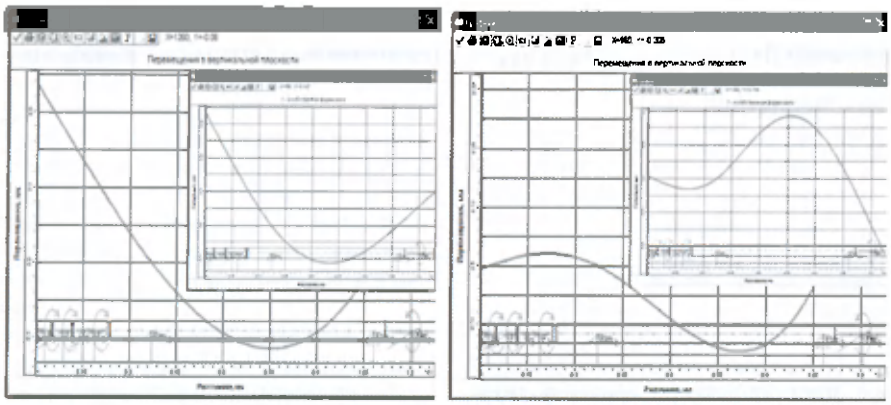


Рис. 3. Опора вариаторного типа ленточнопильного станка:
1 – вал пильного блока; *2* – не настраиваемый шкив; *3, 6* – подвижные полушкивы; *4, 5* – неподвижные полушкивы; *7, 8* – втулки; *9, 17* – подложки для пильных лент; *10* – пружина; *11* – паз для регулировочных винтов; *12* – винт; *13* – гайка; *14* – подводимая опора с подшипником; *15* – шпонка; *16* – муфта

При расчёте изгибных колебаний анализировались как собственная масса вала, так и инерция поворота по сечениям. Определению подлежали абсолютные значения собственных частот и их собственные формы. В расчётах крутильных колебаний массы пильных и приводного шкивов моделировались моментами инерции – причём принималось, что осевой момент инерции в 2 раза меньше, чем полярный.

Установлено, что с применением подводимой опоры существенно изменяется характер собственных частот изгибных колебаний приводного вала пильных шкивов. Отмечается уменьшение амплитуды смещения краевой части под шкивами в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что одновременно обусловливает повышение коэффициента усталостной прочности (рис. 4, б); в осевом направлении величина смещения вала, а также вид эпюр кру тильных колебаний по двум схемам нагружения оказываются одинако выми.



а б

Рис. 4. Эпюры изгибных колебаний и собственных частот:
а – двухопорный вал (прототип); *б* – вал с подводимой опорой

Заключение

Проведённые исследования, а та же расчёт экономического эффект использования предложенной ко струкции станка по отраслевой "Ме тодике определения экономическо эффективности использования в л созаготовительной промышленност и на лесосплаве новой техники изобретений и рационализаторски предложений" позволили установит прогнозируемое 50%-ное повыш ние производительности – по сра нению с оборудованием аналогичн го назначения – при производств погонажа. Указанный эффект обу ловлен главным образом соверше ствованием схемы расположени опор валов пильных блоков, благод ря чему отмечаются повышени собственной частоты вала в мест крепления пильных шкивов и обн ление смещений. В результате этог исключаются нежелательные резон нсные эффекты и создаются благоп риятные предпосылки для повыше ния скорости резания.

Следует отметить: применение ленточнопильных станках шкиво вариаторного типа позволяет обес печить выпуск полного стандартизо ванного ряда типоразмеров досок брусьев, что особенно важно в усло виях применения станков с многош кивпыми конструкциями пильны блоков.

Список литературы

1. **Прокофьев Г.Ф.** Интенсификаци пиления древесины рамными и ленточ ными пилами. – М.: Лесная пром-сть 1990. – 240 с.

2. **Плюснин В.Н.** Использование лен точнопильных станков для раскроя лесо материалов: Текст лекций. – Л.: ЛТА 1989. – 44 с.

3. **Амалицкий В.В., Бондарь В.Г. Кузнецов В.М.** Теория и конструкци машин и оборудования отрасли (Маши ны и механизмы деревообрабатывающе промышленности): Учеб. для вузов в 2 ч – М.: МГУЛ, 2008. – 347 с. – ISBN 5- 8135-0416-8.

4. **Пат. 2242355 РФ, МПК[7] В 27 В 13/00, 15/00**. Ленточнопильный станок Памфилов Е.А., Пыриков П.Г., Блундин А.Л., Гусаков А.А.; заяв. и патентообл Брянская гос. инженерно-технол. акад. – Опубл. 20.12.2004. – Бюл. № 35.

УДК 674.817-41.02

АНАЛИЗ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ В РОССИИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

В. И. Бирюков, д-р техн. наук, акад. РАЕН, засл. работник лесной промышленности

Основы технологии изготовления древесноволокнистых плит (ДВП) возникли в XVIII веке в недрах бумажного производства. Первое примитивное предприятие по изготовлению ДВП построено в 1908 г. в США. Промышленное производство ДВП в США, Швеции и Канаде было организовано в 20-е годы прошлого столетия. В России ДВП начали выпускать (с уровнем годового объёма 1,3 млн.м^2) в 1936 г. на Нагатинском заводе в Москве [1]. В 1980-е годы СССР занимал в мировой рейтинговой таблице стран по объёмам производства ДВП второе место после США, самый большой выпуск ДВП (501 млн.м^2/год) в СССР был зафиксирован в 1988 г. [2].

Официально установленные в деловых документах данные, характеризующие состояние развития или итоговые результаты работы промышленности ДВП, относятся в целом к подотрасли древесных плит СССР. Эти официальные данные использованы и в настоящей статье. Однако следует иметь в виду, что объёмные показатели российской промышленности ДВП составляли около 80% соответствующих показателей бывшей союзной промышленности ДВП.

Согласно ГОСТ 4598-86 выпускаемые в России в массовом порядке ДВП по мокрому способу в зависимости от назначения делятся на твёрдые и мягкие, а плиты каждого из этих двух типов подразделяются на марки в зависимости от физико-механических показателей плит [3].

Содержание статьи охватывает преимущественно период, в котором российские предприятия ДВП составляли основу промышленности древесноволокнистых плит СССР.

В настоящее время на многочисленных предприятиях российской промышленности ДВП, оснащённых преимущественно устаревшим и физически изношенным оборудованием для производства плит мокрым способом, выпускаются в основном твёрдые ДВП толщиной 3,2 мм. Плиты традиционно используются в мебельном производстве, строительстве, авто-, вагоно- и судостроении, для упаковочных работ и др.

В связи с использованием большого количества воды в данном производственном процессе и, следовательно, образованием загрязнённых сточных вод (минимально около 15 м^3 на 1 т плит) мокрый способ производства ДВП неэффективен в сравнении с прогрессивным сухим способом, имеющим более высокий средневзвешенный и обобщённый показатель технического уровня линий (в статье не рассматриваются ДВП, изготовленные сухим способом).

В целом мокрый способ, включая конструкции технологического оборудования, в мире не развивается. Однако некоторые зарубежные и отечественные потребители ДВП предпочитают плиты мокрого способа производства. К тому же время от времени возникают новые производства, потребляющие ДВП, изготовленные мокрым способом. Характерным примером является длительный опыт использования мягких плит мокрого способа производства в больших объёмах в странах Северной Европы и странах Балтии в малоэтажном деревянном домостроении (в конструкциях тепло- и ветрозащищённых кровель, стен, полов). К числу основных преимуществ таких мягких плит домостроители относят экологическую чистоту материала.

По этим и аналогичным мотивам действующие предприятия по производству ДВП мокрым способом поддерживают сбыт своей продукции и закрывают соответствующую нишу рынка.

Поскольку твёрдые ДВП имеют многочисленные области устойчивого использования, производство плит этого типа в последние годы существования СССР развивалось достаточно интенсивно. Принято считать, что мягкие ДВП применяются в строительстве в качестве теплоизоляционного материала. В этом качестве мягкие ДВП, экологически чистые просто по самому способу их производства, необоснованно уступили в конкурентной борьбе с многочисленными изоляционными материалами неорганической природы, а их производство в СССР почти совсем прекратилось.

Учитывая многогранные свойства мягких ДВП, в современных условиях целесообразно восстановить их производство, выполнив предварительно маркетинговые исследования с использованием опыта эффектив-

Таблица 1

Регион мира	Годовой объём производства мягких плит, тыс. т, в году				Среднегодовой темп роста объёма производства, %, в периоде			Доля мирового объёма производства, %, в году			
	1950	1960	1970	1973	1950–1960	1960–1970	1970–1973	1950	1960	1970	1973
Северная Америка	854	1138	1289	1711	2,9	1,3	9,9	79	68	63	67
Европа	194	367	406	427	6,6	1,0	1,7	18	22	20	17
Япония	4	30	72	93	22,3	9,1	8,9	–	2	3	4
СССР	6	86	197	206	30,5	8,6	1,5	1	5	10	8
Азия*	2	8	8	9	14,9	–	4,0	–	–	–	–
Латинская Америка	3	10	57	62	12,8	19,0	2,8	–	–	3	2
Африка	3	13	12	12	15,1	– 0,8	–	–	1	–	1
Океания	18	15	18	17	– 1,8	1,8	– 1,9	2	1	1	1
В мире	1034	1667	2059	2537	4,4	2,1	7,2	100	100	100	100

*Без Японии

Таблица 2

Регион мира	Годовой объём производства твердых плит, тыс. т, в году				Среднегодовой темп роста объёма производства, %, в периоде			Доля мирового объёма производства, %, в году			
	1950	1960	1970	1973	1950–1960	1960–1970	1970–1973	1950	1960	1970	1973
Северная Америка	383	709	1521	2174	6,4	7,9	12,6	40	26	26	29
Европа	498	1423	2551	2952	11,1	6,0	5,0	52	62	44	39
Япония	9	58	398	432	20,5	21,3	2,8	0,5	4	7	6
СССР	15	128	542	1030	23,9	15,5	23,9	2	5	9	14
Азия*	5	85	338	414	32,8	10,4	7,0	0,5	3	6	5
Латинская Америка	7	53	179	264	22,4	7,7	13,0	0,5	3	3	3
Африка	7	53	87	142	22,4	5,1	17,7	0,5	2	2	2
Океания	42	128	125	168	11,8	–0,24	3,2	4	5	3	2
В мире	966	2709	5801	7576	10,9	7,9	9,3	100	100	100	100

*Без Японии

ного применения мягких плит в европейских странах.

В связи с этим в статье акцентируется внимание читателя на проблемах производства и применения мягких ДВП.

По статистическим данным шведской фирмы "Дефибратор" [4], уровни общего объёма производства твёрдых и мягких ДВП (тыс. т) в 1938 г. составляли: в США – 600, европейских странах – 168, Канаде – 42, СССР – 3.

В годы второй мировой войны производство ДВП в СССР практически прекратилось и возобновилось только в 1948 г. – с объёмом производства 28 млн.м^2 в год (масса 1 м^2 мягкой плиты – 3 кг). В табл. 1 и 2 приведены статистические данные, характеризующие развитие производства мягких и твёрдых ДВП в различных регионах мира с 1950 г. по 1973 г. [5].

Мягкие плиты в те годы именовались "американским продуктом", относительная доля которого в мировом годовом объёме производства составляла от 63 до 79 %, а годовой объём потребления превышал 7 т на 1000 чел. против 1 т на 1000 чел. в Европе и СССР.

Как видно по приведённым в таблицах данным, уровни годового объёма производства мягких плит в Северной Америке в 1950 г. и 1960 г. превышали уровни того же показателя твёрдых плит, а с 1970 г. наблюдается противоположное соотношение уровней данного показателя, однако масштабы производства и потребления мягких плит оставались по-прежнему значительными и многократно превышали соответствующие данные по другим регионам.

Иной характер имели изменения во времени соотношения уровней годового объёма производства мягких и твёрдых плит в Европе и СССР (рис. 1). В течение всего рассматриваемого промежутка времени наблюдался устойчивый рост объёмов производства обоих видов ДВП высокими темпами с одновременным замедлением. Причём объём производства твёрдых плит рос быстрее. Эти результаты анализа состояния производства и потребления мягких ДВП подтверждаются данными, содержащимися в информационных материалах фирмы "Дефибратор" – основного в те годы поставщика технологического оборудования для производства ДВП мокрым способом [4].

В табл. 3 приведены объёмы производства твёрдых и мягких ДВП в США, Великобритании и СССР в 1951 г., 1960 г. и 1970 г. в 1000 метрических тонн.

Как видно по табл. 3, уровни годового объёма производства мягких плит в США и Великобритании в

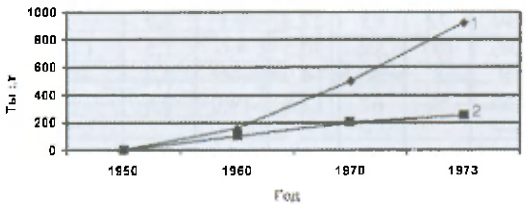


Рис. 1. Графики роста уровней годового объёма производства ДВП в СССР:
1 – твёрдая ДВП; *2* – мягкая ДВП

Таблица 3

Страна	1951 г.	1960 г.	1970 г.
США			
Твёрдые ДВП	347	622	1316
Мягкие ДВП	761	1001	1083
Великобритания			
Твердые ДВП	14	34	22
Мягкие ДВП	24	41	16
СССР			
Твёрдые ДВП	–	180	542
Мягкие ДВП	–	34	197

1951 г. и 1960 г., в отличие от СССР, превышают уровни годового объёма производства твёрдых плит в 1,2–2,2 раза. Несмотря на то, что в этих странах в 1970 г. объёмы производства мягких плит меньше, чем твёрдых, у них уровни годового объёма производства мягких плит вполне сопоставимы с уровнями того же показателя твёрдых плит. А в СССР уровень годового объёма производства мягких плит меньше уровня того же показателя твёрдых плит: в 1960 г. – в 5,3 раза, а в 1970 г. – в 2,8 раза.

Информационный материал фирмы "Дефибратор" за 1974 г. (табл. 4) свидетельствует о том, что и в следующем десятилетии мягкие плиты в США и Канаде, в отличие от СССР, продолжали пользоваться спросом [6].

Таблица 4

Страна	Количество заводов ДВП, шт.	Годовой объём производства твёрдых ДВП, 1000 т	Годовой объём производства мягких ДВП, 1000 т
США	54	2560	1570
Канада	12	260	205
СССР	38	1325	75

В 1951–1955 гг. в СССР производство плит развивалось в основном путём строительства цехов для утилизации отходов целлюлозно-бумажных предприятий с использованием отечественного и импортного оборудования небольшой мощности – 700–1000 тыс.м^2 плит в год (табл. 5) [7].

Во второй половине 1950-х годов для производства мягких и твёрдых ДВП строились преимущественно более крупные двухпоточные заводы с проектной мощностью поточной линии (на основе прогрессивного оборудования от шведской фирмы "Дефибратор"), равной 2,6–3 млн.м^2/год.

К 1964 г. уровень годового объёма производства мягких плит в СССР

Таблица 5

Наименование завода	Год пуска	Проектная мощность, тыс.м²/год
Ляминский ДСК	1947	2200
Балахнинский ЦБК	1952	1581
Новолялинский ЦБК	1952	1000
Окуловский ЦБК	1952	215
Сокольский ЦБК	1952	1300
Соликамский ЦБК	1951	900
Камский ЦБК	1953	730
Сясьский ЦБК	1953	780
Дубровский ДОК	1954	4500
Вятскополянский ДСК	1958	2200
Парфинский ДСК	1958	2200
Архангельский ЦБК	1959	487
Марийский ЦБК	1959	4000
Сегежский ДОК	1959	4000
Предтурский ДОК	1960	3250
Октябрьский комбинат «Стройдетали»	1962	2100
Астраханский ЦБК	1967	4000

стабилизировался и стал составлять примерно 65 млн.м²/год. В последующие годы интенсивный рост опережающими темпами объёмов производства ДВП осуществлялся путём наращивания выпуска твёрдых ДВП, которые в основном использовались в производстве мебели, в строительстве, в упаковочном производстве и т.д. Соотношение уровней годового объёма производства мягких и твёрдых ДВП в 1974 г. составляло: в США – около 61%, в Канаде – 79%, в СССР – 5,6%.

В табл. 6 приведена структура производства ДВП в СССР в 1980–1984 гг. [8].

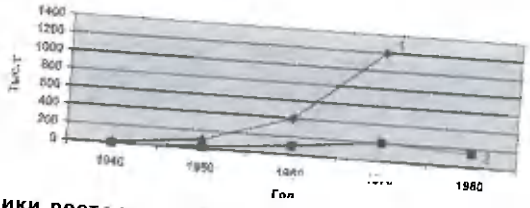


Рис. 2. Графики роста уровней годового объёма производства мягких ДВП и минеральной ваты в СССР:
1 – минеральная вата; *2* – мягкая ДВП

системе Минлеспрома СССР, и в условиях функционирования централизованной государственной системы снабжения они в основном удовлетворяли потребности подведомственных министерству предприятий деревянного домостроения в изоляционных материалах.

Мягкие ДВП не относились к числу важнейшей продукции министерства (подобно ДСП или твёрдым ДВП). Соблюдение остаточного принципа в работе по обеспечению ресурсами и решению производственных проблем не могло не сказаться отрицательно на финансовом состоянии предприятий, выпускавших мягкие ДВП. С переходом на рыночные условия усугубились проблемы сбыта продукции. В табл. 7 приведены типичные экономические показатели одного из российских заводов, выпускавших мягкие ДВП.

Неудовлетворительное состояние промышленного производства изоляционных ДВП в России сложилось не только под влиянием локальных факторов отраслевого характера. Не менее значительное влияние на состояние производства указанных плит оказал фактор интенсивного развития специализированной промышленности изоляционных материалов. На рис. 2 приведены календарные графики роста годового объёма производства мягких ДВП и минеральной ваты в СССР в прошлом столетии [9].

До конца 1950-х годов кривые близки по расположению на графике, т.е. значения годового объёма производства обоих материалов вполне сопоставимы. Однако после 1960 г. скорость роста уровня годового объёма производства минеральной ваты резко возросла. В то же время во второй половине 1960-х годов темп роста уровня годового объёма мягких ДВП начал постепенно уменьшаться, в районе 1970 г. было достигнуто максимальное значение, в начале 1980-х годов, как видно по табл. 6, уровень показателя составил 120 тыс. т, а в течение всего последующего десятилетия значение показателя практически не изменялось.

Отметим, что упомянутый график отражает соотношение развития производства мягких ДВП и развития производства только одного, хотя и наиболее масштабного, представителя неорганических теплоизоляционных материалов – минеральной ваты. А, как известно, в те же годы происходили становление и развитие промышленных производств других теплоизоляционных материалов неорганического происхождения [9]. В 1928–1932 гг. возникли производства стекловолокна, шлаковой ваты и др. В 1933–1937 гг. образовалась самостоятельная отрасль теплоизоляционных материалов, развернулись работы по выпуску автоклавных ячеистых бетонов, вспученных перлитов и др. То есть были организованы крупнотоннажные производства большого числа неорганических теплоизоляционных материалов, многие из которых имели те же области применения, что и мягкие ДВП, и обладали теми же теплоизоляционными свойствами при большей доступности. В прежние годы

Таблица 6

Вид плит	Объём выпуска плит, млн.м² / % в году			
	1980	1982	1983	1984
СССР всего,	478,9/100	485,9/100	527,3/100	552,4/100
в том числе:				
Твёрдые	382,4/79,8	395,6/81,4	433,9/82,3	456,3/82,6
Сверхтвёрдые	11,8/2,5	9,5/2,0	11,5/2,2	10,6/1,9
Мягкие	40,6/8,5	39,9/8,2	43,1/8,2	43,8/8,0
Биостойкие	16,0/3,3	13,0/2,7	11,1/2,1	12,9/2,3
Твёрдые с лакокрасочным покрытием	26,7/5,6	27,9/5,7	27,7/5,2	28,8/5,2
Полутвёрдые	1,4/0,3			

Приведённые в табл. 6 данные свидетельствуют о том, что в 1980-е годы уровень годового объема производства мягких ДВП в стране сократился до 40–44 млн.м², а их относительная доля в общем годовом объёме производства ДВП составила 8,[illegible]%.

Предприятия, выпускавшие мягкие ДВП, находились главным образом в

Таблица 7

Показатель	2001 г.	2002 г.
Отпускная цена без НДС, руб./м²	8,13	8,50
Товарная продукция, млн. руб.	6,827	0,239
Себестоимость, руб./м²	7,73	8,39
Рентабельность, %	5,2	1,3

Таблица 8

Наименование материала	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
ДСП	28,8	29,0	31,6	32,2	32,9
MDF	3,8	4,5	5,4	6,3	7,1
Фанера	2,4	2,5	2,6	2,6	2,9
ДВП высокой и низкой плотности*	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
OSB	0,3	0,4	0,8	0,8	1,0
Всего	37,0	38,1	42,0	43,6	45,6

*По данным FEROPA

экологические проблемы не были так обострены, как теперь. При централизованной системе снабжения предприятий и организаций потребители изоляционных материалов стремились использовать указанные преимущества неорганических материалов и добивались определённого успеха. С возникновением свободного рынка эти конкурентные процессы значительно усилились и привели к указанному выше кризисному состоянию промышленного производства мягких ДВП.

Как показывает опыт производства и потребления ДВП, критерии оценки их потребительских свойств со временем изменяются в зависимости от многих факторов:

– степени освоения потребительских свойств плиты;

– фактора появления новых, ранее неизвестных условий и областей применения плиты;

– фактора разработки новых эффективных технологий и технических средств производства плиты и др.

Так было с применением ДВП средней плотности (MDF), древесностружечных плит из крупноразмерной стружки (OSB) спустя несколько десятилетий после их разработки, когда резко возросла потребность в плитах этих видов.

В связи с развитием в России домостроения расширилось применение мягких ДВП в конструкциях малоэтажных домов [10].

Несколько лет назад открылась новая область применения мягких ДВП. При устройстве полов с ламинированным покрытием в качестве эластичной подложки по бетонному или иному основанию используются изоляционные ДВП толщиной 5,5 мм и плотностью 260 кг/м^3. В отчёте Европейской ассоциации производителей древесных плит (EPF) за 2000 г. приведён график, иллюстрирующий интенсивный рост уровня годового объёма производства ламинированных половых покрытий в Европе в 1995–1999 гг. (рис. 3) [11].

В 1999 г. величина относительного темпа роста годового объёма производства ламинированных покрытий превысила 21%, а сам названный показатель составил 170 млн.м^2, причём четвёртая часть этого объёма экспортировалась европейскими производителями. По данным промышленной ассоциации производителей ламинированных половых покрытий EPLF, в 2000 г. уровень общего годового объёма продаж этих покрытий достиг 200 млн.м^2. В те годы наиболее перспективными европейскими рынками сбыта указанных покрытий считались рынки Великобритании, Франции, Италии, Испании, а мировыми – рынки Северной Америки, Китая. Величины общего годового объёма производства плитных материалов в Европе для периода с 1995 г. по 1999 г. (млн. м^3) приведены в табл. 8 [11].

Уровень годового объёма производства ДВП (твёрдых и мягких), полученных мокрым способом, в европейских странах в этот период не изменялся – он составлял 1,7 млн.м^3. Основные причины, сдерживающие развитие производства таких ДВП, – это ограниченность водных ресурсов в ряде европейских стран, наличие значительных объёмов загрязнённых сточных вод, относительно высокий уровень энергозатрат и капиталоёмкости производства.

В указанные в табл. 8 годы уровень общего годового объёма производства ДВП в Восточной Европе снизился на 8%, при этом в Польше спад составил 10%, а в Румынии уровень годового объёма производства увеличился на 33%, или в 1,33 раза. Благодаря достаточно высоким потребительским свойствам ДВП, выпускаемых по мокрому способу, сохранился высокий уровень их экспорта: 37% ДВП высокой плотности и 59% ДВП низкой плотности. Основными потребителями таких плит были: мебельная промышленность (27%), производство дверей (20%), упаковочное производство (24%), строительство и автомобильное производство (8%).

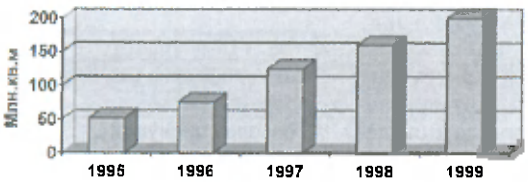


Рис. 3. Уровни годового объёма производства ламинированных половых покрытий в Европе

Список литературы

1. **Ребрин С.П., Мерсов Е.Д., Евдокимов В.Г.** Технология древесноволокнистых плит. – М.: Лесная пром-сть, 1966.

2. **Бурдин Н.А., Шлыков В.М., Егорнов В.А., Саханов В.В.** Лесопромышленный комплекс (состояние, проблемы, перспективы). – М.: ВНИПИЭИЛеспром, 2000.

3. **ГОСТ 4598-86**. Плиты древесноволокнистые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1986.

4. **"Defibrator"** Fiberboard Industry and Trade some statistical data. – Stockholm, Sweden, 1971.

5. **Бекетов В.Д., Бирюков В.И.** Тенденция развития производства и потребления древесины. – М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1976.

6. **"Defibrator"** Fiberboard by Regions and Countries. – Stockholm, Sweden, 1973.

7. **Делимов А.И.** Экономика и планирование производства древесноволокнистых и древесностружечных плит. – М.: Гослесбумиздат, 1963.

8. **Отчёт ВНИИДрева** ВНПО "Союзнаучплитпром": Доклад о состоянии технического уровня производства древесноволокнистых плит, 1984.

9. **Китайцев В.А.** Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1970.

10. **Бирюков В.И., Данилов В.В., Смирнов И.Н., Пашков Н.М.** Древесноволокнистая плита "Софтборд" – многофункциональный изоляционный материал для домостроения // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2008. – № 2. – С. 2–4.

11. **Отчёт** Европейской ассоциации производителей древесных плит (EPF), 2000.

УДК [674.821-41 + 684] (083.74)

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНОПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛИ

В. П. Стрелков, канд. техн. наук – ЗАО "ВНИИДрев", **В. А. Вардонов**, канд. техн. наук – АНО ЦСЛ "Лессертика"

В настоящее время обостряется проблема обеспечения нужного уровня соответствия требованиям экологической безопасности древесноплитных материалов и мебели на их основе.

С 2008 г. изменением № 1 к ГОСТ 16371 для мебели введён норматив показателя выделения формальдегида в воздух жилых помещений при испытании камерным методом по ГОСТ 30255, равный 0,01 мг/м³. Такой же предельно допустимый уровень (0,01 мг/м³) показателя выделения формальдегида в воздушную среду для мебели и древесноплитных материалов утверждён Решением № 299 от 28 мая 2010 г. Комиссии Таможенного союза стран ЕврАзЭС, согласованным Россией, Казахстаном и Белоруссией.

Следует отметить, что в западноевропейских стандартах на мебель установлен такой норматив показателя выделения формальдегида (0,124 мг/м³), который в 12,4 раза превышает российский норматив того же показателя. Поэтому правомерно предположение, что импортная мебель может не соответствовать требованиям ГОСТ 16371 по выделению формальдегида при её испытаниях камерным методом. Об этом следует извещать общественность.

В ЦСЛ "Лессертика" по заказам отечественных предприятий проведены испытания деталей мебели на выделение формальдегида с использованием 1-кубовой климатической камеры. Средние фактические уровни показателя выделения формальдегида, определённые перфораторным и камерным методами, приведены в таблице.

Испытания показали, что фактические уровни показателя выделения формальдегида из выдвижных ящиков, а также из полностью облицованных полок для шкафов превышают норматив данного показателя в несколько раз. Аналогичные испытания (в том числе полнокомплектных образцов мебели) проводятся в 2011 г. – в новой 30-кубовой камере, изготовленной и введённой в действие в ЦСЛ "Лессертика" в конце 2010 г.

Исследования также показали, что даже детская мебель некоторых предприятий, подлежащая обязательной сертификации, не отвечает принятому нормативу показателя выделения формальдегида. Уже известно несколько случаев обращения конечных потребителей мебели в суд с иском о возмещении ущерба к производителям, продукция которых создала угрозу здоровью потребителей. При этом ссылаются на изменение № 1 к ГОСТ 16371 на мебель.

Вполне законным является вопрос: может ли отечественная мебель уложиться в норматив 0,01 мг/м³ по формальдегиду?

По результатам испытаний древесноплитных материалов (см. таблицу) ламинированные плиты и фанера выделяют в 2–7 раз больше формальдегида, чем предусмотрено мебельным нормативом.

При изготовлении мебели с использованием таких плитных материалов проблематично уложиться в 0,01 мг/м³ воздуха. Продукция большинства отечественных древесноплитных предприятий не соответствует нормам Таможенного союза и тем более гигиеническим нормативам и СанПиН 2.1.2.2645–10.

Следует отметить, что ГОСТ на ламинированные ДСП изготовителями легко выполняется – там заложен норматив показателя выделения формальдегида, равный 0,124 мг/м³. Фактическое выделение формальдегида в 4–5 раз меньше. По другому, газоаналитическому, методу установлен норматив 3,5 мг/м²·ч, что также легко выполняется – в действительности ламинированные ДСП укладываются в 0,4 мг/м²·ч, что в 8 раз меньше. То же и по фанере. Поэтому эти стандарты надо ужесточать. На большинстве фанерных предприятий и на некоторых заводах по производству ламинированных ДСП и ламинированных MDF имеются возможности оценивать токсичность продукции методом газового анализа, так как прибор газового анализа по EN 717–2 поставлен Центром "Лессертика" на 41 предприятие отрасли.

ГОСТ на ламинированные ДСП был гармонизирован с европейским стандартом EN 13986:2002, и это приемлемо для западной мебели с нормативом 0,124 мг/м³, но не может удовлетворять изготовителей отечественной мебели, для которой уровень показателя выделения формальдегида должен составлять не более 0,01 мг/м³.

Наименование продукции	Перфораторный метод, мг/100 г плиты		Камерный метод, мг/м³ воздуха	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
ДСП	7,6	5,22	0,435	0,215
Ламинированная ДСП	–	–	0,038	0,022
MDF и HDF	6,6	20,0	–	–
Ламинированная MDF	–	–	0,056	0,099
Фанера	3,46	1,36	0,071	0,065
Мебельные детали	–	–	0,128*	0,016**

Выдвижные ящики, детали шкафов.
*Полки шкафов.

Значение показателя выделения формальдегида из мебели определяется тремя факторами:

– уровнем относительного массового содержания (о.м.с.) формальдегида в древесноплитных материалах;

– изолирующими свойствами защитно-декоративных покрытий;

– полнотой покрытия поверхностей, кромок и технологических отверстий в деталях мебели.

Плиты Е1 с величиной о.м.с. формальдегида до 8 мг/100 г по перфоратору – это основной материал для мебели, и потому класс Е1 должен преобладать в объёме выпуска древесных плит. Но этого недостаточно. Необходимо снизить величину о.м.с. формальдегида до половины уровня по Е1, т.е. до уровня не более 4,0 мг/100 г.

Облицовочные материалы должны обеспечивать сокращение уровня показателя выделения формальдегида в 12–15 раз, для того чтобы уложиться в норматив 0,01 мг/м^3 по фактическим уровням показателя. За последние 20 лет в целях экономии затрат произошло снижение удельной массы бумаги в декоративной плёнке для ламинированных древесных плит со 130 до 70–80 г/м^2. В итоге ухудшилась изолирующая способность защитных покрытий и, следовательно, увеличилась эмиссия формальдегида через облицованные поверхности. Фактор влияния удельной массы бумаги на эмиссию формальдегида требует специального изучения. Необходимо также продолжить НИР по модифицированию пропиточных смол для получения полимеров с более плотной трёхмерной структурой. В текущем году ВНИИДрев разрабатывает методику определения изолирующих свойств плёночных материалов, которую в последующем предусматривается применять для оценки качества покрытий.

Необходимо отметить: ГОСТ 16371 на мебель допускает применение деталей из плит с необлицованными или не имеющими защитных покрытий невидимых поверхностей и кромок щитов и без заделки технологических отверстий. В результате появляется свободный выход формальдегида. Необходимо исключить эти допущения внесением соответствующих изменений в мебельный ГОСТ.

Поскольку экономически целесообразен экспорт древесных плит из России, то развитие их производства надо проводить с учётом требований европейских и международных стандартов к уровню эмиссии формальдегида. Внутренний рынок относительно мал и в ближайшие 3–5 лет будет заполнен с учётом создаваемых мощностей по ДСП и MDF, а также строящихся современных заводов ДСП и MDF в Украине и Белоруссии. Целесообразен экспорт плит из России в Западную Европу и Америку. Здесь на первый план выходит проблема снижения уровня показателя выделения формальдегида.

Например, в европейских стандартах EN 312 (ДСП), EN 622 (MDF) и EN 31986 (плиты для строительства) для необлицованных древесных плит установлен норматив показателя эмиссии при испытании плит по камерному методу, составляющий 0,124 мг/м^3 воздуха. Этот показатель является основным критерием для экспорта-импорта древесноплитной продукции в странах Западной Европы. Аналогичное положение и в Северной Америке.

Для необлицованных плит норматив 0,124 мг/м^3 воздуха достаточно жёсткий. Чтобы уложиться в него, необходимы следующие средние величины о.м.с. формальдегида (определённые по перфоратору): для ДСП – не более 4,2 мг/100 г, для фанеры – не более 6,0 мг/100 г, для MDF – не более 3,8 мг/100 г. Это значительно меньше уровня 8 мг/100 г, установленного в отечественных стандартах.

Несоответствие отечественной продукции европейским нормативам по эмиссии формальдегида будет препятствовать экспорту необлицованных ДСП, MDF, HDF и изделий из них. Следует отметить, что фанера в основном отвечает зарубежным стандартам по экологической безопасности и потому является экспортируемым товаром.

С учётом вышеизложенного задача снижения величины о.м.с. формальдегида в древесных плитных материалах до половины уровня Е1 станет первоочередной на ближайшие годы.

Возможная степень удовлетворения современным требованиям по формальдегиду зависит от особенностей применяемых технологий и используемых связующих. Лучшие результаты достигнуты на современных линиях ДСП, MDF и ДВП, оснащённых ленточно-роликовыми прессами непрерывного действия, одноэтажными и сдвоенными прессами периодического действия. Для обеспечения требуемого уровня показателя экологической безопасности необходима стабильность величии всех параметров технологических процессов при налаженном производственном контроле, использовании статистических методов управления и эффективности систем менеджмента качества.

Для решения проблем по выпуску экологически безопасной продукции необходимо оснащать предприятия климатическими камерами объёмом 0,2; 1,0 или 30,0 м^3, которые можно приобрести в Центре "Лессертика", находящемся в г. Балабанове Калужской обл. На предприятиях необходимо проводить мониторинг фактических уровней показателя выделения формальдегида из древесноплитных материалов и мебели – с периодичностью не реже 1 раза в 7 сут. – с целью достижения уровня 0,01 мг/м^3 воздуха.

Для изготовления малотоксичных плит нужны низкомольные смолы с мольным отношением формальдегида к карбамиду от 1,0 до 1,1. Имеется необходимость внесения этого уровня названного показателя в стандарты в качестве технической характеристики карбамидоформальдегидных смол. Стандарты надо дополнить методикой для определения мольного соотношения.

Из-за малого срока хранения оптимальное расстояние доставки низкомольных смол составляет не более 1000 км. Поэтому на крупных заводах древесных плит целесообразно создавать собственные производства низкомольных карбамидных смол с участками получения концентрированного формалина из метанола.

Для снижения уровня показателя токсичности ДСП в зарубежной практике применяется система из двух смол, различающихся по продолжительности отверждения: для наружных слоёв ковра – низкомольная, для внутреннего слоя – высокореакционная смола. Такой вариант с двумя смолами предлагается фирмой "Метадинеа", находящейся в г. Губахе Пермской обл. Затраты, требуемые для дооснащения производства ДСП ёмкостями для одновременной работы с двумя смолами, относительно небольшие. Необходимо также продолжить работы по модифицированию связующих с применением новых акцепторов формальдегида.

Для снижения уровня о.м.с. формальдегида в плитах и, следовательно, уровня показателя выделения формальдегида из них, а также для расширения ассортимента плит целесообразно применение меламиносодержащих связующих, обеспечивающих возможность получения малотоксичных ДСП, а также плит влагостойких и повышенной прочности классов Р3, Р5 и Р7 по европейскому стандарту EN 312.

Необходимо должным образом ужесточить отечественные стандарты на древесные плиты, в том числе:

– в ГОСТ 10632 на необлицованные ДСП необходимо ввести норматив показателя выделения формальдегида 0,124 мг/м^3, определяемый камерным методом, а также предусмотреть показатели для влагостойких, конструкционных и особо прочных плит;

– нужно изменить название ГОСТ 53208 на плиты древесные моноструктурные, включить в него ДВП высокой плотности и показатель выделения формальдегида;

– надо ужесточить нормативы показателя выделения формальдегида из ламинированных плит и фанеры;

– необходимо создать национальные стандарты на влагостойкие огнестойкие плиты, на ламинированные и окрашенные MDF, ДВП и др.;

– следует пересмотреть стандарты на методы определения уровней показателей экологической безопасности древесных плит, фанеры и мебели.

В этом отношении показателен пример Белоруссии, где при разработке национальных ГОСТов в номера западноевропейских стандартов добавлена аббревиатура "СТБ", а далее всё взято без изменений. Например, в Белоруссии пациональный стандарт для MDF имеет номер СТБ EN 622-5–2009 и т.д. При пересмотре российских стандартов, вероятно, необходимо действовать аналогичным образом.

В России практически все заводы древесных плит и фанеры работают на импортном европейском оборудовании, применяют западноевропейские технологии, используют идентичные связующие, однако стандарты на продукцию существенно отличаются от европейских. Это сужает ассортимент и конкурентоспособность продукции, затрудняет экспортные сделки. Для повышения конкурентоспособности российской продукции необходимо гармонизировать отечественные стандарты с соответствующими европейским и международным стандартами в отношении ассортимента продукции и, частично, показателя экологической безопасности.

УДК 674.812.001.73

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А. И. Анучин – ГОУ ВПО "Воронежская государственная лесотехническая академия"

При конструировании подшипников желательно обеспечить возможность использования торцовой поверхности древесины в качестве рабочей – для достижения интенсивного отвода теплоты. Эффективно также создание обратных пар трения [1].

Подшипники скольжения, работающие в режиме прямой или обратной пары, содержат опорную втулку, антифрикционный вкладыш и облицовку вала. Антифрикционный вкладыш, выполненный из прессованной древесины с радиальным расположением волокон, устанавливается между опорной втулкой и облицовкой вала. В этом случае коэффициент линейного расширения материала антифрикционного вкладыша меньше коэффициентов линейного расширения материалов опорной втулки и облицовки вала. Благодаря этому осуществляется отвод теплоты через вал и через корпус узла трения, кроме того, антифрикционный вкладыш изнашивается как по внутренней поверхности, так и по наружной, что увеличивает срок службы, или ресурс подшипника.

Проведённый анализ литературных данных показывает, что улучшение технического уровня машин невозможно без увеличения уровня ресурса узлов трения.

Основные направления повышения работоспособности подшипников скольжения, используемых в узлах трения, – это увеличение коэффициента теплопроводности вкладыша подшипника скольжения, повышение его абразивной стойкости при условии сохранения диссипативных свойств, способности работать в режиме самосмазывания.

Снижение эксплуатационной температуры поверхностного слоя может быть достигнуто путём применения специальных конструкций подшипников и путём повышения теплопроводности материала вкладыша [2].

Величина коэффициента теплопроводности прессованной древесины вдоль волокон в 2–3 раза выше, чем величина того же показателя поперёк волокон. При плотности 1100–1200 кг/м^3 и влажности 8–10% коэффициент теплопроводности прессованной древесины поперёк волокон в радиальном направлении составляет 0,24 Вт/м·К, в тангенциальном направлении – 0,42 Вт/м·К, вдоль волокон – 0,75–0,81 Вт/м·К.

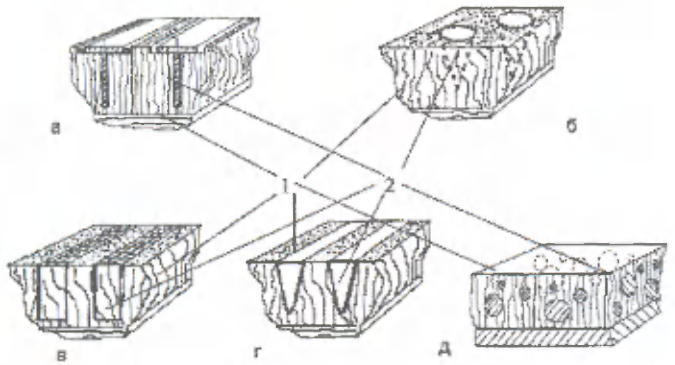


Рис. 1. Варианты древесно-металлических композиционных материалов с металлическими элементами в форме тавра (а), конуса (б), сетки (в), клина (г), сферы (д):
1 – прессованный древесный материал; *2* – металлические вставки

По сравнению с коэффициентом теплопроводности бронзы коэффициент теплопроводности прессованной древесины поперёк волокон меньше в 150–250 раз, а вдоль волокон – в 80–85 раз.

Теплотехнические характеристики прессованной древесины зависят от её плотности, направления волокон, температуры и влажности [3].

Один из возможных способов повышения теплопроводности древесных вкладышей состоит в размещении в древесине металлических элементов повышенной теплопроводности. В соответствии с этим предложен ряд древесно-металлических композиций, которые можно применить для создания подшипников различного исполнения и функционального назначения.

На рис. 1 представлены некоторые варианты древесно-металлических композиционных материалов, различающихся между собой по размерам и форме металлических элементов [2].

Для режима работы узлов трения характерны высокие уровни удельного давления, динамических и вибрационных нагрузок, недостаток смазки. Поэтому повышение долговечности узлов трения представляется весьма актуальной задачей, решение которой позволит повысить надёжность лесных машин в целом.

Данную проблему можно решить, в частности, применением в узлах трения новых антифрикционных материалов. К таким материалам относится пропитанная парами тетракарбонила никеля и антифрикционным наполнителем прессованная древесина берёзы.

Из древесины, пропитанной парами тетракарбонила никеля, можно получить антифрикционный материал путём осуществления её механического уплотнения и последующего проведения пропитки уплотнённой древесины антифрикционным наполнителем. Пропитка заготовок сухой древесины плотностью 550–650 кг/м^3 проводится в вакуумной камере при температуре, не превышающей 140°С, и остаточном давлении около $5 \cdot 10^{-2}$ МПа [4].

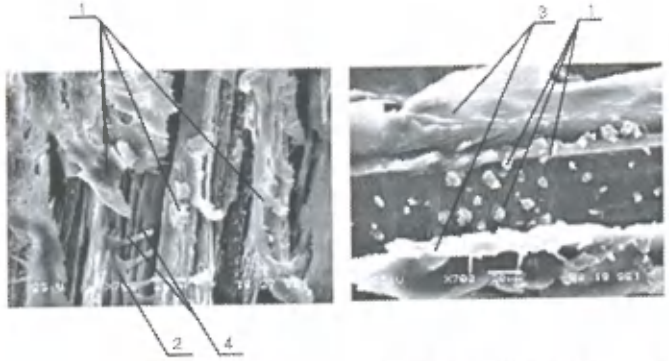


Рис. 2. Микроструктура прессованной древесины берёзы плотностью 1200 кг/м^3, пропитанной никелем (слева), никелем и антифрикционным наполнителем (справа), – при увеличении 700х:
1 – никель; *2* – лестничная перфорация; *3* – антифрикционный наполнитель; *4* – сосудистые трахеиды

Соблюдение вышеуказанных условий способствует лучшему проникновению паров тетракарбонила никеля в микрополости заготовки и равномерному осаждению в них металла, а также достижению максимально возможной степени пропитки заготовки антифрикционным наполнителем по всей её длине (рис. 2).

Процесс пропитки древесины парами тетракарбонила никеля отличается простотой, возможностью последующего применения методов модифицирования, позволяет максимально стабилизировать значения геометрических параметров деталей, увеличить нагрузку и теплопроводность, расширить область применения древесины.

При использовании прессованной древесины в узлах трения особое значение имеют коэффициент трения и температура.

Сравнительные испытания технологических свойств подшипников скольжения из прессованной древесины проводились на сконструированной нами возвратно-вращательной установке, работающей по кинематической схеме ось–подшипник, которая характерна для узлов трения технологических и подъёмно-транспортных машин и оборудования (рис. 3). Подшипники скольжения при этом работают в условиях самосмазки при переменной нагрузке, создаваемой кинематикой движения.

При проведении испытаний подшипников скольжения из прессованной древесины приработка считалась законченной, если величина коэффициента трения не изменялась в течение 2 ч непрерывной работы. Испытания проводились при нагрузке P = 8 МПа, скорости скольжения V = 0,02 м/с – у испытуемого образца величины относительного массового содержания (о.м.с.) никеля составляли 0,5; 1,5; 2,5%, а антифрикционного наполнителя – 9; 8,5; 8%.

При данной скорости испытания температура в зоне трения не поднимается до точки подплавления модификатора, тем самым создаются условия для достижения наиболее высокого значения коэффициента трения. Величина нагрузки 8 МПа хоть и не является критической для прессованной древесины, но уже полностью исключает возможность создания толстых молекулярных плёнок [5].

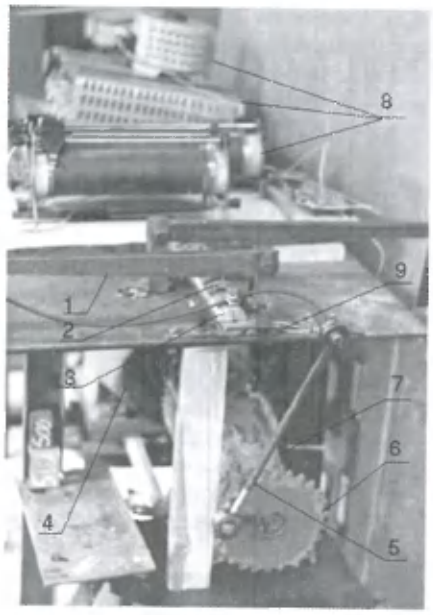


Рис. 3. Внешний вид установки для испытания образцов прессованной древесины на трение и износ при возвратно-вращательном скольжении:

1 – нагрузочный рычаг; *2* – испытуемый образец; *3* – вал; *4* – электродвигатель; *5* – шатун; *6* – кривошипное колесо; *7* – редуктор; *8* – система управления электродвигателем; *9* – тензометрический рычаг

Результаты испытаний подшипников скольжения из прессованной древесины плотностью 1200 кг/м^3, у которой величина о.м.с. никеля составляет 2,5%, а антифрикционного наполнителя – 8,5%, представлены на графике (рис. 4).

Коэффициент трения и температура нагрева подшипников скольжения из прессованной древесины, пропитанной парами тетракарбонила никеля, также зависит от удельного давления, скорости скольжения, количества антифрикционного наполнителя и плотности древесины.

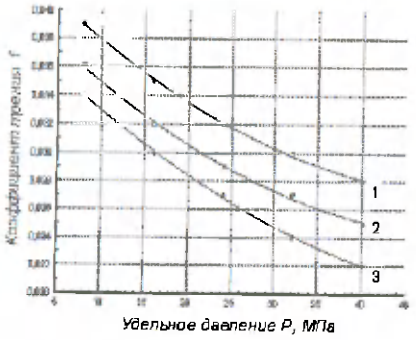


Рис. 4. Графики зависимости коэффициента трения при величине о.м.с. антифрикционного наполнителя в образце 8,5% и никеля 2,5% от удельного давления – при различных значениях скорости скольжения (м/с):

1 – 0,02; *2* – 0,04; *3* – 0,06

Значение коэффициента трения подшипников из прессованной древесины находится в широком диапазоне – от 0,078 до 0,022. Значение коэффициента трения работающих в режиме самосмазки подшипников скольжения из прессованной древесины, пропитанной парами тетракарбонила никеля, составляет 0,045–0,022.

Минимальный уровень коэффициента трения определяется предельной величиной рабочей нагрузки и максимальной величиной температуры нагрева, допускаемой структурно-механическими свойствами смазки, обеспечивающими устойчивость масляной плёнки на поверхности подшипника скольжения.

С увеличением удельного давления коэффициент трения снижается до предельно допустимой нагрузки. Такой характер изменения коэффициента трения обусловлен постоянным увеличением фактической площади контакта и улучшением рабочих профилей сопрягаемых деталей, а также тем, что вязкость и несущая способность смазки уменьшаются с повышением температуры.

При увеличении скорости скольжения интенсивность снижения коэффициента трения уменьшается, т.е. коэффициент трения становится более стабильным. Так, при скорости скольжения V = 0,02 м/с и диапазоне величин нагрузки 8–40 МПа значение коэффициента трения изменяется от 0,04 до 0,023, а при V = 0,06 м/с – от 0,036 до 0,023.

Интенсивность роста температуры нагрева подшипника при повышении скорости скольжения значительно выше, чем при увеличении удельного давления (рис. 5).

Анализ представленных выше графиков (см. рис. 4) показывает, что коэффициент трения падает с увеличением нагрузки вплоть до разрушения материала. При малых нагрузках и скорости скольжения наименьший коэффициент трения имеет материал плотностью 1200 кг/м^3, у которого величина о.м.с. антифрикционного наполнителя составляет 8,5%, а никеля – 2,5%. Увеличение плотности материала и о.м.с. никеля приводит к росту коэффициента трения и, следовательно, износа и температуры в зоне трения.

При увеличении уровней нагрузки и скорости различие между коэффициентами трения для материала при возвратно-вращательном режиме уменьшается.

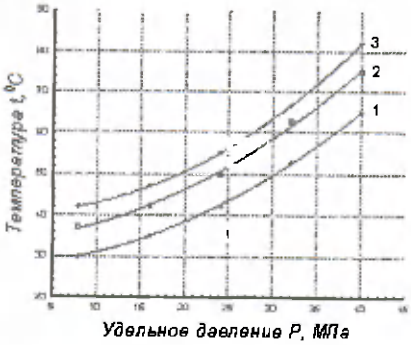


Рис. 5. Графики зависимости температуры в зоне трения при плотности древесины 1200 кг/м^3 и величине о.м.с. никеля в древесине 2,5% от удельного давления – при различных величинах скорости скольжения (м/с):

1 – 0,02; *2* – 0,04; *3* – 0,06

Характер зависимости температуры трения от нагрузки и скорости скольжения противоположен характеру зависимости коэффициента трения от тех же параметров. Температура нагрева подшипника скольжения постоянно растёт как при увеличении давления, так и при повышении скорости (см. рис. 5).

По графикам зависимости коэффициента трения и температуры от удельного давления видно, что по антифрикционным и теплофизическим характеристикам наиболее перспективен материал плотностью 1200 кг/м^3, у которого относительное массовое содержание никеля составляет 2,5%, а антифрикционного наполнителя – 8–8,5%.

Вышеописанный материал выдерживает нагрузки до 40 МПа и имеет коэффициент трения в пределах от 0,041 до 0,022 при скорости скольжения от 0,02 до 0,06 м/с при возвратно-вращательном движении. Исследуемый материал с антифрикционным наполнителем на основе животного жира сохраняет работоспособность при температуре до 100°С. Во время проведения испытаний температура в зоне трения составляла 80–85°С, нестабильности работы узла трения не наблюдалось.

Список литературы

1. Шамаев В.А. Химико-механическое модифицирование древесины. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 260 с.

2. **Шевелева Е.В.** Повышение работоспособности подшипников скольжения деревообрабатывающего оборудования на основе использования древесно-металлических композиционных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Брянск, 2004. – 20 с.

3. **Шамаев В.А., Смольяков А.И., Смирнов П.А.** Прессованная древесина в машиностроении. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – 92 с.

4. **Пат. 2226240 РФ, F 16 C 33/04**. Способ модификации древесины / В.А.Шамаев, А.А.Уэльский, А.В.Гребенников, А.П.Стороженко, В.Г.Рахманов. Заяв. и патентообл. ООО "Лигнум". – № 2339505. Опубл. 27.11. 2008. – Бюл. № 33. – 4 с.

5. **Смольяков И.А.** Влияние некоторых наполнителей на коэффициент трения модифицированной древесины // Химико-лесной комплекс – проблемы и решения: Сб. статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Т.2. – Красноярск: СибГТУ, 2002. – С. 333–336.

УДК 674:620.22-419.8-036.5

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫМ КОМПОЗИТАМ И ИХ СВОЙСТВАМ

Издательство "Научные основы и технологии" (г. Санкт-Петербург) выпустило в свет книгу А.А. Клёсова "Древесно-полимерные композиты". В ней представлен обзор основных принципов производства древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК) и уровней их эксплуатационных показателей в реальных условиях.

Книга содержит 17 разделов, её задача – показать диапазон свойств ДПК и объяснить, почему такой диапазон существует.

В полном практических примеров и тематических исследований руководстве описаны ДПК на основе термопластов с целлюлозными волокнами, минералами, различными добавками и их свойства; рассмотрены вопросы механической прочности, устойчивости к воздействию микро-

организмов, гигроскопичности, воспламеняемости, сопротивления скольжению, теплового расширения-сжатия, чувствительности к окислению и воздействию УФ-лучей и др.; освещены вопросы эстетики, трудоёмкости и долговечности изделий из ДПК; сопоставлены различные методы и процедуры испытаний по ASTM, которые применяются для тестирования конкретных свойств материалов и изделий.

Книга будет интересна как учёным, так и технологам, работающим с древесно-полимерными композиционными материалами и занимающимся вопросами материаловедения, микробиологии, реологии, проблемами технологии переработки пластмасс и химического машиностроения. Это необходимый ресурс для поставщиков и производителей древесно-полимерных композитов, а также доступный материал для разработчиков изделий из них, строителей и архитекторов, которые хотят знать больше о современных материалах.

МЕБЕЛЬ

Мебель–2011

23-я международная выставка

"Мебель, фурнитура и обивочные материалы"

21–25 ноября 2011 г.

Москва, ЦВК "Экспоцентр"

В период работы выставки пройдут официальные мероприятия по подведению итогов всероссийского конкурса на соискание Национальной премии в области промышленного дизайна мебели "Российская кабриоль" за 2010 г.

УДК 624.011.1:624.046.5

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕРЕВОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НАКЛОННЫМИ СВЯЗЯМИ

М.А.Филимонов – ЦНИИСК имени В.А.Кучеренко

Современная строительная отрасль часто предъявляет к строительным конструкциям такие требования, которым конструкции из того или иного традиционно применяемого строительного материала: бетона, металла или древесины – в полной мере удовлетворять не могут. При объединении этих материалов в единую конструкцию можно добиться рационального использования достоинств каждого из материалов и получить новую композитную конструкцию, обладающую рядом преимуществ по сравнению с отдельно применяемым материалом и комплексом полезных свойств, эффективное использование которых на практике позволяет совершенствовать существующие и создавать принципиально новые конструкции.

В настоящее время в различных странах проводятся работы по созданию деревобетонных конструкций, состоящих из деревянных балок и железобетонной плиты, включённой в совместную работу с балками. Прочностные и деформативные характеристики, эффективность работы конструкции из древесины и железобетона зависят от степени участия плиты в работе балки композитного сечения. Применение данного вида конструкций позволяет значительно увеличить несущую способность, снизить деформативность и зыбкость конструкции по сравнению с традиционными решениями, при которых балки не связаны с плитой. Уменьшение высоты сечения балок из древесины в 1,5 раза, а касательных напряжений в приопорной зоне в 2 раза – это значительный эффект совместной работы рассматриваемых материалов.

Весьма эффективны композитные балки в мостостроении, когда проезжая и ходовая часть мостов выполняются из бетона, объединённого с несущими клеёными деревянными балками пролётного строения. При таком решении для клеёной древесины создаются благоприятные условия эксплуатации, а включение в работу железобетонной плиты обеспечивает возможность экономии материала, повышения сдвиговой прочности и надёжности клеёных балок. Данный вид конструкций эффективен и при реконструкции существующих деревянных перекрытий, когда необходимо восстановить или увеличить несущую способность балок.

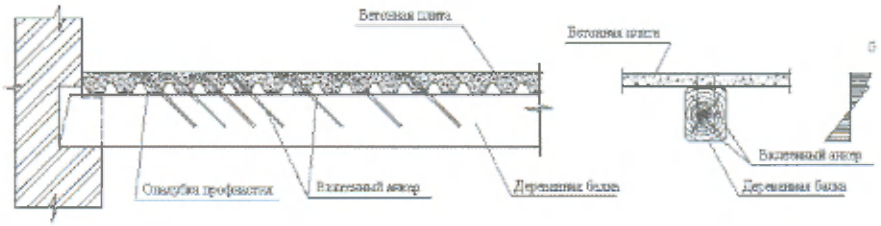


Рис. 1. Деревобетонная конструкция

В нашей стране работы по созданию деревобетонных конструкций проводились в Хабаровском политехническом институте под руководством В.И.Кулиша. На основании результатов этих исследований были построены несколько мостов малых и средних пролётов на Дальнем Востоке. Объединение клеёных балок с железобетонной плитой осуществлялось при помощи стальных нагелей.

В ЦНИИСКе предложена деревобетонная конструкция (рис. 1), где в качестве новых соединительных деталей, воспринимающих усилия сдвига, приняты соединения на основе наклонно вклеенных стержней. Железобетонная плита является составной частью объединённого сечения и совмещает в себе несущие и ограждающие функции. Такой вид соединений, имеющий широкое распространение в последние годы в России и за рубежом, характеризуется высокой прочностью, малой деформативностью, на порядок большей жёсткостью и в несколько раз экономичнее в сравнении с традиционными соединениями древесины. Прочностные и деформативные характеристики, эффективность работы конструкций из древесины и железобетона зависят от степени совместной работы плиты и балок, от конструктивных параметров связевых элементов. В сравнении с раздельной конструкцией плиты и деревянной балки композитная конструкция позволяет примерно в 1,5 раза снизить высоту сечения деревянных балок.

Наклонно вклеенные стержни в соединениях совмещают функции стержней, установленных вдоль и поперёк волокон древесины, создавая возможность при определённом значении угла наклона α к волокнам получить равнопрочное соединение по условию сопротивления древесины скалыванию вдоль волокон и растяжению поперёк них. В таком соединении в древесине по контакту с клеевой прослойкой по боковой поверхности связей возникают касательные и нормальные напряжения. Благодаря включению в работу большего количества слоёв древесины, прилегающих к вклеенному стержню, и распределению напряжений по сечению соединение такого типа обладает более высокой прочностью, чем при $\alpha = 0°$, и большей жёсткостью, чем при $\alpha = 90°$. Уровень показателя деформативности соединения на наклонно вклеенных стержнях при действии осевого усилия находится между уровнем при $\alpha = 0°$ и уровнем при $\alpha = 90°$. При изменении угла наклона стержня меняется характер работы соединения. При воз-

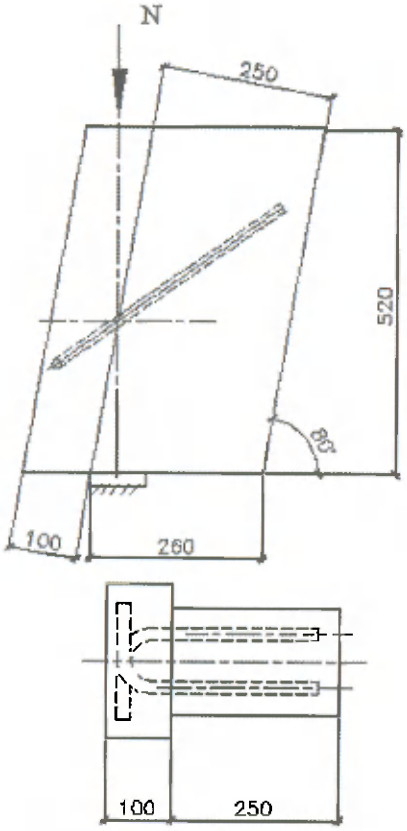


Рис. 2. Образец анкерного соединения

растании выдёргивающей составляющей усилия, действующего на связь, работа древесины изменяется и её следует рассматривать с учётом смятия и растяжения древесины в направлении передаваемого усилия.

Наибольший интерес для объединения древесины и бетона представляют связевые элементы в виде петлевых анкеров. В ЦНИИСКе проведены экспериментальные исследования и испытания образцов натуральных размеров анкерных соединений древесины с бетоном на основе вклеенных в древесину арматурных стержней (рис. 2).

Испытания показали, что разрушение происходило из-за смятия бетона в зоне анкерного соединения и имело хрупкий характер и полное исчерпание сопротивления сдвигу. Также наблюдались изгиб и выдёргивание анкера из бетона. Непосредственно перед разрушением в бетоне наблюдались образование и раскрытие трещин в зоне анкеровки, причём последнее сопровождалось ростом деформаций сдвига. Разрушения соединений в древесине не отмечалось. У корней анкеров обнаружились лункообразные обжатия бетона, причём большая часть перемещений сдвига происходит именно вследствие этих деформаций древесины под анкером.

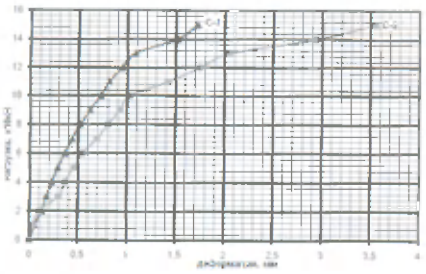


Рис. 3. Результаты испытаний образцов серий С-1, угол 30 град. и С-2, угол 45 град. с анкерами d 14 A III

Важны и деформации растяжения анкера, о чём свидетельствуют показания тензорезисторов, наклеенных на ветви анкеров. Растяжение в анкерах возникало задолго до нарушения сцепления бетона с анкером. Сцепление же петель в бетоне, связанное с его обмятием под петлями, фиксировалось только перед исчерпанием несущей способности соединения. Следовательно, усилия растяжения в ветвях петлевого анкера передаются на бетон главным образом сцеплением и трением, а не через петлю. Во всех случаях разрушения образцов участок бетона, находившийся внутри петли, оставался неразрушенным. По результатам испытаний (рис. 3, 4) видно: несущая способность анкера с углом вклеивания 30° выше в среднем на 39%, чем у анкера с углом вклеивания 45°. Это объясняется более глубокой заделкой анкера в бетон и более высокими показателями анкеровки в древесине, что и приводит к увеличению его несущей способности из-за сцепления с бетоном и увеличения растягивающих напряжений в ветвях петли анкера.

Экспериментальные исследования, проведённые в ЦНИИСКе, позволили применить новый вид конструкций при восстановлении несущей способности перекрытий нескольких представительских залов здания Консульства России в г. Стамбуле путём объединения существующих деревянных балок с вновь устраиваемой железобетонной плитой (рис. 5, 6 – см. 3-ю стр. обложки) с использованием наклонно вклеенных стержней. Применение таких соединительных элементов позволяет не только объединить бетонную плиту с деревянной балкой, но и полностью восстановить сдвиговую

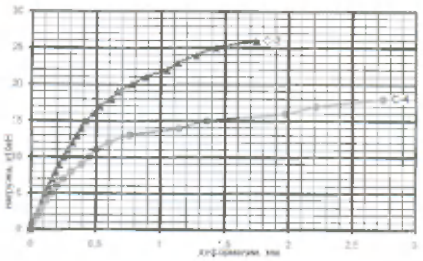


Рис. 4. Результаты испытаний образцов серий С-3, угол 30 град. и С-4, угол 45 град. с анкерами d 20 A III

прочность самих деревянных балок с трещинами в опорных зонах.

Применяемый метод усиления конструкций позволил увеличить несущую способность перекрытия в 1,5 раза без демонтажа балок и потолка нижележащего этажа, имеющего художественную и историческую ценность, и снизить зыбкость перекрытия в 2,5 раза. Была повышена жёсткость перекрытия и был создан жёсткий антисейсмический диск, объединяющий по периметру несущие кирпичные стены здания.

Имеющийся опыт применения указанных соединений позволил использовать данный вид конструкций при строительстве жилого комплекса в г. Мытищи Московской обл. Первый этаж трёх отдельно стоящих многоэтажных жилых домов объединён пристройкой (криволинейной в плане), где размещаются помещения культурно-бытового назначения. Длина пристройки составила 80 м, а пролёта – 15 м. В качестве несущих конструкций покрытия применены рамы из клеёной древесины с криволинейным подкосом и композитным ригелем. Рамы установлены по радиусу и имеют шаг 4 м. Ригель рамы состоит из деревянного элемента прямоугольного сечения, объединённого с железобетонной плитой покрытия наклонными стальными анкерами (рис.7, 8 – см. 3-ю стр. обложки).

При таком решении железобетонная плита в продольном направлении рассматривается как многопролётная плита, а в поперечном – как составная часть композитного сечения ригеля рамы (таврового сечения). Особенность данного вида конструкций состоит в изменении знака эпюры изгибающих моментов в зоне подкоса, что не характерно для ранее применявшихся деревобетонных конструкций. В данном случае усилие растяжения воспринимается бе-

тонной частью сечения. Анкерные соединения устанавливались при изготовлении деревянных конструкций. Наклон анкеров соответствовал направлению действия сдвигающих сил. В качестве опалубки использовался профилированный настил. Монолитную плиту выполняли из бетона марки В25 и армировали в соответствии с возникающими в ней напряжениями. Данный вид конструкций в России применён впервые.

Выводы

1. Определена несущая способность анкерных соединений на наклонно вклеенных связях системы "ЦНИИСК".

2. Получены жесткостные характеристики анкерных соединений.

3. Определён оптимальный угол наклона анкера 30°, который не зависит от диаметра стержней, образующих петлю.

4. Уровень показателя деформативности анкеров d 14 A III с углом наклона 30° в среднем на 30% ниже, чем у анкеров того же диаметра с углом наклона 45°. Для анкеров d 20 A III относительная разница в деформации между анкерами с углом наклона соответственно 30 и 45° составила 45%.

5. Наибольшая прочность в анкерном соединении получена при угле наклона анкера, равном 30°.

6. Определена минимально допустимая глубина анкеровки в бетоне, которая составляет 7d анкера, или 12 см.

7. Получено минимально допустимое расстояние между ветвями анкера в свету, которое равно 3d анкера.

8. Разработан метод усиления деревянных перекрытий с сохранением деревянных балок путём объединения их с монолитной железобетонной плитой.

9. Даны рекомендации по расчёту и проектированию деревобетонных конструкций с наклонными связями.

10. Результаты исследований позволили дополнить нормы проектирования деревянных конструкций.

УДК 674.21.03:694

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЕ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ СПРОСЕ НА ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ

А.Ю. Варфоломеев, канд. техн наук – Научно-исследовательская лаборатория строительной экспертизы Баренц-региона

На севере России издавна строили индивидуальные дома из брёвен сосны, ели или лиственницы большого диаметра. В них объединены под одной крышей жилой блок и хозяйственные помещения: кладовые, скотный двор, сеновал, мастерские и др. Для гужевой подвозки сена и прочих грузов на второй этаж хозяйственного блока устраивали эстакаду из брёвен. Возможность ухода за скотом в холодную и неблагоприятную погоду без выхода на улицу обеспечивали хорошие энергоэффективность и эргономичность жилья. Строительство домов из толстых брёвен природной конической формы очень трудоёмко и требует плотников высокой квалификации.

В период индустриализации страны в лесных регионах строили преимущественно двухэтажные многоквартирные здания со срубами из бруса сечением 150x150 мм. Благодаря использованию бруса упростилось выполнение стыков и снизилась трудоёмкость работ под открытым небом, поскольку были исключены сложные операции:

– разметка с помощью "черты" и устройство продольных пазов для сопряжения брёвен природной конической формы;

– вырубание и точная подгонка полукруглых чаш для сопряжения брёвен разного диаметра и др.

В Архангельской обл. для таких зданий широко использовали деревянные фундаменты на сваях либо стульях без их глубокой пропитки эффективными защитными препаратами. Содержащиеся в почве дереворазрушающие грибы поднимались по фундаментам на цокольное перекрытие и стены, из-за чего быстро снижались их несущая способность и теплоизоляционные свойства. Нормативный срок службы зданий со стенами из брёвен или бруса и с ленточными бутовыми фундаментами (IV группа капитальности) составляет 50 лет, что в 1,67–3,33 раза больше, чем аналогичных зданий V и VI групп капитальности, имеющих фундаменты на деревянных стульях либо сваях.

По нормам, действовавшим в период строительства, текущий ремонт зданий из брёвен или бруса IV группы капитальности следовало выполнять через 3 года службы здания, выборочный капитальный – через 6 лет, комплексный капитальный – через 18 лет. В советское время капитальный ремонт подгнивших зданий считали экономически целесообразным из-за низкой стоимости труда и древесины. В период перестройки цены на древесину в России быстро выросли до уровня мировых (особенно в регионах с развитым лесоэкспортным производством); увеличилась относительная доля трудозатрат в себестоимости продукции (в развитых странах этот показатель значительно выше). Капитальный ремонт рубленых зданий стал экономически невыгоден. Поэтому при большом физическом износе их сейчас во многих случаях не ремонтируют, а сносят.

Из-за несвоевременных управленческих решений о ремонте либо сносе зданий, а также из-за некачественного ремонта их фундаментов могут происходить аварии. В таблице приведены результаты натурных обсле-

Элемент здания	Степень повреждения элемента (%) здания			Категория опасности повреждения
	№ 1*	№ 2*	№ 3*	
Деревянный фундамент (высотой более 1 м)	100	100	100	А
Перекрытия:				
цокольное	40	50	70	А
междуэтажное	–	–	–	–
чердачное	–	2	2	–
Стены сруба	–	3	2	–
Крыша:				
стропильная система	–	–	–	–
кровля	25	30	40	Б
Печи:				
1-й этаж	50	75	65	А
2-й этаж	5	15	5	А**
трубы	100	100	100	А

*№ 1 – одноподъездное здание (8 квартир); № 2 – двухподъездное здание с коммунальными квартирами; № 3 – двухподъездное здание (12 квартир).
**Опасность обусловлена возможностью обрушения печи из-за аварийного состояния её базовой части на первом этаже.

дований трёх двухэтажных жилых зданий после обрушения с подгнивших деревянных свайных фундаментов высотой до 1,7 м. Категории опасности повреждений конструкций определяли по следующим признакам:

А – повреждения, представляющие опасность разрушения и требующие немедленного прекращения эксплуатации до выполнения ремонта или усиления;

Б – повреждения, не грозящие опасностью разрушения конструкции, но могущие в дальнейшем вызвать повреждения других элементов и узлов.

Наибольшие повреждения получили цокольные перекрытия и полы в помещениях первых этажей всех обследованных зданий, поскольку во многих местах их пробили фундаментные стойки. От удара о грунт срубы, за исключением некоторых элементов окладных венцов, не получили существенных повреждений. Сместившиеся срубы бессистемно опирались на обломки деревянных фундаментов и грунт, но сохранили целость и форму. Это свидетельствует о том, что стены из бруса на нагельных соединениях работают как балки-стенки. При этом пересекающиеся стены при совместной работе образуют единый блок, обладающий высокой жёсткостью и "вязко" воспринимающий экстремальные механические нагрузки. Благодаря этому сохранились оконные блоки, разбилось или растрескалось менее 10% стёкол. Около 10% дверей заклинило. Кирпичные печи, опиравшиеся на отдельные фундаменты из четырёх свай, получили наиболее значительные повреждения на первом этаже. Верхние части кирпичных труб обрушились и повредили шиферную кровлю – при этом чердачные перекрытия, находившиеся в хорошем состоянии, выдержали удары обломков. Анализ данных таблицы показывает: за исключением фундаментов и печей, элементы зданий не получили значительных повреждений от удара о грунт и нарушения проектной схемы опирания срубов после смещения.

Однако здания рассмотренной конструкции построены несколько десятилетий назад, и они не соответствуют современным требованиям энергоэффективности, комфортности, трудосбережения. Из-за высоких порогов, узких коридоров и дверных проёмов, большого количества ступеней во входных узлах жильцы с ограниченной мобильностью не могут самостоятельно перемещаться на колясках в деревянных двухэтажных многоквартирных зданиях [1]. Теплоизоляционные свойства их наружных стен не соответствуют действующим строительным нормам. Не всегда обеспечен требуемый уровень защиты от увлажнения древесины в туалетах, а также в ванных комнатах (там, где они имеются). Отсутствует эффективная приточно-вытяжная вентиляция, имеющая важное значение не только для качества воздуха в помещениях, но и для предотвращения гниения деревянных конструкций.

В последние годы опросы в России свидетельствуют о заинтересованности большинства людей (около 80%) в том, чтобы жить в комфортных индивидуальных малоэтажных домах [2]. В развитых странах жилой фонд на 60% состоит из малоэтажных зданий. Ежегодно там строят около 1 м^2 нового жилья на душу населения. Рост дефицита углеводородов, а также большие выделения углекислого газа при их сжигании обострили проблему парникового эффекта, отрицательно влияющего на климат [3]. Это обусловило ужесточение требований к энергоэффективности строительства. Новым требованиям соответствуют деревянные каркасные здания с эффективными утеплителями. В США относительная доля таких зданий составляет 85%, в Японии – около 50%, в Европе – 10%.

Рост объёмов домостроения определил расширение производства клеёных деревянных конструкций (КДК), так как в доступных районах лесозаготовок значительно сократились природные запасы древесины большого диаметра. КДК характеризуются более стабильными величинами показателей прочности, поскольку естественные пороки в них распределены более равномерно и крупные дефекты не попадают в одно сечение. Развивается производство КДК с использованием не только хвойной древесины, но и дешёвой древесины осины, клёна, берёзы и других пород.

Несущие конструкции стали изготовлять не только из досок, но и из шпона, волокна которого располагают в клеёном пакете в одном направлении (брус LVL). Технологию производства LVL разработали в США в 1930-х годах. Во время Второй мировой войны LVL использовали в самолётостроении для изготовления пропеллеров, а в 1970-х годах – для изготовления строительных балок и ферм [4]. Для снижения материалоёмкости изогнутых и сжато-изогнутых элементов в США создали производства унифицированных двутавровых деталей с полками из LVL, обладающими высокой прочностью при растяжении и сжатии. Стенки двутавров выполняют из древесностружечных плит с ориентированной стружкой (OSB), которые благодаря ориентированной стружке характеризуются повышенным сопротивлением скалыванию.

В России промышленный выпуск бруса LVL организовали только в последние годы. Компания "Талион

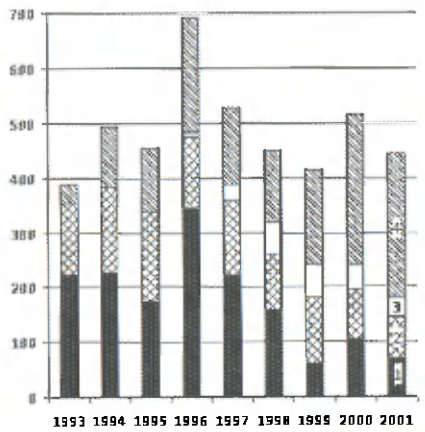


Рис. 1. Годовые объёмы потребления (тыс. м³) LVL в Японии: твёрдых (1) и мягких (2) пород собственного производства; твёрдых (3) и мягких (4) пород зарубежного производства

Рис. 2. Монтаж модульного здания на готовом фундаменте

Терра" создала в Тверской обл. производство бруса LVL (торговая марка "Ultralam") [4], который используют для изготовления несущих конструкций общественных и жилых зданий, спортивных сооружений и других объектов.

В сейсмоопасной и плотно заселённой Японии при возведении несущих каркасов малоэтажных зданий широко применяют неразрезные стойки (в том числе на три этажа), многопролётные связи и балки, ригели из клеёных ламелей либо бруса LVL [5]. Это обеспечивает требуемые уровни жёсткости и сейсмостойкости зданий, построенных из лёгких, прочных и эластичных деревянных конструкций. В тёплом климате происходит интенсивная биологическая деструкция деревянных построек. Поэтому лёгкие жилые здания в Японии через каждые 20–30 лет заменяют новыми, более совершенными. Брус LVL там применяют для изготовления несущих конструкций малоэтажного домостроения и в качестве декоративного материала при производстве встроенной мебели. Годовые объёмы потребления разнотипных LVL в Японии (по данным [5]) приведены на рис. 1.

В 1996 г. в Японии был зафиксирован значительный рост годового объёма потребления LVL (см. рис. 1), что обусловлено ликвидацией последствий разрушительного землетрясения (силой 7,2 балла) в Кобе, происшедшего 17.01.1995 г. и сопровождавшегося пожарами. В результате было разрушено 7500 старых деревянных зданий, построенных без принятия антисейсмических мер. Поскольку эпицентр располагался вблизи района с высокой концентрацией населения, то без крова остались 300 тыс. человек [6]. После этого японцы стали уделять много внимания не только дизайну зданий, но и их надёжности.

В Норвегии, территория которой близка по климату к северо-западной части территории России, широко распространены энергоэффективные модульные деревянные малоэтажные здания полной заводской готовности. Их отличительная особенность состоит в использовании систем принудительной вентиляции с теплообменом в рекуператорах удаляемого и входящего воздуха. Каждый модуль имеет достаточно жёсткий деревянный каркас, что особенно важно, например, при строительстве в сейсмоопасных районах. Некоторые модули имеют не 4, а 3 или 2 боковые стены, что позволяет при блокировке получать большие помещения. Модули имеют чистовую отделку, смонтированное инженерное оборудование и сети, которые в процессе монтажа соединяются муфтами. Это позволяет минимизировать объёмы работ на строительной площадке, что особенно важно для севера. Монтаж по российско-норвежскому проекту экспериментального здания из 6 модулей на готовом фундаменте в Архангельске занял 5 ч 40 мин [7].

Для его внутренней отделки использовали фанеру с наружным слоем из шпона, подобранного по декоративным свойствам. Фанера гораздо долговечнее обоев и других отделочных материалов, что позволяет экономить на косметических ремонтах при длительной эксплуатации. Увеличенная ширина дверей обеспечивает возможность проезда инвалидной коляски. Планировочное решение модулей первого этажа и инженерное оснащение туалетной комнаты позволяют жильцам с ограниченной мобильностью самостоятельно перемещаться на колясках и пересаживаться на унитаз с откидывающимися с обеих сторон стальными ручками-подлокотниками, предназначенными для упора [1].

То, что в модульных зданиях реально обеспечена возможность комфортного проживания в них людей с ограниченной мобильностью, существенно повышает ликвидность таких зданий. Инвестиционную привлекательность модульного домостроения (рис. 2) определяют короткие сроки строительства и высокое качество производства модулей в заводских условиях. В настоящее время ведутся работы по созданию энергоэффективных малоэтажных зданий с применением унифицированных конструкций [8] на основе бруса LVL.

Список литературы

1. **Варфоломеев А.Ю., Ламов И.Ф.** Учёт потребностей людей с ограниченной мобильностью в деревянном домостроении на Севере // Развитие деревянного домостроения в Вологодской области. Проблемы и практические решения: Материалы межрег. науч.-техн. конф. – Вологда: Изд. центр ВИРО, 2008. – С. 53–60.

2. **www**.rost.ru/projects/habitation/hab4/h46/ah46.shtml

3. **Directive** 2002/91/CE of the European Parliament and of the Council, 16/12/2002.

4. **Яшин М.** Ultralam – супердерево из

Торжка // Леспром. – 2009. – № 3 (61). – С. 52–59.

5. **Guss L.M.,Klemarewski A.** LVL in North America: The decade ahead. LVL development, manufacturing, current status and prospects for the future; for planning and investment // Leonard Guss Associates, Inc. 8th. edition. – January 2008. – 161 p.

6. www.georesources.co.uk/kobe-high.html

7. **Роэлдсет Э., Свен С.Э., Варфоломеев А.Ю.** Мониторинг в режиме реального времени эксплуатационных параметров экспериментального деревянного модульного дома в Архангельске // Со. реф. информ. учёных АГТУ о результатах НИР и НИОКР, рекомендованных к практическому использованию. – Архангельск: Изд. АГТУ, 2007. – С. 53–54.

8. **Ковальчук Л.М.** Строительные деревянные конструкции на основе серийно изготовляемых стандартных элементов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2009. – № 4. – С. 2–3.

УДК 630*812.001.5

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЁЗЫ И ЕЛИ

Е.Г.Владимирова – Московский государственный университет леса

Для повышения конкурентоспособности древесины разрабатываются новые технологии её обработки. Одна из таких технологий состоит в проведении модифицирующей термической обработки древесины, которая альтернативна её химической обработке.

Термически модифицированная, или термомодифицированная древесина и изделия из неё представлены во многих странах: США, Канаде, Японии, Китае, Турции, Франции, Финляндии, Латвии, Украине. Российский рынок термомодифицированной древесины в настоящее время находится на начальной стадии развития. Однако на сегодняшний день насчитывается уже более 20 компаний, занимающихся термической обработкой древесины. Свойства термомодифицированной древесины активно изучаются за рубежом, а свойства аналогичной продукции, производимой в России, пока еще мало изучены.

Целью данной работы является исследование физико-механических свойств древесины берёзы и ели, подвергнутой термической обработке на отечественной установке СПВТ при различных величинах температуры и продолжительности выдержки 24 ч. А также сравнение полученных результатов с результатами исследований немодифицированной древесины.

В качестве исходного материала исследования были взяты берёзовые (Betula pendula) и еловые (Picea abies) пиломатериалы толщиной 40–50 мм. Из части досок были выпилены необходимые образцы. Остальная древесина сушилась по мягким режимам в вакууме при температуре 70°С и продолжительности сушки 12 сут. Затем она подвергалась модифицирующей термической обработке в течение 12 ч при температуре 185°С (берёза) и 165°С (ель).

Используемая установка (рис. 1) – СПВТ (сушилка пиломатериалов вакуумная тепловая) работает по 4 ка тегориям термообработки: А = 165 °С; В = 175 °С; С = 185 °С; D = 195 °С. Место обработки – Тверск обл., п.г.т. Озерки, ИП А.В.Ипатье

В ходе работы путём проведени соответствующих испытании древе сины определяли уровни следующ её показателей: влажности, плотнос ти, усушки, разбухания, предел прочности при сжатии вдоль вол кон, предела прочности при стат ческом изгибе, влагопоглощения, в допоглощения.

Заготовка, отбор и изготовлен образцов проводились в соотв ствии с ГОСТ 16483.0–89 [1]. Ми мально необходимое количество пытуемых образцов n_{min} вычисля по формуле

$$n_{min} = \frac{V^2 t_\gamma^2}{P_\gamma^2},$$

где V – коэффициент вариа свойства древесины, %;

γ – требуемая доверитель вероятность [2];

t_γ – квантиль распределе Стьюдента;

P_γ – относительная погрешно (точность) определения борочного среднего с д рительной вероятности %.

В табл. 1 приведены данные расчёту минимально допусти количества испытуемых образ Представленное в таблице числ

Таблица 1

Показатель древесины	V, %	γ	t_γ	P_γ, %	n^*_{min}, шт.
Влажность	5	0,95	2,571	5	5/10
Плотность	10	0,95	2,262	5	27/30
Усушка	16	0,95	1,645	5	27/30
Разбухание	16	0,95	1,645	5	27/30
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	13	0,95	2,048	5	29/30
Предел прочности при статическом изгибе	15	0,95	1,645	5	25/50
Влагопоглощение	10	0,95	2,262	5	21/30
Водопоглощение	10	0,95	2,262	5	21/30

*Число образцов (расчётное/принятое).

разцов было отобрано как для термически модифицированной, так и для не прошедшей обработку древесины.

Для проведения испытаний применялась испытательная машина ZD10/90 (рис. 2).

После испытаний определяли фактическую влажность и, при необходимости, плотность образцов (по ГОСТ 16483.7-71) [3]. Влажность образцов W (%) вычисляли по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} 100,$$

где m_0 – масса бюксы, г;
m_1 – масса бюксы с пробой до высушивания, г;
m_2 – масса бюксы с пробой после высушивания, г.

Для определения базисной плотности древесины использовали образцы в виде прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм (ГОСТ 16483.1–84) [4]. Базисную плотность каждого образца $\rho_б$ (кг/ м^3) вычисляли по формуле

$$\rho_б = \frac{m_0}{a_{max} b_{max} c_{max}} = \frac{m_0}{V_{max}},$$

где m_0 – масса образца в абс. сухом состоянии, кг (г);
a_{max}, b_{max}, c_{max} – размеры образца при влажности, равной или большей предела насыщения клеточных стенок, м (см);
V_{max} – объём образца при влажности, равной или большеи предела насыщения клеточных стенок, м^3 (см^3).

Для определения разбухания древесины применяли образцы в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 10 мм – рис. 3 (ГОСТ 16483.35–88) [5]. Полное разбухание α_{max} (%) было вычислено но формуле

$$\alpha_{max} = \frac{100(a_{max} - a_{min})}{a_{max}},$$

где a_{max} – размер (объём) образца при влажности, равной или большей предела насыщения клеточных стенок, мм (мм^3);
a_{min} – размер (объём) образца в абс. сухом состоянии, мм (мм^3).

Для определения усушки древесины применяли образцы в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 10 мм (ГОСТ 16483.37–88) [6]. Полную усушку β_{max} (%) вычисляли по формуле

$$\beta_{max} = \frac{100(a_{max} - a_{min})}{a_{max}},$$

где a_{max} – размер (объём) образца при влажности, равной или большей предела насыщения клеточных стенок, мм (мм^3);
a_{min} – размер (объём) образца в абс. сухом состоянии, мм (мм^3).

Для испытания по определению предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон применяли образцы в виде прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм – рис. 4 (ГОСТ 16483.10–73) [7]. Предел прочности σ_w (МПа) был вычислен по формуле

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{ab},$$

где P_{max} – максимальная нагрузка, Н;
a, b – поперечные размеры образца, мм.

Для испытания по определению предела прочности древесины при статическом изгибе применяли образцы в виде прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм – рис. 5 (ГОСТ 16483.3–84) [8]. Предел прочности (МПа) вычисляли по формуле

$$\sigma_w = \frac{3P_{max} l}{2bh^2},$$

где P_{max} – максимальная нагрузка, Н;
l – расстояние между центрами опор, равное 240 мм;
b – ширина образца, мм;
h – высота образца, мм.

Для проведения испытаний по определению влагопоглощения и водопоглощения образцы изготовляли в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и высотой вдоль волокон 10 мм (ГОСТ 16483.19–72, ГОСТ 16483.20–72) [9, 10]. При испытании на влагопоглощение образцы выдерживали над насыщенным раствором соды, а при испытании на водопоглощение образцы вымачивали в дистиллированной воде.

После проведения испытания количество поглощённой влаги/воды W (%) было вычислено с точностью до 0,1% по формуле

$$W = \frac{m_n - m_1}{m_1 - m} 100,$$

где m – масса бюксы, г;
m_1 – масса бюксы с образцом в абс. сухом состоянии, г;
m_n – масса бюксы с образцом, взвешенной через n суток с момента первоначального помещения образца в эксикатор, г. [10].

Средняя влажность образцов термомодифицированной древесины берёзы составляет 2,8%, а немодифицированной – 7,4%; средняя влажность образцов модифицированной древесины ели – 5,8%, а немодифицированной – 7,4% (табл. 2). В колонках табл. 2 даны следующие обозначения: 2 – температура обра-

Рис. 1. Установка СПВТ для модифицирующей термической обработки древесины

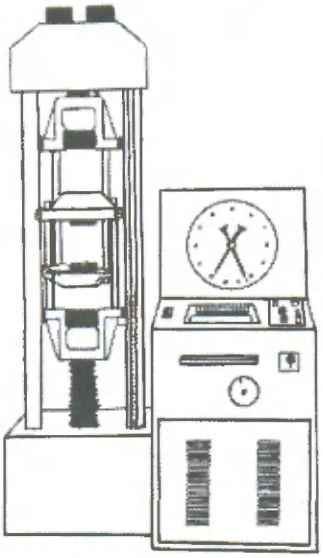


Рис. 2. Испытательная машина ZD10/90

Таблица 2

Образец древесины	T (°С)	W (%)	$\rho_б$ (кг/м³)	β (%)	α (%)	$\sigma_к$ (МПа)	$\sigma_и$ (МПа)	W (%)	W (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Берёза термомодифицир.	185	2,8	535	10,7	11,1	78,5	73,1	8,1	117,8
Берёза немодифицир.	20	7,4	523	15,3	20,5	68,7	130,86	15,4	124,5
Изменение			+2%	–30%	–46%	+14%	-44%	–47%	–5%
Ель термомодифицир.	165	5,8	397	8,1	9,0	56,4	74,37	11,1	197,8
Ель немодифицир.	20	7,4	331	9,3	11,1	44,4	63,8	14,9	245,7
Изменение			+20%	–13%	–19%	+27%	+17%	-26%	–19%

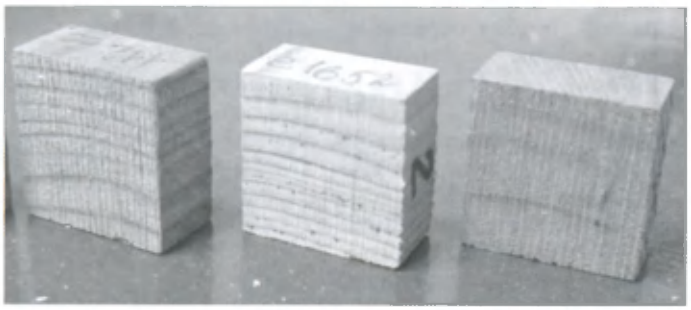


Рис. 3. Образцы древесины ели, обработанные при температуре 165°С

ботки; 3 – средняя влажность в момент испытания; 4 – базисная плотность; 5 – усушка; 6 – разбухание; 7 – предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон; 8 – предел прочности при статическом изгибе; 9 – влагопоглощение; 10 – водопоглощение.

Базисная плотность термомодифицированной древесины берёзы на 2%, а ели – на 20% выше плотности немодифицированной древесины берёзы и ели соответственно.

Усушка модифицированной древесины берёзы на 30%, а ели – на 13% ниже, чем усушка немодифицированной древесины берёзы и ели соответственно.

Разбухание модифицированной древесины берёзы на 46%, а ели – на 19% ниже, чем разбухание немодифицированной древесины берёзы и ели соответственно.

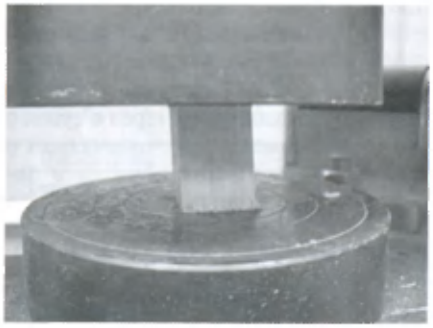


Рис. 4. Испытание на предел прочности немодифицированной древесины ели при сжатии вдоль волокон

Предел прочности при сжатии вдоль волокон термомодифицированной древесины берёзы на 14%, а ели – на 27% выше по сравнению с обычной древесиной берёзы и ели соответственно.

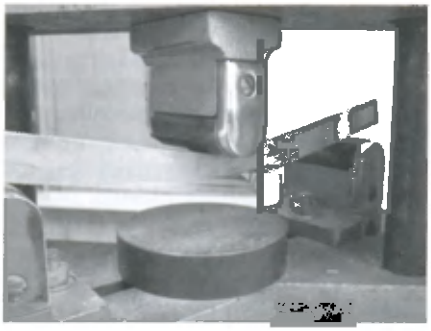


Рис. 5. Испытание на предел прочности древесины берёзы, обработанной при температуре 185°С, при статическом изгибе

Предел прочности при статическом изгибе термомодифицированной древесины берёзы на 44% ниже, а ели – на 17% выше, чем у немодифицированной древесины берёзы и ели соответственно.

Влагопоглощение термомодифицированной берёзы на 47%, а ели – на 26% ниже, чем немодифицированной древесины берёзы и ели соответственно.

Водопоглощение термомодифицированной древесины берёзы на 5%, а ели – на 19% ниже, чем обычной древесины берёзы и ели соответственно.

Заключение

Результаты исследований позволяют рассматривать возможность применения термомодифицированной древесины для внутренней и внешней отделки помещений, производства напольных покрытий для наружных и внутренних помещений, отделки саун и прибассейновых территорий, садовой и парковой мебели. Однако при проектировании изделий, подвергающихся повышенным нагрузкам, следует учитывать снижение таких характеристик, как прочность при статическом изгибе.

Перспективны работы по изучению свойств термически модифицированной древесины различных пород и диапазонов обработки с целью расширения областей применения этой продукции.

Список литературы

1. **ГОСТ 16483.0–89**. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям.
2. **Уголев Б.Н.** Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учеб. для лесотехн. вузов. – 4-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 340 с.
3. **ГОСТ 16483.7–71**. Древесина. Методы определения влажности.
4. **ГОСТ 16483.1–84**. Древесина. Метод определения плотности.
5. **ГОСТ 16483.35–88**. Древесина. Метод определения разбухания.
6. **ГОСТ 16483.37–88**. Древесина. Метод определения усушки.
7. **ГОСТ 16483.10–73**. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.
8. **ГОСТ 16483.3–84**. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе.
9. **ГОСТ 16483.19–72**. Древесина. Метод определения влагопоглощения.
10. **ГОСТ 16483.20–72**. Древесина. Метод определения водопоглощения.

Применение деревобетонных конструкций с наклонными связями

Рис. 5. Усиление деревянных балок перекрытия

Рис. 6. Устройство железобетонной плиты

Рис. 7. Монтаж деревянных рам

Рис. 8. Бетонная плита в составе ригеля рам

К статье М.А.Филимонова "Исследование и опыт применения деревобетонных конструкций с наклонными связями"

Индекс 70243

СПРАВОЧНИК ДЛЯ РАЗРАБОТЧИКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ФАНЕРЫ

В 2010 г. вышло в свет 4-е издание книги "Справочник фанерщика", которая составлена коллективом сотрудников ООО "Центральный научно-исследовательский институт фанеры": А.В.Волковым, В.П.Кондратьевым, А.Т.Орловым, Т.П.Редькиной, Т.В.Шевандо, Н.Ю.Шорниковой, В.С.Варыгиным, Е.О.Филипповой, Е.Г.Соколовой.

В справочнике содержатся сведения о фанерном сырье, шпоне, синтетических смолах и клеях, фанере, фанерных плитах различного назначения, бакелизированной фанере, древеснослоистых пластиках (ДСП), столярных плитах, гнутоклеёных заготовках (ГКЗ), строганом шпоне.

Приводятся сведения о технологии и технике производства фанеры, синтетических смол и продукции различных видов с использованием лущёного шпона, физико-механические свойства фанерного сырья, шпона, фанеры, фанерных плит, ДСП и ГКЗ, данные по охране труда и пожарной безопасности.

В данном справочнике приведены сведения о технологии производства фанеры с разделением потока на четыре самостоятельных участка:

1. Сырьё, его доставка, складирование, хранение.

2. Подготовка древесины, лущение, сушка и сортировка шпона с получением конечного продукта для его подачи на участок производства фанеры, а также для реализации как товарного шпона. При подготовке товарного шпона вводятся операции по прирезке шпона и его упаковке.

3. Производство фанеры, фанерных плит LVL, ГКЗ и других изделий со следующими технологическими операциями: подготовка шпона (починка, ребросклеивание, усование и склеивание на "ус"), сборка, подпрессовка пакетов, склеивание, обработка, упаковка, маркировка, складирование и хранение фанеры.

При производстве бакелизированной фанеры и древеснослоистых пластиков вводятся дополнительные технологические операции в связи с особенностями производства упомянутых материалов.

Приведены режимы склеивания фанеры, фанерных плит и других изделий из шпона, а также их физико-механические свойства.

4. Введён самостоятельный раздел по смолам, их централизованной поставке, а также по организации на фанерных предприятиях производства фенолоформальдегидных, карбамидоформальдегидных, меламиноформальдегидных и других смол и клеёв.

Авторами использованы материалы научно-исследовательских работ, новые технологические процессы и технические решения по производству фанеры и других изделий.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников фанерных производств, проектных и конструкторских организаций, он будет полезен для студентов лесотехнических вузов.

Книгу можно приобрести по адресу:

194021, г. Санкт-Петербург, Лесной пр., 94.

Тел./факс: (812) 327-43-20

E-mail: plywood@inbox.ru

Волков А.В., Кондратьев В.П., Орлов А.Т. и др. Справочник фанерщика. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 486 с. – 381 табл. – 187 ил.