

ISSN 0011-9008

терево-

обрабатывающая
промышленность

3/2008



Дерево- обрабатывающая промышленность

3/2008

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:

Редакция журнала,

Рослеспром,

НТО бумдревпрома,

НПО "Промысел"

Основан в апреле 1952 г.

Выходит 6 раз в год

Редакционная коллегия:

В.Д.Соломонов

(главный редактор),

Л.А.Алексеев,

А.А.Барташевич,

В.И.Бирюков,

А.М.Волобаев,

А.В.Ермошина

(зам. главного редактора),

А.Н.Кириллов,

Ф.Г.Линер,

С.В.Милованов,

А.Г.Митюков,

В.И.Онегин,

Ю.П.Онищенко,

С.Н.Рыкунин,

Г.И.Санаев,

Ю.П.Сидоров,

Б.Н.Уголов

© "Деревообрабатывающая промышленность", 2008

Свидетельство о регистрации СМИ в Росткомпечати № 014990

Сдано в набор 07.05.2008.

Подписано в печать 20.05.2008.

Формат бумаги 60x88/8

Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,6

Тираж 600 экз. Заказ 1289

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

СОДЕРЖАНИЕ

Передерий П.Ф. Современное состояние лесопромышленного комплекса России и концепция стратегии его развития в период до 2020 г. 2

НАУКА И ТЕХНИКА

Плотников С.М. Устранение покоробленности древесностружечных плит температурной асимметрией прессования 6
Пинчевская Е.А. Прогнозирование уровня качества сушки пиломатериалов 8

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Турковский С.Б. Обобщение результатов исследования и опыта применения сборных клеёных деревянных конструкций системы ЦНИИСКА 12

В ИНСТИТУТАХ И КБ

Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Модифицирование карбамидоформальдегидной смолы для производства костроплит 16

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Черемных Н.Н., Загребина Т.В., Арефьев О.Ю., Тимофеева Л.Г., Рогожникова И.Т. Необходимость сочетания традиций и инноваций в системе преподавания графических дисциплин студентам технических вузов 20
Галлямов Р.М. Экспериментальное изучение в техническом вузе напряжённого состояния элементов деревянных конструкций 22

ИНФОРМАЦИЯ

Развитие российского производства древесных плит (окончание) 24
Уголев Б.Н. Форум древесиноведов в Красноярске 28

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Мебель-трансформер прошлого – прототип интерактивной мебели будущего 32
Юбилей Н.И.Послухаева 19

На первой странице обложки: набор мебели "Наполи-10"
(ОАО "ХК "Мебель Черноземья", автор – Н.И.Послухаев)

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

УДК 674.002.33:330.15.004.18 «313»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ И КОНЦЕПЦИЯ СТРАТЕГИИ ЕГО РАЗВИТИЯ В ПЕРИОД ДО 2020 г.

П.Ф.Передерий, заместитель директора Департамента промышленности Минпромэнерго России

Уровни основных показателей лесопромышленного комплекса (ЛПК) страны за 2007 г. значительно лучше, чем за 2006 г.: объёма производства – на 6,2%, объёма вывозки древесины (123 млн.м³) – на 15,2%, объёма производства деловой древесины (101 млн.м³) – на 7,7%. Динамика величин годового объёма производства лесопромышленной продукции (лесопродукции) основных видов представлена в таблице.

Увеличение годового объёма выпуска лесопродукции было достигнуто в основном благодаря пуску новых производственных мощностей. Ниже приведены основные объекты, введённые в эксплуатацию с участием российского и иностранного капитала.

В 2006 г. фирмой “Эgger” (Австрия) пущен – в г. Шуе Ивановской обл. – завод по производству ДСП мощностью 160 тыс.м³/год (ООО “Эgger-Древпродукт”).

В 2006 г. фирмой “Мется-Ботниа” (Финляндия) пущен – в Подпорожском районе Ленинградской обл. – завод по производству пиломатериалов мощностью 99,2 тыс.м³/год.

В 2006 г. концерном “Стора Энсо” (Финляндия) закончено строительство – в г. Арзамас Нижегородской обл. – второй линии по производству гофрокартона мощностью 75 млн.м²/год (суммарная мощность двух линий – 150 млн.м²/год).

В 2006 г. Северо-Западной лесопромышленной компанией пущена – в Калининградской обл. – фабрика по производству бумаги мощностью 60 тыс.т/год (этот объект – Неманская бумажная фабрика № 3 – крупнейший в отечественной целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) за последние годы).

В 2007 г. фирмой “Кроношпан” (Австрия) пущен объект по произво-

дству ДСП мощностью 750 тыс.м³/год (ООО “Кроношпан”).

В 2007 г. фирмой “Флайдерер” (Германия) пущен – в пригороде Великого Новгорода – объект по производству ДСП мощностью 350 тыс.м³/год.

В 2007 г. инвестиционная компания “СТОД” (г. Санкт-Петербург) завершила первый этап строительства – в г. Торжке Тверской обл. – завода по производству клеёного бруса (LVL) для деревянного домостроения мощностью 120 тыс.м³/год. Из отходов указанного производства будут вырабатывать биотопливо (пеллеты) – в настоящее время устанавливают оборудование для изготовления такого топлива мощностью 60 тыс.т/год.

Уровень годового объёма инвестирования в ЛПК России за 2007 г. (47,4 млрд.руб.) на 26,4% больше, чем за 2006 г.

Годовой объём производства в стоимостном выражении по ЛПК России за 2007 г. (610 млрд.руб.) на 20% больше, чем за 2006 г.

В 2007 г. рентабельность (отношение годового объёма прибыли от производства продукции к годовому объёму затрат на это производство) деревообрабатывающей промыш-

ленности (ДОП), или производства древесных материалов и изделий из них составила 7,8%, а ЦБП, или производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них – 14,4%.

Размер среднегодовой месячной зарплаты за 2007 г. по полному кругу предприятий ДОП (8681 руб.) на 25,3%, а по полному кругу предприятий ЦБП (10968 руб.) – на 19,9% больше, чем за 2006 г.

В 2007 г. годовой объём экспорта лесопродукции (включая мебель) составил 12,3 млрд.долл. США, что на 29,5% больше уровня за 2006 г. Экспорт увеличился преимущественно из-за роста экспортных цен.

В настоящее время объём природного запаса древесины на территории России составляет 82 млрд.м³, а экологически разрешённый годовой объём лесопользования – 570 млн.м³, что примерно в 4 раза больше фактического использования. При этом лесной комплекс страны обеспечивает только 1,9% её годового валового внутреннего продукта (ВВП) и 3,7% годового объёма производства российской промышленности. В структуре экспорта лесопродукции преобладает необработанная древесина, что обуславливает

Вид продукции	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Древесностружечные плиты (ДСП), тыс.м ³ усл. ДСП	3930	4600	5261
к предыдущему году, %	8,0	16,9	11,5
Древесноволокнистые плиты (ДВП) твёрдые, млн.м ² усл. ДВП	375	373	402
к предыдущему году, %	9,6	-0,6	3,6
Фанера, тыс.м ³	2556	2600	2763
к предыдущему году, %	13,8	1,7	5,7
Картон, тыс.т	3125	3400	3496
к предыдущему году, %	6,8	10,3	2,9
Целлюлоза товарная, тыс.т	2430	2380	2418
к предыдущему году, %	0,8	-2,1	1,6
Бумага, тыс.т	4001	4005	4063
к предыдущему году, %	2,5	0,1	0,6

низкую относительную долю России в мировом годовом объёме торговли лесоматериалами в стоимостном выражении – всего 2,4%.

Сложившееся в ЛПК страны положение дел не отвечает требованиям интенсивного развития экономики страны и будет серьёзно тормозить структурные экономические преобразования в России. Поэтому тема развития ЛПК России и глубокой переработки древесины последние два года находится в зоне пристального внимания Президента России и Правительства РФ. За это время вопросы развития ЛПК страны рассматривались:

- на совещании в г. Шарье Костромской обл. в сентябре 2005 г. с участием Председателя Правительства России М.Е.Фрадкова;

- на заседании Правительства России в ноябре 2005 г.;

- на заседании правительственной Комиссии по вопросам развития промышленности, технологий и транспорта в мае 2007 г.

Основные составляющие государственной политики в лесном секторе экономики страны были определены Президентом России В.В.Путиным – на совещании по вопросу развития лесного хозяйства и ЛПК, состоявшемся в апреле 2006 г. в г. Сыктывкаре.

В соответствии с поручениями Президента России и Правительства РФ надлежит завершить работу над Лесным кодексом России и разработать комплекс мер по повышению конкурентоспособности отечественного ЛПК, в том числе:

- меры по стимулированию созда-

ния крупных вертикально интегрированных лесопромышленных структур;

- меры по созданию благоприятных условий для инвестирования в деревообрабатывающую промышленность;

- порядок последовательного снижения ставок вывозных таможенных пошлин на продукцию глубокой переработки древесины;

- порядок поэтапного увеличения до 2010 г. ставок вывозных таможенных пошлин на круглые лесоматериалы;

- механизм поэтапного сведения к нулю ввозных таможенных пошлин на оборудование для деревообработки;

- меры по развитию производства лесозаготовительных машин и современного оборудования для переработки древесины;

- меры по стимулированию внутреннего спроса на продукцию деревообрабатывающей промышленности;

- меры по расширению применения топлива древесного происхождения в коммунальной энергетике.

Минпромэнерго России разработало комплекс мер по повышению конкурентоспособности отечественного ЛПК. В указанном комплексе мер принципиальны два направления:

- меры по корректировке ставок таможенных пошлин в целях сокращения экспорта необработанной древесины и увеличения экспорта продукции глубокой переработки древесины;

- меры по повышению инвестици-

онной привлекательности российского ЛПК.

Для сокращения экспорта необработанных лесоматериалов Правительство России утвердило – постановлением от 5 февраля 2007 г. № 75 – график поэтапного повышения ставок вывозных таможенных пошлин на необработанную древесину. В силу этого постановления с 1 января 2009 г. экспорт основной массы необработанной древесины станет убыточным, что экономически вынудит малые лесозаготовительные предприятия России вертикально интегрироваться с отечественными крупными предприятиями по глубокой переработке древесины. За последние два года Правительство России в целях создания благоприятных условий для переработки древесины внутри страны отменило вывозные таможенные пошлины на все виды продукции переработки древесины (Это примерно 350 видов), за исключением пиломатериалов из древесины твёрдых лиственных пород.

Для повышения инвестиционной привлекательности нашего ЛПК Правительство России отменило – постановлением от 26 мая 2007 г. № 321 – ввозные таможенные пошлины на все виды деревообрабатывающего оборудования и ряд видов машиностроительного оборудования, необходимых для отечественного производства лесозаготовительной техники.

Принятая таможенно-тарифная политика свидетельствует о том, что мы наконец-то осознали насущную необходимость в преодолении сырьевого характера экспорта лесопродукции из России, сложившегося в течение последнего времени. Только с 1995 г. по 2006 г. годовой объём экспорта круглых лесоматериалов вырос в 2,8 раза. В 2006 г. относительная доля последних в годовом объёме валютной выручки от экспорта лесопродукции составила 33,8%, а продукции глубокой химической переработки древесины – 33,4% (для сравнения: уровень того же показателя по миру в целом – 62%, а по развитым лесопромышленным странам – 80%).

Можно считать, что вследствие принятых мер к 2010 г. годовой объём экспорта необработанных лесоматериалов сократится на 42 млн.м³ (рис. 1), а величины годового объёма производства, экспорта и внутреннего потребления пиломатериалов вы-

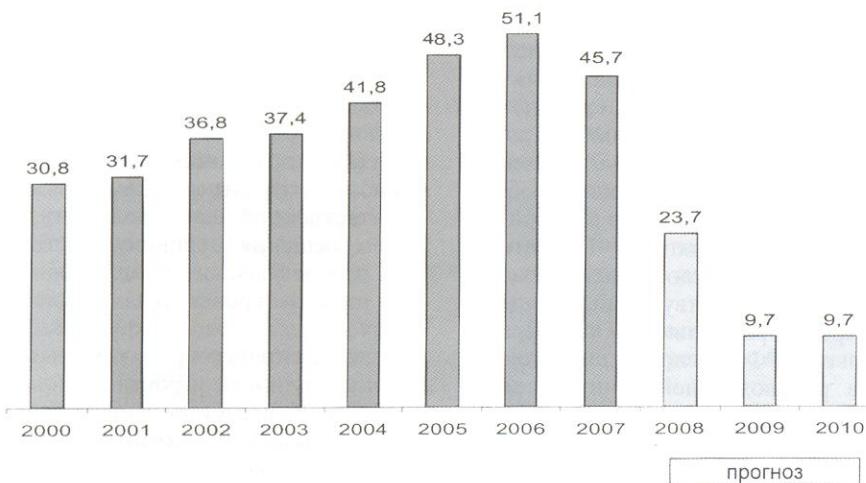


Рис. 1. Динамика величин годового объёма экспорта (млн.м³) необработанных лесоматериалов из России

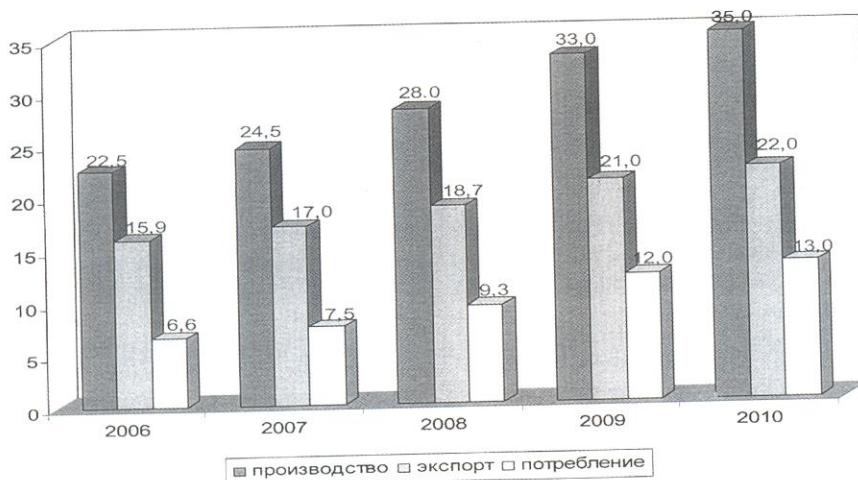


Рис. 2. Динамика фактических и прогнозируемых величин годового объёма производства пиломатериалов (млн.м³) в России – в предположении увеличения внутреннего потребления продукции

растут (рис. 2). Увеличение производства пиломатериалов позволит частично перекрыть потери от резкого снижения объёма экспорта круглых лесоматериалов, а также обеспечить удовлетворение возрастающих потребностей строительного комплекса страны, в том числе малоэтажного деревянного домостроения.

В целях привлечения инвестиций в наш ЛПК Минпромэнерго России разработало – с учётом Лесного кодекса страны – положение о подготовке и утверждении перечня приоритетных инвестиционных проектов по освоению лесов. Оно утверждено соответствующим постановлением Правительства России (от 30 июня 2007 г. № 419). Руководствуясь указанным постановлением, Минпромэнерго РФ разработало, согласовало и зарегистрировало в Министерстве России следующие нормативные акты:

1. Требования по содержанию и порядку подготовки отчёта о ходе реализации инвестиционного проекта (от 10 октября 2007 г. № 421).

2. Методические указания по разработке концепции инвестиционного проекта, претендующего на включение в перечень приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов (от 10 октября 2007 г. № 422).

В упомянутом постановлении предусмотрен порядок работы с проектами, размер суммы инвестиций по которым превышает 300 млн.руб. По мнению Минпромэнерго России, указанное постановление в полной мере обеспечивает возможность привлечения инвестиций для разви-

тия мощностей по глубокой переработке древесины.

Для осуществления приоритетных инвестиционных проектов в отношении отечественного ЛПК могут быть также использованы финансовые ресурсы Инвестиционного фонда России – в порядке, установленном постановлением Правительства России от 23 ноября 2005 г. № 694.

В настоящее время в России сложилась стройная схема распределения обязанностей и ответственности как в лесном хозяйстве, так и в ЛПК. После двух лет споров, дискуссий, согласований, общения с бизнесом приняты нормативные акты, соблюдение которых не препятствует, а способствует развитию лесного сектора экономики России, освоению новых лесных массивов. Администрации субъектов Российской Федерации совместно с бизнесом приступили к разработке концепции инвестиционных проектов и к работе по выделению лесных участков для них.

Но все ли проблемы, стоящие перед ЛПК России, решены?

На совещании в г. Вологде 5 декабря 2007 г. при рассмотрении проблем лесного комплекса и мер по их решению Председателем Правительства России было решено создать постоянно действующий Совет по вопросам развития ЛПК при Правительстве РФ с включением в его состав руководителей заинтересованных федеральных исполнительных органов государственной власти, региональных органов власти, бизнеса, предприятий и организаций отрасли. Постановлением и распоряжением Правительства России от 18 декабря

2007 г. № 895 и № 1845-р соответственно были утверждены подготовленные Минпромэнерго России положение о Совете и его состав.

В настоящее время наиболее актуальна разработка стратегии долгосрочного развития ЛПК страны, первый этап которой – работа по определению целей и основных направлений упомянутого развития. Разработка Стратегии – в отношении периода до 2020 г. – Советом поручена Минпромэнерго России, МПР РФ, МЭРТ РФ.

В ходе разработки упомянутой Стратегии – на основе результатов анализа имеющихся природных запасов древесины на территориях субъектов Российской Федерации, действующего инфраструктурного обеспечения и состояния внутреннего (в том числе импортозамещения) и внешнего рынков сбыта лесопродукции – будут определены: основные “точки роста” ЛПК страны; комплекс мер по государственной поддержке ЛПК, а также механизмы её осуществления; потребности в инвестициях и источники последних; ожидаемые социально-экономические результаты.

Цель Стратегии – обеспечить приоритетное развитие (на основе непрерывного неистощительного лесопользования) производств по глубокой переработке древесины (механической, химической, химико-механической), направленное на комплексное использование древесного сырья для удовлетворения внутреннего (в том числе со стороны энергетики) и внешнего спроса на лесопродукцию, а также поэтапную интеграцию российской системы внешней торговли лесопродукцией в мировую систему торговли лесопродукцией с высокой добавленной стоимостью.

Таким образом, Стратегия направлена на исключение зависимости экономики страны от импорта высококачественной лесопродукции – путём решения основных системных проблем лесного комплекса:

- низкого уровня лесопользования;
- недостаточного развития высокотехнологичных производств по глубокой переработке (механической, химической, химико-механической) древесного сырья, в том числе и (что особенно важно) низкокачественного.

Основополагающие исходные дан-

ные для Стратегии – оценки внутреннего и внешнего спроса на лесопродукцию. Определяются основные ниши на рынках сбыта лесопродукции стран СНГ, Азиатско-Тихоокеанского региона, Европейского Союза и других регионов мира. При оценке спроса на лесопродукцию на внешнем рынке учитываются исследования Комитета по лесоматериалам ЕЭК на период до 2020 г.

Внутренний спрос определяется с учётом прогнозных величин основных показателей отечественной экономики в период до 2020 г., разработанных Минэкономразвития России, и факторов, определяющих внутренний спрос на лесопродукцию: роста ВВП, роста реальных доходов населения, увеличения пенсий, результатов осуществления приоритетного национального проекта “Доступное и комфортное жильё – гражданам России” и развития деревянного малоэтажного домостроения.

Стратегия предусматривает проведение оценки доступных природных запасов древесины на территории субъектов Российской Федерации и составление балансовых расчётов по увязке прогнозируемых объёмов производства (с учётом территориального размещения их источников) с объёмами природных запасов древесины и показателями её качества.

В Стратегии будут представлены два варианта развития лесного комплекса: инерционный и вариант интенсивного, инновационного развития.

Для контроля за результатами выполнения Стратегии будет использована система целевых показателей, отражающих рост объёмов производства и основных финансово-экономических показателей.

Стратегия развития лесного комплекса предполагает совершенствование сложившейся структуры размещения новых предприятий по переработке древесины – с развитием новых производств преимущественно в ряде лесодостаточных районов Европейской части территории России, Сибири и Дальнего Востока. При этом в инерционном варианте рост объёмов производства бумаги, картона и лесопродукции других видов с высокой добавленной стоимостью должен быть обеспечен преимущественно путём модернизации и технического перевооружения действующих предприятий. Однако в Стратегии рассматривается и необходимость строительства новых целлю-

лозно-бумажных комбинатов: большинство действующих комбинатов уже сейчас характеризуются весьма высокими уровнями коэффициента использования имеющихся у них мощностей.

Инновационное развитие лесного комплекса должно базироваться на интенсификации лесного хозяйства (обеспечивающей непрерывное неистощительное лесопользование) с применением передовых способов лесовосстановления и лесовоспроизводства, принципа оптимального сочетания рубок главного и промежуточного пользования, с проведением плантационного и целевого лесовыращивания.

В Стратегии будет приведена требуемая величина инвестирования в лесной комплекс с учётом необходимости в полном техническом перевооружении имеющегося производственного потенциала, модернизации и реконструкции производства, а также нового строительства. Предполагается, что в общем объёме вложения финансовых средств для технического развития будет преобладать доля частного сектора экономики. Однако роль государства в финансировании инвестиционных проектов возрастёт благодаря новому порядку участия государства в реализации приоритетных проектов по освоению лесов, а также благодаря росту активности созданного Инвестиционного фонда, Банка развития и Российской венчурной компании.

Стратегия развития лесного комплекса содержит в себе основные меры, обеспечивающие её реализацию:

- осуществление приоритетного национального проекта “Доступное и комфортное жильё – гражданам России”;
- совершенствование нормативных актов по воспроизведству и защите лесов, а также по лесопользованию;
- совершенствование нормативной базы и порядка стимулирования отечественных и зарубежных инвесторов в развитие лесного комплекса России;
- защита отечественного лесного бизнеса на внутреннем и внешнем рынках;
- развитие отечественного лесного машиностроения.

В заключительных разделах Стратегии будут приведены ожидаемые социально-экономические результаты её выполнения:

– степень повышения эффективности использования природного запаса древесины на принципах непрерывного неистощительного лесопользования;

– степень совершенствования структуры ЛПК России путём развития глубокой переработки древесины;

– степень улучшения структуры объёма российской внешней торговли лесопродукцией;

– степень увеличения налоговых поступлений в консолидированный бюджет страны;

– степень увеличения числа рабочих мест в ЛПК России.

В Стратегии будет приведён обоснованный порядок её осуществления, определяющий участие в этой работе государства, субъектов РФ и бизнеса на принципах государственно-частного партнёрства.

В настоящее время министерство проводит системную работу по привлечению инвестиций в отечественный ЛПК – в соответствии с постановлением Правительства России от 30 июня 2007 г. № 419.

Стратегия развития ЛПК страны – это дело не только одного нашего ведомства. Территориальная схема размещения объектов ЛПК будет увязана с наличием транспортной и энергетической инфраструктуры, кадрового обеспечения. Это значит, что на стадии разработки Стратегии её разработчики должны учитывать существующие документы: “Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.”, “Стратегию развития железнодорожного транспорта до 2030 г.” и соответствующие планы развития Роставтодора в рамках реализации транспортной стратегии и ФЦП “Модернизация транспортной системы России”.

Реализация Стратегии по развитию ЛПК России в период до 2020 г. позволит обеспечить:

- безымпортное полное удовлетворение потребностей страны в высококачественной и конкурентоспособной лесопродукции;
- поэтапную интеграцию ЛПК России в мировой ЛПК;
- рациональное и наиболее полное использование природного запаса древесины в стране на основе роста объёмов производства продукции, повышения конкурентоспособности отечественного ЛПК, оптимизации его структуры, вовлечения в производство

дство низкокачественной древесины и древесины мягких лиственных пород.

Приоритетными направлениями развития лесного комплекса России в период реализации Стратегии будут:

- устойчивое управление лесами

при соблюдении требований непрерывного, рационального и неистощительного пользования лесным фондом, повышение доходов от использования природных запасов древесины, своевременное и качественное воспроизводство лесов, сох-

ранение их ресурсного, рекреационного и экологического потенциала, а также биологического разнообразия;

– опережающее развитие мощностей по глубокой переработке древесного сырья (механической, химической, химико-механической).

УДК 674.815-41.05

УСТРАНЕНИЕ ПОКОРОБЛЕННОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ АСИММЕТРИЕЙ ПРЕССОВАНИЯ

С. М. Плотников, канд. техн. наук – Сибирский государственный технологический университет

Один из распространённых и трудно устранимых дефектов древесностружечных плит (ДСП) – их покоробленность. Она может образоваться в готовой плите вследствие комплекса неизбежных технологических погрешностей, в том числе: подсыхания верхней поверхности стружечного ковра при транспортировании, просеивания мелких фракций внутрь ковра, более раннего отверждения связующего нижних слоёв при загрузке стружечных пакетов в пресс, температурной асимметрии между верхней и нижней прессовальными плитами из-за скапливания конденсата.

Возникновение покоробленности ДСП из-за температурного дисбаланса, или неоднородности температурного поля по толщине плиты объясняется разными причинами: тепловым расширением прессуемого материала, усушкой или разбуханием материала от изменения влажности, изменением плотности наружных слоёв материала вследствие более быстрой теплопередачи к внутреннему слою и др. Анализ перечисленных причин показывает: устранить – в значительной мере – покоробленность готовой ДСП можно путём целенаправленного обеспечения температурной асимметрии между прессовальными плитами.

Таким образом, необходимо знать нужную величину и нужное направление упомянутой температурной асимметрии. В работе [1] экспериментально определено математическое выражение зависимости показателя покоробленности (стрелы прогиба на пересечении диагоналей ДСП) Δf от температурной асимметрии между прессовальными плитами и плотности ДСП. Через 20 мин после выгрузки из пресса традиционным способом изготовленной однослоиной ДСП толщиной 16 мм с базой измерения значения показателя покоробленности 400x400 мм стрелу её прогиба (середина ДСП изгибалась в сторону менее нагретой прессовальной плиты) Δf (мм) можно вычислять – при стандартной величине отклонения S_R (0,056 мм) и величине массы определённости, равной 79%, – по формуле

$$\Delta f = 0,012 (T_b - T_h)^{0,734} \rho^{-3,139}, \quad (1)$$

где T_b , T_h – соответственно температура верхней и нижней прессовальной плиты, °C;
 ρ – плотность ДСП, г/см³.

Формула (1) верна для значений толщины изготавляемых ДСП, находящихся в диапазоне от 10 до 20 мм, и значений плотности ДСП, находящихся в диапазоне от 0,5 до 0,9 г/см³.

Измерения показали, что Δf стандартно изготовленных ДСП сразу после их выгрузки из пресса растёт во времени (t) по экспоненциальному закону – при этом во всех случаях среднее значение постоянной времени коробления T_k равно 10,5 мин (с погрешностью $\pm 5\%$), т.е. T_k не зависит от плотности ДСП и причин, вызвавших коробление. При величине t , равной T_k , Δf составляет $0,632\Delta f_\infty$ (Δf_∞ – конечное значение Δf , т.е. значение Δf при $t = \infty$).

Преобразовав (1), можно получить формулу для вычисления значения температурной асимметрии ΔT ($\Delta T = T_b - T_h$), необходимого для компенсации покоробленности определённой величины. Однако в это значение необходимо ввести поправки, связанные с форматом ДСП и с моментом измерения стрелы прогиба ДСП, так как данное измерение надо осуществлять на неостывшей ДСП, когда значение Δf меньше Δf_∞ .

Величину поправки K_1 на момент измерения покоробленности вычисляем по формуле

$$K_1 = \frac{0,851}{(1 - e^{-t/10,5})}, \quad (2)$$

где t – продолжительность промежутка времени между моментом выгрузки ДСП из пресса и моментом измерения величины её стрелы прогиба, мин.

Здесь коэффициент 0,851 отражает тот факт, что уравнение регрессии (1) справедливо для периода продолжительностью 20 мин после выгрузки ДСП из пресса. При

подстановке в (2) $t = 20$ мин получаем $K_1 = 1$. Для того чтобы (1) имело допустимую величину массы определённости, величина t не должна быть менее 5 мин. Коэффициент K_1 показывает степень уменьшения воздействия, вводимого в температурный режим прессования стружечного ковра, по мере увеличения продолжительности промежутка времени от момента выгрузки ДСП из пресса до момента измерения величины её стрелы прогиба.

Результаты экспериментов позволяют считать: показатель Δf подчиняется условию подобия, т.е. для квадратной ДСП с длиной сторон L (мм) величина Δf отличается в $L/400$ раз от величины Δf ДСП с длиной сторон 400 мм, т.е. ДСП, для которых получено уравнение (1). Поэтому величина поправки K_2 на формат ДСП составляет $400/L$ – для ДСП неквадратной формы в последнее выражение вместо L следует подставлять среднее арифметическое между её длиной и шириной.

Значение температурной асимметрии ΔT между прессовальными плитами, необходимое для устранения покоробленности со стрелой прогиба Δf (мм), находим по формуле

$$\Delta T = K_1 K_2 413,2 \Delta f^{1,362} \rho^{-4,275}. \quad (3)$$

А что касается направления упомянутой температурной асимметрии, то более высокой должна быть величина температуры той прессовальной плиты, в сторону которой была изогнута середина покоробленной ДСП – при обеспечении постоянства средней величины температуры прессовальных плит:

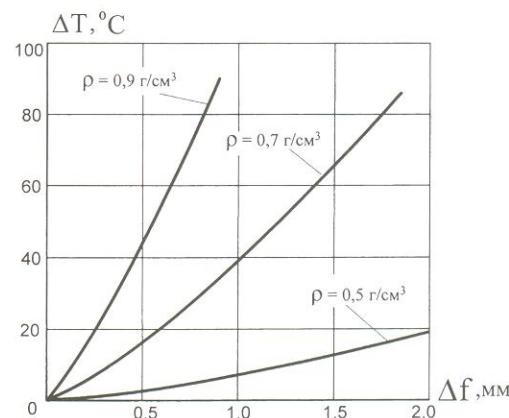
$$T_{cp} = \frac{T_b + T_h}{2} = \text{const.}$$

На рисунке представлены графики зависимости температурной асимметрии ΔT , необходимой для устранения покоробленности ДСП толщиной 16 мм, форматом 1000x1000 мм ($K_2 = 0,4$), – величина стрелы прогиба Δf была измерена через 20 мин после момента её выгрузки из пресса ($K_1 = 1$) – от Δf (при различных значениях ρ).

Анализ упомянутых графиков показывает: большую температурную асимметрию между прессовальными плитами необходимо создавать для более плотного изделия, у которого теплообмен между слоями лучше. Например, для устранения покоробленности ДСП толщиной 16 мм, форматом 1000x1000 мм в процессе прессования – согласно (3) – создают следующие величины отношения ΔT к Δf ДСП, измеренной через 20 мин после момента её выгрузки из пресса: 14°C/mm для ДСП плотностью 0,5 г/см³, 40°C/mm для ДСП плотностью 0,7 г/см³ и 90°C/mm для ДСП плотностью 0,9 г/см³.

Для подтверждения эффективности предложенного способа снижения покоробленности в лабораторных условиях на электрообогреваемом прессе было изготовлено две серии ДСП (по 10 ДСП в каждой серии).

ДСП серии А: трёхслойная толщиной 16 мм, форматом 420x420 мм, плотностью 0,7 г/см³, полученная из промышленно изготовленной сосновой стружки с использованием фенолоформальдегидного связующего. Величины влажности верхнего и нижнего наружных слоёв исходных пакетов составляли соответственно 10 и 50%, внутреннего слоя – 10%, массовое соотношение слоёв – 1:3:1. Стружечные ковры прессовали при одинаковой величине температуры верхней и нижней прессовальных плит, равной 160°C.



Графики зависимости ΔT , необходимой для устранения покоробленности ДСП, от Δf – при различных величинах плотности ДСП

ДСП серии Б: величины параметров ДСП и условия их изготовления те же, что и для ДСП серии А, но величины температуры верхней и нижней плит пресса составляли соответственно 195 и 125°C.

После выгрузки ДСП из пресса их выдерживали в горизонтальном положении, охлаждая тем самым до 30°C, после чего измеряли величину их стрелы прогиба. Для ДСП серии А средняя (по 10 измерениям) величина Δf составила 3,8 мм (середина выгнута вверх), а для ДСП серии Б – 0,6 мм (середина выгнута вниз). Таким образом, искусственно вызванная – путём обеспечения разности между величинами влажности наружных слоёв исходного стружечного пакета – покоробленность ДСП серии А была значительно снижена путём обеспечения заданной температурной асимметрии между прессовальными плитами.

Основное преимущество данного способа устранения покоробленности ДСП (например, по сравнению с выдергкой ДСП в штабеле или несимметричным калиброванием верхнего и нижнего наружных слоёв ДСП) состоит в том, что его можно проводить автоматически – без вычислений необходимого значения ΔT .

Пример реализации способа в прессе периодического действия представлен в [2]. Сигналы с потенциометрических датчиков стрелы прогиба, размещенных на участке обрезки или кондиционирования ДСП, подаются на мостовую схему, откуда разностный сигнал поступает в блок управления теплоносителем пресса. Данный блок воздействует на теплорегуляторы, которые изменяют проходные сечения каналов подвода теплоносителя к прессовальным плитам и тем самым обеспечивают заданную температурную асимметрию между верхней и нижней прессовальными плитами. При наличии в прессовальных плитах продольных и поперечных тепловых каналов возможно создание двух автономных систем, автоматически устраняющих покоробленность ДСП в продольном и поперечном направлениях, а также их крыловатость.

Для оценки эффективности предложенного способа следует рассмотреть его инерционность.

Возможно целенаправленно обеспечивать температурную асимметрию не с самого начала прессования, а на определённой стадии данного процесса. Продолжительность периода выработки реакции такой системы T_p вычисляют по формуле

$$T_p = \varepsilon T_{pp} + T_{pa} + T_{vd},$$

где T_{pp} – продолжительность прессования, которая определяется главным образом толщиной изготавляемых ДСП (поскольку для современных прессов отношение T_{pp} к толщине ДСП составляет 0,25 мин/мм, то значение T_{pp} для ДСП толщиной 16 мм равно примерно 4 мин);

ε – коэффициент, показывающий, на какой стадии прессования начинает действовать, или включается обратная связь по параметру ΔT (при включении этой связи сразу после смыкания плит пресса $\varepsilon = 1$, а при её включении в середине цикла прессования $\varepsilon = 0,5$);

T_{pa} – продолжительность выгрузки ДСП из пресса и её транспортирования до датчиков стрелы прогиба ДСП (в нашем случае величина T_{pa} равна примерно 3 мин);

T_{vd} – продолжительность выдержки ДСП для образования её начальной покоробленности.

С одной стороны, необходимо, чтобы деформация горячей ДСП приняла определённые формы, когда возможна её надёжная корреляция с будущей покоробленностью готовой ДСП. Чем больше величина T_{vd} , тем надёжнее эта корреляция. С другой стороны, величину T_p следует минимизировать, для того чтобы минимизировать величину коэффициента выхода покоробленных ДСП. Поскольку постоянная времени коробления $T_k = 10,5$ мин, то значение Δf через 3 мин после выгрузки ДСП из пресса составит $0,25 \Delta f_k$, т.е. покоробленность последней уже примет определённую форму и величину, так что нет необходимости специально выдер-

живать эту ДСП (математически это означает, что величину T_{vd} можно считать равной 0). При $\varepsilon = 0,75$ для ДСП толщиной 16 мм величина T_p составляет около 6 мин. За это время будет изготовлено не более двух покоробленных ДСП, а в отношении всех последующих ДСП при прессовании стружечного ковра будет целенаправленно обеспечиваться температурный дисбаланс, в результате чего в прессуемом материале образуются внутренние механические напряжения – последние начинают уравновешиваться сразу после раскрытия пресса, компенсируя появляющееся коробление ДСП.

Выводы

Показана возможность устранения покоробленности ДСП путём целенаправленного обеспечения температурной асимметрии между прессовальными плитами.

Получены необходимые величины упомянутой температурной асимметрии – в зависимости от плотности ДСП, их формата и временной удалённости момента измерения величины стрелы прогиба ДСП от момента её выгрузки из пресса.

Список литературы

- Plotnikov S., Niemz P. Untersuchungen zum Einfluss ausgewählter technologischer Parameter auf den Plattenverzug von Spanplatten // Holztechnologie (Leipzig). – 1988. – № 6. – S. 311–313.
- А.с. 1544569 СССР, МПК В 27 Н3/20. Пресс для изготовления древесностружечных плит / С.М. Плотников, М.С. Лурье; Заявитель и патентообладатель Сибир. технолог. ин-т. – Заявка № 4426012; Опубл. 23.02.1990. Бюл. № 7.

УДК 674.047:658.62.018

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Е.А. Пинчевская – Национальный аграрный университет Украины

При возрастающем дефиците сырья на Украине прогнозирование достижения необходимого уровня качества сушки – одно из приоритетных направлений развития технологии сушки древесины. В большинстве случаев качество сушки определяет качество и долговечность изделий из древесины, способствует её рациональному использованию и сбережению лесов.

На качество высушенной древесины влияют такие факторы, как качество сырья, технология сушки, культура производства и квалификация операторов, а также конструкция сушилки, которая должна обеспечить равномерное распределение режимных параметров агента сушки. Вопросы, связанные с проблемами качества сушки древесины, исследуются начиная с 30-х годов прошлого столетия – результаты отражены в работах Я.М. Миниовича, Н.Я. Любимова, Н.С. Селюгина, И.В. Кречетова, П.С. Серговского, Н.В. Красновского, Л.В. Сахновского и др. Со временем пришли к выводу, что конечная влаж-

ность пиломатериалов штабеля W_k является случайной величиной и её распределение подчиняется нормальному закону. Поэтому показателем равномерности распределения величин конечной влажности пиломатериалов в штабеле стали считать их среднее квадратичное отклонение σ_{W_k} .

Дальнейшее развитие технологии обработки древесины потребовало нормализации требований к допускам и посадкам, нормирования работы деревообрабатывающих станков. Для обеспечения необходимых размеров изделий были определены допустимые колебания конечной влажности древесины, поступающей на механическую обработку, $-\pm 3\sigma_{W_k}$. Однако экспериментальная проверка распределения величин конечной влажности в партии высушенного материала показала, что фактический диапазон колебаний W_k находится в пределах $\pm 2\sigma_{W_k}$. Именно этот показатель был введен в нормативы по определению качества сушки пиломатериалов [1],

причём его величина дифференцирована в зависимости от категории качества сушки.

Определение возможности достижения регламентированных РТМ [2, 3] показателей качества сушки в конкретной камере требует большого количества экспериментов, что связано с опасностью получения брака. Поэтому более рациональный подход к решению этой задачи – моделирование процесса сушки с целью получения алгоритма расчёта изменчивости величин конечной влажности пиломатериалов.

За критерий оценки качества сушки принято среднее квадратичное отклонение σ_{w_k} , или корень квадратный из дисперсии случайной величины W_k , которая зависит от следующих случайных величин: начальной влажности, теплофизических свойств древесины, показателей аэродинамических полей в сушилке. Так что следует исходить из того, что сушка пиломатериалов – процесс стохастический, или случайный. Вместе с тем анализ данных европейского стандарта по определению уровня качества сушки [4] показал: среднее квадратичное отклонение σ_{w_k} не входит в явном виде в число показателей качества сушки. Поэтому возникло опасение, что распределение величин конечной влажности пиломатериалов, высушенных в современных камерах, подчиняется другому закону распределения случайных величин.

В связи с этим были проведены замеры конечной влажности сосновых и ольховых пиломатериалов по окончании их сушки в итальянских камерах Copcal и Nardi, а также в камерах СПЛК-2 (с использованием в качестве теплоносителя горячей воды), которые установлены на ряде предприятий г. Киева. Полученные кривые разброса величин фактической влажности в отдельных досках высущенного материала подтвердили, что распределение величин конечной влажности в штабеле подчиняется нормальному закону [5].

При нормальном законе распределения случайной величины любой процесс характеризуется моментами. Для управления процессом сушки пиломатериалов достаточно знать два первых момента: математическое ожидание случайной величины, которое примерно соответствует среднему значению ожидаемой конечной влажности W_k , и корреляционную функцию, значение которой в отдельных случаях соответствует дисперсии конечной влажности d_{w_k} .

Традиционно процесс сушки пиломатериалов описывают детерминированной моделью со средними начальными и граничными условиями [6, 7]. Такой подход связан со значительными трудностями решения известного уравнения влагопроводности со случайными начальными и граничными условиями.

Впервые М.Н.Феллером [8, 9] определён подход к решению моментных уравнений при случайных начальных условиях, который приводит решение для математического ожидания к обычному решению для третьей смешанной краевой задачи, а для дисперсии (в случае использования детерминированных начальных условий) – к нулю. Получен алгоритм расчёта изменчивости конечной влажности пиломатериалов, характеризующийся дисперсией конечной влажности, который учитывает изменение дисперсии текущей влажности пиломатериалов при изменении параметров режима сушки:

$$d_w^{(n)} = \left(\frac{W_{\text{неп}}^{(n)} - W_p^{(n)}}{W_{\text{неп}}^{(n-1)} - W_p^{(n)}} \right)^2 d_w^{(n-1)}, \quad (1)$$

где n – индекс ступени режима сушки;
 $W_{\text{неп}}^{(n)}$ – значение переходной влажности на n -й ступени режима;
 $W_{\text{неп}}^{(n-1)}$ – значение переходной влажности на предыдущей, т.е. $(n-1)$ -й, ступени режима, для начальных условий $W_{\text{неп}}^{(n-1)} = W_0$ (W_0 – начальная влажность материала);
 $W_p^{(n)}$ – равновесная влажность на n -й ступени режима.

Алгоритм (1) позволяет рассчитать ожидаемое распределение конечной влажности в штабеле с любой дисперсией начальной влажности при сушке пиломатериалов по разным режимам и выбрать тот, который обеспечит необходимый результат. Для этого нужны экспериментальные данные о распределении величин начальной влажности партии высушиваемых пиломатериалов.

Расчёты по (1) дисперсии конечной влажности свежесушенных сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм, характеризующихся величиной d_{w_k} , равной 248, показали, что целесообразно применение мягких режимов [10] с увеличенным до 6 количеством ступеней [11]. Следовательно, применение режимов с плавно увеличивающейся жёсткостью, что характерно для импортных сушилок, должно способствовать уменьшению разброса величин конечной влажности материала.

С этой целью были проведены экспериментальные исследования дисперсии конечной влажности хвойных пиломатериалов с различной начальной влажностью и равномерностью её распределения в партии высушиваемого материала при сушке в итальянских камерах (Copcal, Termolegno, Nardi) и в камере СПЛК-2. Результаты расчётов, проведённых с применением фактических режимов сушки, значительно расходятся с экспериментальными данными.

Так, в камерах Termolegno и Nardi, отличающихся по конструкции, высушивали сходные по толщине и уровню начальной влажности материалы. Неравномерность распределения по штабелю начальной влажности была больше в камере Nardi, так что в этом случае следовало ожидать большую дисперсию конечной влажности, что, однако, не подтвердилось фактическими данными.

Следовательно, алгоритм (1) имеет ограниченную область использования и может применяться для прогноза разброса конечной влажности в конкретной камере при использовании разных режимов. В соответствии с этим был сделан вывод о необходимости разработки алгоритма расчёта величин d_{w_k} применительно к случайным граничным условиям, учитывающим неравномерность распределения тепловых и аэродинамических потоков в камерах разных конструкций.

Для этого процесс сушки пиломатериалов был представлен в виде стохастической модели со случайными коэффициентами влагообмена $\alpha(\omega)$ и равновесной влажностью $W_p(\omega)$, где ω характеризует принадлежность к вероятностному пространству [12]. Решение уравнения для второго момента позволило получить алгоритм расчёта величин d_{w_k} применительно к случайным граничным условиям [13], на основании которого разработан алгоритм расчёта величин d_{w_k} пиломатериалов с учётом фактических тепловых и аэродинамических полей камер [14]:

$$d_{w_k}^{(n)} = \left(W_{nep}^{(n)} - m_{w_p}^{(n)} \right)^2 \left[\frac{d_{w_p}^{(n)} + d_{w_p}^{(n-1)}}{\left(W_o - m_{w_p}^{(n)} \right)^2} + \right. \\ \left. + \left(e^{\left(\frac{\mu_n^2 - \mu_{n-1}^2}{R^2} \right) 2a' t^{(n)}} - 1 \right) \right] + d_{w_p}^{(n)}, \quad (2)$$

где $m_{w_p}^{(n)}$ – среднее значение равновесной влажности материала на n -й ступени режима;
 τ – продолжительность n -й ступени режима;
 $d_{w_p}^{(n)}$ – дисперсия равновесной влажности на n -й ступени режима ($d_{w_p}^0 = 0$);
 $d_{w_p}^{(n-1)}$ – дисперсия равновесной влажности на предыдущей, т.е. ($n-1$)-й, ступени режима.

Расчёт предполагаемой неравномерности конечной влажности для сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм с $W_u = 60\%$ и $W_k = 8\%$ применительно к проведению процессов сушки в камерах разных конструкций по двум режимам: 6М и 6-ступенчатому ($t_c = 50-65^\circ\text{C}$ и $\varphi = 0,84-0,46$) – показал, что многоступенчатый режим предпочтителен, особенно при повышенных величинах скорости циркуляции сушильного агента, характерных для камер УЛ-2, АСК и КСМ (рис. 1).

Экспериментальные исследования распределений величин конечной влажности хвойных и дубовых пиломатериалов проводили в камерах разных конструкций: АСК, КСМ-3 (Украина), УЛ-2, СПЛК-2 (Россия), Copcal, Termolegno (Италия). Параллельно выполняли расчёты дисперсии величин конечной влажности с учётом реальной изменчивости значений скорости циркуляции и температуры сушильного агента в указанных камерах. В расчётах использовали величины технологических параметров фактических режимов сушки.

Что касается проведения процессов сушки по стандартным режимам в камерах УЛ-2, КСМ и СПЛК-2, то со-поставление экспериментальных и расчётных данных показало их удовлетворительное совпадение [15]. Также отмечена зависимость распределения величин конечной влажности пиломатериалов от равномерности аэродинамических и тепловых полей, которая в большей мере проявляется на начальных ступенях режимов сушки [16].

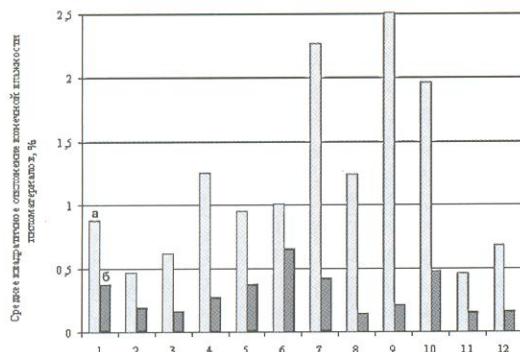


Рис. 1. Результаты расчёта величин среднего квадратичного отклонения значений конечной влажности высушиваемых пиломатериалов с учётом неравномерности параметров среды камер:

1, 2 – СПЛК-2; 3, 4 – Termolegno; 5, 6 – Copcal; 7, 8 – УЛ-2; 9, 10 – АСК; 11, 12 – КСМ-3; а – режим 6М; б – 6-ступенчатый режим

Использование алгоритма (2) для “водяных” камер: АСК, Copcal, Termolegno – показало, что результаты расчётов значительно расходятся с экспериментальными данными. При этом форма графиков экспериментальных распределений характеризовалась не традиционной экспонентой, а двойной экспонентой. Анализ результатов проведения процессов сушки в этих камерах показал: математическое описание низкотемпературного процесса сушки с использованием уравнения влагопроводности некорректно отображает характер изменения влажности штабеля на протяжении всего процесса, так как оно не учитывает влияния температурных полей на перераспределение влаги в древесине. Причём наибольшая величина ошибки присуща описанию начала процесса сушки.

Для учёта влияния температурной составляющей на процесс перераспределения влаги в неограниченной пластине (пиломатериале) было использовано уравнение, имитирующее влияние температурных полей путём учёта действия источника влаги, мощность которого U зависит от времени τ по формуле

$$U = U'_0 e^{-kt}, \quad (3)$$

где U'_0 – максимальная мощность источника;

k – постоянная, которая учитывает относительную скорость изменения удельной мощности источника.

Моделирование процесса сушки путём учёта действия источника влаги позволяет уменьшить скорость изменения влажности в теоретическом выражении кинетики процесса сушки.

При таких условиях задача математического описания кинетики процесса сушки состоит в решении дифференциального уравнения в частных производных

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a' \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{U'_0 e^{-kt}}{c \rho_0} \quad (4)$$

при начальных условиях

$$U(x, 0) = U_0 - \text{const}, \quad (5)$$

$$\frac{\partial U(0, \tau)}{\partial x} = 0 \quad (6)$$

и граничных условиях

$$-a' \frac{\partial U(R, \tau)}{\partial x} + \alpha [U_p - U(R, \tau)] = 0. \quad (7)$$

Используя (2), (3), (4), (5), получаем следующую формулу зависимости безразмерного среднего влагосодержания древесины \bar{E} от времени [17]:

$$\bar{E} = \frac{U_0 - \bar{U}(\tau)}{U_0 - U_p} = 1 - \left(\frac{U_0}{U_0 - U_p} \right) K x \\ \times \left[1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{K}{a} R} \left(\text{ctg} \sqrt{\frac{K}{a} R} - \frac{a'}{\alpha} \sqrt{\frac{K}{a}} \right)} \right] e^{-kt} -$$

$$= \left(1 - \frac{U_0 R^2}{a' (U_0 - U_p)} \right) B_1 e^{-\frac{\mu_1^2 a' \tau}{R^2}}. \quad (8)$$

Аналитическое определение текущей влажности по уравнению (8) требует достаточно сложных экспериментов по определению термодинамических коэффициентов древесины. Поэтому был использован метод обобщения экспериментальных данных, который основан на использовании общего уравнения массопередачи, – ранее этот метод применяли в процессах сушки продукции лёгкой и химической промышленности [18, 19].

Уравнение (8) было представлено в удобном виде, по которому можно приблизённо определить текущее значение влагосодержания пиломатериалов:

$$\bar{U}(\tau) = (U_0 - U_c)(D_1 e^{-K_1 \tau} - D_2 e^{-K_2 \tau}) + U_c, \quad (9)$$

где D_1, D_2 – соответствующие коэффициенты.

Коэффициент влагопроводности a' ($K_1 = a'/R^2$) зависит от режимных параметров – его значения приведены в [6, 7]. K_2 и D_2 зависят от продолжительности периода установления температурных полей по толщине пиломатериала при изменении режима сушки и мощности источника, которые соответствуют изменению влажности материала под действием перепада влажностного и температурного полей.

Предварительные исследования показали: установление температурных полей по сечению материала осуществляется примерно в 3 раза быстрее, чем влажностных, поэтому K_2 составляет примерно $(2-4)K_1$. Теоретическую кривую кинетики сушки (рис. 2), построенную по уравнению (9), можно представить в виде двух составляющих: влажностной и определяемой источником влаги, обусловленным термовлагопроводностью.

Величины D_1, D_2, K_2 были определены по экспериментальным кривым кинетики сушки, полученным в производственных условиях. Сначала задавались произвольным значением D_1 – например, полагали, что для пило-

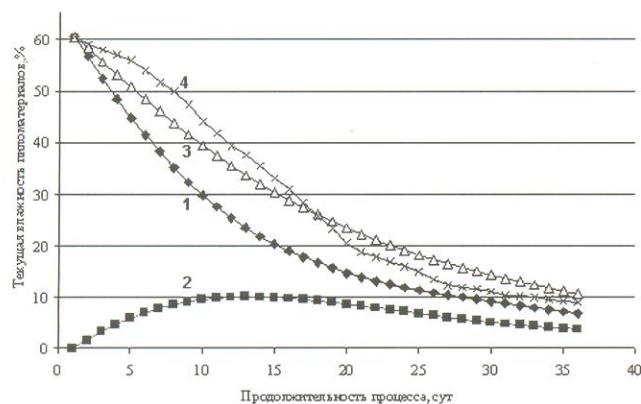


Рис. 2. Графики зависимости влажности высушиваемых дубовых пиломатериалов толщиной 50 мм от времени:
1 – рассчитанный с учётом только влагопроводности; 2 – с учётом только источника влаги; 3 – с учётом обеих составляющих;
4 – построенный по экспериментальным данным

материалов толщиной 50 мм $D_1 = 1,6$. Значения D_2 находили из условия $D_2 = D_1 - 1$, поскольку в начальный момент влияние термовлагопроводности отсутствует. Коэффициент задержки процесса сушки K_2 подбирали таким образом, чтобы полученные расчётные данные были максимально близки к экспериментальным данным.

На основе полученного уравнения (9) путём приближения к реальным кривым сушки были определены величины обобщённых коэффициентов K_2, D_1 для сосновых, ольховых и дубовых пиломатериалов толщиной 30, 40 и 50 мм. Всего математически обработали 51 экспериментальную кривую процесса сушки в итальянских камерах Copcal, Termolegno, Nardi, установленных на киевском предприятии ОАО “Выдубичи”.

Полученные теоретические уравнения кинетики сушки были проверены на адекватность по однородности полученных расчётным и опытным путём средних значений и дисперсии текущей влажности пиломатериалов [20]. Проверка статистических гипотез показала, что расчётные данные достаточно близки к экспериментальным данным: уровень показателя значимости расхождения между ними – всего 5%.

Анализ величин коэффициентов, входящих в расчётные уравнения, показал: каждая порода пиломатериалов характеризуется своей формулой (а следовательно, и своим графиком) зависимости отношения коэффициентов K_2/K_1 от толщины пиломатериалов, а каждая пара пород – своим соотношением по K_2/K_1 .

Для всех опробованных величин толщины пиломатериалов наблюдается следующая закономерность: соотношение двух пород по K_2/K_1 равно обратному соотношению между ними по базисной плотности. Так,

$$\frac{(K_2/K_1)_{ольхи}}{(K_2/K_1)_{сосны}} = \frac{\rho_B \text{ сосны}}{\rho_B \text{ ольхи}} = 0,93, \quad (10)$$

$$\frac{(K_2/K_1)_{дуба}}{(K_2/K_1)_{ольхи}} = \frac{\rho_B \text{ ольхи}}{\rho_B \text{ дуба}} = 0,75. \quad (11)$$

Также установлено, что коэффициент D_1 зависит от толщины пиломатериала S по формуле

$$D_1 = 105,1S^{-1}. \quad (12)$$

Поскольку полученные (с учётом термовлагопроводности) уравнения кинетики сушки пиломатериалов упомянутых пород (сосны, ольхи, дуба), являющиеся частными случаями общего уравнения (9), были проверены на адекватность, то мы предположили: вывод соответствующих уравнений для других пород древесины можно осуществлять с использованием закономерностей (10–12). Для проверки правильности этого предположения был проведён – с использованием предложенной методики – расчёт величин коэффициентов кривых сушки буковых пиломатериалов. Получено следующее расчётное уравнение кинетики сушки пиломатериалов толщиной 50 мм:

$$W(\tau) = (W_0 - W_p)(1,6e^{-K_1 \tau} - 0,6e^{-1,13K_1 \tau}) + W_p. \quad (13)$$

Теоретическая кривая кинетики сушки буковых пиломатериалов, рассчитанная по уравнению (13), достаточно близка к соответствующей экспериментальной кривой от австрийской фирмы “Vanichek” [21].

Предложенный метод расчёта кривых кинетики сушки

пиломатериалов можно использовать для предварительной оценки уровня качества сушки по разбросу величин конечной влажности по штабелю – при выборе рациональных режимов сушки пиломатериалов различных пород в камерах разных конструкций.

Список литературы

- 1. Руководящие** материалы по камерной сушке пиломатериалов. – 2-е изд. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1977. – 152 с.
- 2. Руководящие** технические материалы по технологии камерной сушки древесины. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. – 143 с.
- 3. Керівні** технічні матеріали з технології камерного сушіння пиломатеріалів / За ред. проф. Білея П.В. – Львів: РВЦ УкрДЛТУ, 2003. – 72 с.
- 4. EN 14298:2004** Sawn timber-Assessment of drying quality.
- 5. Пінчевська О.О.** Нормалізація оцінки якості сушіння пиломатеріалів // Науковий вісник НАУ. – 2006. – № 103. – С. 346–352.
- 6. Серговский П.С., Расев А.И.** Гидротермическая обработка и консервирование древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1987. – 360 с.
- 7. Шубин Г.С.** Сушка и тепловая обработка древесины. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 336 с.
- 8. Феллер М.Н.** Учёт влияния случайного коэффициента влагопроводности и случайной начальной влажности на процесс влагопереноса при сушке пиломатериалов // В кн.: Научно-технический прогресс в деревообрабатывающей промышленности. – Киев, 1980. – С. 147–148.
- 9. Феллер М.Н.** Бесконечномерные эллиптические уравнения и операторы типа П.Леви // Успехи математических наук. Т. 41, Вып. 4(250). – 1986. – С. 97–140.
- 10. ГОСТ 19773-84.** Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия.
- 11. Пінчевська О.О.** Реалізація алгоритму розрахунку розкіду кінцевої вологості пиломатеріалів // Науковий вісник НАУ. – 2006. – № 96. – С. 328–333.
- 12. Пінчевська О.О.** Вплив граничних умов на якість сушіння пиломатеріалів в конвективних лісосушарках // Науковий вісник НАУ. – 2005. – № 83. – С. 313–320.
- 13. Пинчевская Е.А.** О совершенствовании конвективных лесосушилок с учётом изменчивости параметров среды // Материалы международного симпозиума “Строение, свойства и качество древесины – 2004”. – СПб: СПГЛТА, 2004. – С. 505–508.
- 14. Пинчевская Е.А.** Влияние изменчивости параметров среды на процесс сушки древесины // Материалы второй международной научно-прак. конф. “Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ – 2005”. Том 1. – М.: Изд-во ВИМ, 2005. – С. 347–350.
- 15. Коваль В.С., Пинчевская Е.А.** Сушка древесины. – Киев: АртЭк, 1999. – 119 с.
- 16. Пінчевська О.О.** Щодо мінливості аеродинамічних та теплових полів лісосушарок // Світ меблів і деревини. – 2005. – № 4. – С. 40–42.
- 17. Лыков А.В.** Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
- 18. Сажин Б.С.** Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984. – 320 с.
- 19. Сажин Б.С., Реутский В.А.** Сушка и промывка текстильных материалов: теория, расчёт процессов. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 224 с.
- 20. Пижурин А.А.** Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 248 с.
- 21. Руководство** по эксплуатации сушильных установок для древесины фирмы Muhlbock-Vanicheck. – Харьков, 2007. – 15 с.

УДК 674:624.011.1.1001.2

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНЫХ КЛЕЁНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ ЦНИИСКА

С. Б. Турковский, д-р техн. наук – ЦНИИСК

Начало созданию сборных клеёных деревянных конструкций (КДК) системы ЦНИИСКА было положено 40 лет назад – во время разработки темы надёжности несущих КДК. Выбор направления был подсказан С.М.Жаком и Н.В.Никитиным (автором Останкинской башни) и объясняется их ранними работами в области деревянных конструкций. Видимо, одним из первых в России сооружений с применением КДК сле-

дует считать спортивный зал общества “Динамо” в г. Новосибирске с трёхшарнирными клеёными арками, разработанными Н.В.Никитиным в 1933 г. (арки этого зала уничтожены пожаром в начале XXI века).

Несмотря на абсолютное внимание в 1965–1968 гг. к железобетонным конструкциям, в СССР сохранилось достаточное количество зданий и сооружений, построенных с применением КДК в период 1942–

1960 гг., что позволяло сделать обоснованные выводы о надёжности этих КДК. В ходе исследования последних удалось установить основные критерии надёжности, особенности конструкций, специфику влияния условий эксплуатации на долговечность, характеристику отказов и др. Для обоснования использовали теорию надёжности и теорию концентрации напряжений, а исходными данными явились материалы натур-

ных обследований КДК выше 30 зданий, построенных эпизодически с 1942 г. по 1960 г. Производства КДК как отрасли в СССР в тот период не существовало, хотя исследования в лабораторных условиях проводили в ЦНИИСКе, СибЗНИИЭПе, НИИЭСе и др.

Впервые в СССР массовое производство КДК было налажено в 1972 г. – в обеспечение выполнения постановления ЦК КПСС и СМ СССР об образовании новой отрасли строительства – с применением КДК. За несколько лет в СССР было сдано в эксплуатацию 25 специализированных предприятий по выпуску КДК общей мощностью более 100 тыс.м³/год. На первых из них: в г. Волоколамске (Московская обл.) и г. Нелидове (Тверская обл.) – по инициативе проф. Л.М.Ковальчука были созданы (для оказания предприятиям технической помощи и накопления опыта) филиалы лаборатории деревянных конструкций (ЛДК) ЦНИИСКа. В это время во многих вузах, НИИ и проектных организациях вводили специализацию по КДК. Однако недостаток производственного опыта и опыта проектирования КДК отрицательно сказался уже в первые годы их массового применения в строительстве.

Анализ информации, поступавшей из Украины, Белоруссии, Вологодской, Московской и других областей, где широко применялись КДК в сельском строительстве, показывал, что отказы объясняются комплексом причин. Но главной причиной было расслоение по kleевым швам, которое обусловливало недостаточную сдвиговую прочность конструкций.

Для устранения дефектов или восстановления несущей способности конструкций – на основании данных обследований принимали соответствующие меры технологического характера, а также разрабатывали различные способы усиления КДК.

На Волоколамском опытном заводе была создана галерея-выставка реальных типовых конструкций с часто встречающимися дефектами и решениями по усилению конструкций. Преимущественно это были всевозможные варианты повышения сдвиговой прочности составных элементов. Каждый из вариантов на Волоколамском заводе детально исследовали и испытывали.

Среди них следует выделить усиление с помощью фанеры на боко-

вых поверхностях пакета и усиление путём вклейивания стержней поперёк волокон в зонах действия максимальных касательных напряжений. Эти варианты преобладали до возникновения наклонного армирования (примерно до 1976 г.).

Многочисленные разрабатываемые конструктивные решения стыков проверяли на Волоколамском заводе, который является, по сути, экспериментальным полигоном ЦНИИСКа. При этом в разных комбинациях использовали наиболее прочные из известных соединений – соединения на вклеенных (вдоль и поперёк волокон) стержнях. Добиться равнопрочности стыковых соединений не удавалось. Фактическая величина предела прочности обычно была меньше удвоенной расчётной величины этого показателя, а разрушение имело хрупкий характер с раскалыванием и последующим сдвигом.

Положительный результат был достигнут с применением наклонно вклеенных стержней как компромиссного (как бы среднего между поперечным и продольным армированием) вида соединения. К достоинствам нового вида соединений в сравнении с аналогом (продольным армированием) следует отнести:

- исключение влияния дефектов слоёв в зоне соединения на прочность конструкций благодаря наклонно вклеенному стержню (он пересекает большое количество слоёв в пакете);
- независимость соединения от колебаний влажности и температуры древесины даже при пожаре;
- вязкий и продолжительный характер разрушения при испытаниях;
- возможность получения равнопрочного соединения без увеличения площади сечения в сравнении с цельным;
- минимальное ослабление сечения при растяжении;
- удобство заполнения kleem отверстий при изготовлении соединения;
- повышенную прочность при продавливании, растяжении и др.

Одновременно с проблемой равнопрочных стыков была решена актуальная тогда проблема повышения сдвиговой прочности КДК. Наиболее показательными были испытания на изгиб составных балок с соединениями на вклеенных стержнях в опорных зонах пролётом 9 м. Следует отметить, что характер разруше-

ния составной балки (прогибы и прочность) практически полностью соответствовал цельной балке (аналогу) при гораздо меньшем расходе стали, чем при использовании стальных нагелей. Этот конструктивный вариант был незамедлительно осуществлён уже в 1976–1977 гг. для усиления не только аварийных конструкций, но и новых. Это позволило резко сократить количество отказов из-за расслоений и повысить в целом надёжность КДК.

Таким образом, на начальной стадии исследования новых соединений на наклонно вклеенных стержнях удалось найти реальные, практические решения ряда сложных проблем: повышение сдвиговой прочности, устройство жёстких равнопрочных стыков, выполнение соединений составных стержней, создание сборных большепролётных конструкций с использованием закладных деталей и проведением сварки в деревянных конструкциях и др. Стало возможным наметить направления дальнейших исследований, на которые потребовалось ещё более 10 лет.

Предстояло исследовать:

- влияние угла наклона стержней, вклеенных по направлению волокон, на прочность и податливость соединения;
- влияние влажности древесины на прочность и деформативность соединения;
- возможность создания эффективной методики выбора наиболее приемлемого вида клея среди эпоксидных, полиуретановых клеёв и др.;
- долговременную прочность соединения;
- влияние циклической нагрузки;
- поведение соединений в условиях пожара и сварки;
- прочность и деформативность разновидности соединения в виде V-образного анкера и др.

Полученные результаты названных исследований позволяли использовать наклонно вклеиваемые стержни в реальном конструировании и исследовании узловых соединений и стыков КДК для всех основных видов напряжённо-деформированного состояния: при сдвиге, растяжении, изгибе, сжатии с изгибом, сжатии и др.

Влияние наклонного армирования на сдвиговую прочность и жёсткость КДК детально изучено А.А.Погорельцевым. Им показана эффектив-



Атриум Московского международного университета на Ленинградском проспекте

ность использования армирования в конструкциях с расслоениями и без них при действии статических и циклических нагрузок и др. Такое армирование на стадии изготовления КДК повышает надёжность и сдвиговую прочность изгибаемых элементов до 20%, его широко используют в составных и композитных конструкциях.

Разработку и исследование наиболее сложных и ответственных стыковых соединений на наклонно вклеенных связях растянутых элементов проводили в ЦНИИСКе на реальных конструкциях. Растворенные стыки и узлы широко применяют на практике – они освоены многими производителями КДК. В явном виде они осуществлены в конструкциях жёстких вант подвесного моста через МКАД, спроектированного ЦНИИСКом совместно с Союзпректом в 1998 г. Ванты были склеены на Волоколамском заводе и смонтированы фирмой “Импульс-М”. Стыки отличались компактностью, сечение вант в стыках не имело видимых отличий от сечения вант за пределами стыков. При испытаниях на расщепление разрушение происходило преимущественно по древесине в стороне от стыков. При осуществлении традиционных решений получить такой характер разрушения без увеличения площади сечения не удаётся. Правильность предпосылок

была подтверждена результатами испытаний стыков нижних поясов ферм ЦВЗ “Манеж” и ферм ледового дворца “Строгино” в 2005 г.

Наиболее распространены в строительстве такие КДК, в которых преобладают сжато-изогнутые элементы, поэтому исследование стыков и узлов для такого напряжённого состояния имеет особое значение. Они встречаются в сборных арках, рамках, фермах куполов и других конструкциях для большепролётных зданий (до 100 м). Исследования стыков с наклонным расположением вклеенных связей проводили на фрагментах арок и рам в натуральную величину двумя методами: в ЦНИИСКе – методом тензометрии, а в Новосибирске (НИИЖТ) – голограммическим методом. Результаты достаточно схожи.

Возможности наклонного армирования были существенно расширены после завершения исследований V-образных анкеров, выполненных в ЛДК ЦНИИСКа А.И.Лукьяновым. По существу, было получено универсальное соединение, одинаково хорошо воспринимающее усилия, различающиеся по направлению. Результаты работы получили подтверждение и развитие при проведении совместных российско-финских исследований в научно-исследовательском центре VTT Финляндии. С помощью V-образных анкеров теперь проектируют стыки всех большепролётных КДК.

Стыки и узлы сжатых элементов КДК, несмотря на видимую простоту, исследованы недостаточно. Однако результаты экспериментальных исследований, проведённых в ЦНИИСКе в отношении опорных узлов большепролётных ферм конькобежного центра в Крылатском и стыков ферм ледового дворца в Строгине, свидетельствуют о правильности принятых решений. Впервые уплотнение контактируемых плоскостей стыков сжатых элементов крупных сечений выполняли путём использования полимербетонных прослоек. Для обеспечения жёсткости и необходимой прочности при изменении знака усилий в процессе кантовки или монтажа КДК сжатые стыки снабжали V-образными анкерами и дополнительными связями, действующими аналогично растянутым.

Возможности соединений с наклонным армированием изучены не полностью, их исследование про-

должается в ЦНИИСКе одновременно с разработками новых проектов. В частности, исследуется огнестойкость вклейенных стержней, в том числе на эпоксидных композициях с повышенной теплостойкостью. Результаты расширяют область применения таких соединений без специальной огнезащиты. Завершаются исследования возможности выполнения глубоких подрезок в КДК с осуществлением усиления наклонным армированием.

На базе приведённых выше соединений, стыков и узловых сопряжений были разработаны и исследованы КДК новых видов. Так, благодаря наличию в конструкции растянутых стыков стало возможным спроектировать и впервые применить (по аналогии со стальными) жёсткие ванты в качестве несущих конструкций моста (моста через МКАД). Также впервые были разработаны и применены сборные большепролётные линзообразные фермы для многих сооружений пролётом более 50 м. Исследование и испытание таких ферм до разрушения выполнены в натуральную величину А.А.Погорельцевым и И.Л.Экнадосьяном непосредственно на строительной площадке ледового дворца “Строгино”. В сравнении с известными такие фермы отличаются технологичностью, эстетичностью и другими достоинствами.

Результаты упомянутых всесторонних исследований позволили сформулировать рекомендации по расчёту и проектированию композитных деревобетонных конструкций типа балок и ребристых плит. Благодаря наклонно расположенным связям в таких конструкциях удается максимально эффективно обеспечить совместную работу деревянных рёбер с железобетонной плитой. Соответствующие КДК использованы при выполнении ряда проектов. Среди них можно выделить реконструкцию перекрытий представительских залов Российского консульства в Стамбуле, где удалось не только сохранить исторические конструкции (дубовые балки) и лепные потолки, но и вдвое повысить несущую способность перекрытий.

Также впервые с наклонным армированием в стыках были разработаны 2-шарнирные сборные рамы с криволинейными подкосами и железобетонными стойками. Такие деревобетонные рамы пролётом 36 м бы-



Мостик на ул. Краснознаменская в г. Щёлкове

ли применены в покрытии тренировочного зала ледового дворца "Строгино".

К числу новшеств следует отнести и сборные неразрезные двутавровые балки длиной 57 м и высотой 3,5 м. В них осуществлены многие из ранее исследованных решений с использованием V-образных анкеров и принципа наклонного армирования. Балки применены в вестибюльной зоне торгового комплекса "Бугры" в Санкт-Петербурге.

Наклонное армирование позволяет усиливать конструкции выполнением локального внешнего армирования, создавать КДК с отверстиями, сборные 3-шарнирные рамы с жёсткими узлами в карнизах, жёстко защемлённые в фундаментах стойки или консоли и многое другое. Сборные КДК, создаваемые с применением наклонно вклеенных стержней, получили название "КДК системы ЦНИИСКА".

Всего за последние 15 лет силами ЛДК ЦНИИСКА спроектированы КДК для более чем 700 объектов, причём практически все проекты являются индивидуальными. Конструкции для этих зданий изготовлены предприятиями, находящимися в гг. Волоколамске, Королёве, Н-Новгороде, Санкт-Петербурге, Смоленске. Данные предприятия полностью освоили технологию изготовления КДК системы ЦНИИСКА.

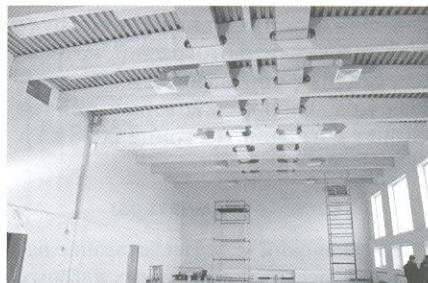
Многие из упомянутых объектов уникальны по значимости или особенностям применяемых КДК. Среди них имеются КДК всех основных видов, из которых следует назвать наиболее характерные.

Многопролётные неразрезные балки длиной около 100 м с жёсткими стыками эксплуатируются в покрытии культурного центра "Липки" с 1983 г. Конструкции изготовлены Волоколамским заводом. Жёсткие

узлы разработаны в ЦНИИСКе, а проект в целом выполнен Моспроектом-2. Из последних проектов представляют интерес сборные балки пролётом 36 м для покрытия аквапарка в г. Абзакове Челябинской обл. Балки изготовлены из двух элементов на заводе в г. Королёве по проекту ЦНИИСКА в 2002 г. Для всех балок системы ЦНИИСКА характерно наклонное армирование опорных зон, обеспечивающее повышение сдвиговой прочности.

Сборные трёхшарнирные гнутоклёные рамы пролётом 63 м эксплуатируются с 2002 г. в покрытии складского терминала в Санкт-Петербурге. Каждая полурама длиной 57 м состоит из трёх частей, соединённых с помощью V-образных анкеров. Конструкции изготовлены в г. Королёве по проекту ЦНИИСКА и Ленпромстройпроекта. К числу уникальных новшеств относятся сборные рамы пролётом 36 м ледового дворца "Строгино", у которых ригель состоит из трёх элементов, жёстко соединённых по длине. Стойками рам являются железобетонные колонны, жёстко защемлённые в фундаментах. В карнизных узлах используются гнутоклёные подкосы, шарнирно присоединённые к ригелю и стойкам. Элементы рам изготовлены в ЗАО "ДОК 78-Н.М." в Нижнем Новгороде. Рамы с криволинейными подкосами получили широкое распространение. Наибольший пролёт, перекрытый такими рамами, составляет 42 м (конноспортивный манеж в Подмосковье, 2004 г.). В 2008 г. завершается строительство дворца спорта "Новоясено" пролётом 36 м. Рамы для него, спроектированные ЦНИИСКОМ, изготовлены Гомельским заводом и смонтированы специализированной фирмой "Крован-КДК".

Сборные линзообразные фермы пролётом до 50 м системы ЦНИИСКА часто используются благодаря упомянутым выше достоинствам и возможности выполнения узлов сопряжения поясов в опорах и по длине на наклонно вклеенных стержнях. В 2003 г. металлодеревянные фермы-линзы были применены в покрытии конько-бежного центра в Крылатском (крупнейшего в Европе). Завершается строительство ледового дворца "Строгино", где три зала перекрыты такими фермами, у которых все элементы выполнены из клёёной древесины. Фермы пролётом от 30 до 48 м



Зал школы-интернат в Кожухове в г. Москве

изготовлены в г. Королёве по проекту ЦНИИСКА и Моспроекта-4. Аналогичные конструкции применены в покрытии аквапарка "Ква-Ква" в Мытищах в 2006 г., в покрытии аквапарка при гостинице "Прибалтийская" в Санкт-Петербурге, а также многих других объектов. Благодаря системе ЦНИИСКА удалось воссоздать исторические фермы Бетанкура в здании ЦВЗ "Манеж" пролётом 48 м.

По системе ЦНИИСКА спроектировано несколько ребристых куполов. Первый из них (для Волоколамского рынка) был построен и успешно эксплуатируется с 1983 г. Диаметр купола – 30 м. В 1988 г. на месте пересечения Ленинградского шоссе и МКАД построен купол диаметром около 70 м в антикоррозионном исполнении для склада антигололёдных реагентов. Вклевые стержни – стеклопластиковые, в ключе применено полимербетонное сжатое кольцо, а в опорах использованы полимербетонные и стеклопластиковые детали. В настоящее время ведут проектирование и строительство ребристого купола диаметром 90 м в парке 300-летия Санкт-Петербурга. Рёбра купола длиной 58 м выполнены в виде сборных серповидных решётчатых ферм, состоящих из трёх частей по длине. Конструкции изготавливают в ЗАО "ДОК 78-Н.М." и ООО "Содружество" (Санкт-Петербург).

Арочные конструкции, выполненные с применением КДК, наиболее эффективны, их используют при возведении зданий с большими пролётами. В настоящее время ведётся монтаж катка в Ногинске, спортивных залов во Владимирской обл. и в г. Омске, где в покрытии применены циркульные арки пролётом 50 м с затяжками. Узлы арок выполнены по системе ЦНИИСКА.

Детальное описание наиболее интересных объектов системы ЦНИИСКА и их особенностей будет при-

ведено – с приложением конструктивных схем и фотографий на разных стадиях монтажа – в иллюстрированном альбоме, который сейчас готовят к изданию (в конце 2008 г.) в ЦНИИСКе.

Список литературы

1. **Турковский С.Б.** Исследование наёдности несущих деревянных клёёных конструкций покрытий в условиях эксплуатации: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: ЦНИИСК, 1970.
2. **Турковский С.Б., Гуськов И.М., Погорельцев А.А.** Исследование деревянных клёёных балок, усиленных наклонным армированием // Науч. труды // Technische Hochschule Leipzig, 1989. – Entwicklung von Methoden zur Errichtung Derechnung und Projektierung von Baukonstruktionen.
3. **Турковский С.Б., Фролов В.И., Белова А.Н.** Экспериментальные исследования карнизного узла на вклешенных стержнях сборной деревянной рамы // Сб. науч. тр. ЦНИИСКа. – М., 1989.
4. **Турковский С.Б., Саятин В.В.** Предпосылки расчёта на прочность и жёсткость соединения колонны с фундаментом на наклонно вклешенных стержнях // Сб. науч. тр. ЦНИИСКа. – М., 1989.
5. **Лукьянов Е.И.** Прочность и деформативность вклешенных анкеров в соединениях деревянных конструкций: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1992.
6. Experimental investigations of timber structure joints with glued – in bars: (Intermediate report. Отчёт № 2 по НИР). – Helsinki: VVT, Moscow: TZNIISK, 1992.
7. **Натурные** испытания линзообразных ферм пролётом 48 м ледового дворца “Строгино”: (Научно-техн. отчёт) / ЦНИИСК. – М., 2005.
8. **Галицкий В.А.** Исследование огнестойкости соединений деревянных клёёных конструкций на вклешенных стальных стержнях // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. ОГАСА. – Одесса, 2006.
9. **Тимохина Е.А., Погорельцев А.А.** Экспериментальные исследования деревянной балки с глубокой подрезкой на опоре // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. ОГАСА. – Одесса, 2006.
10. **Экнадосян И.Л., Турковский С.Б., Погорельцев А.А.** Исследование и применение в строительстве клеёдеревянных линзообразных ферм // Современные строительные конструкции.
11. **Стандарт ЦНИИСКа** (СТО 36554501-002-2006, п.п. 4.36, 6.19). Древянные клёёные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчёта.
12. **Филимонов М.А., Турковский С.Б.** Проектирование и монтаж двухшарнирных деревянных подкосных рам ледового дворца “Строгино” // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб. науч. тр. ОГАСА. – Одесса, 2007.
13. **Неразрезные** сборные деревянные двутавровые балки длиной 57 м торгового центра “Бугры” в Санкт-Петербурге: Проект каркаса покрытия / П.Н.Смирнов, С.Б.Турковский. – М., 2007.
14. **Турковский С.Б.** Разработка и экспериментальные исследования несущих деревянных конструкций на основе соединений с наклонно вклешенными связями: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М.: ЦНИИСК, 2001.
15. **Горпинченко В.М., Турковский С.Б., Погорельцев А.А., Экнадосян И.Л.** Линзообразные металлоклереневые фермы покрытия // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2005. – № 3.

УДК 674.8-036.61.8

МОДИФИЦИРОВАНИЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОСТРОПЛИТ*

С.А. Угрюмов – Костромской государственный технологический университет, **В.Е. Цветков** –
Московский государственный университет леса

Костра льна – эффективная основа композиционных материалов, или композитов. Однако физико-механические характеристики костроплит, изготовленных с использованием того или иного традиционного kleевого состава, или адгезива, недостаточны. Достичь равномерного распределения полимерного связующего по поверхности всех частиц костры – трудно. На поверхности готовой костроплиты обычно наблюдаются участки с повышенным содержани-

ем связующего, имеющие вид пятен, и мало осмолённые участки. Неравномерность осмоления частиц костры обуславливает неоднородность свойств по толщине и формату плиты, что отрицательно сказывается на уровне качества продукции.

Для улучшения величин показателей качества костроплит нужно проводить такое модифицирование традиционного адгезива, которое обеспечивает полное и равномерное смачивание модифицированным адгези-

вом субстрата (частиц костры). Данний практический вопрос может быть решён на основе привлечения результатов фундаментальных наук в области адгезии, поверхностных явлений и смачивания.

Адгезия – сложный комплекс физико-химических явлений, в основе которых лежит молекулярное взаимодействие приведённых в контакт разнородных материалов. Это взаимодействие вызывает уменьшение свободной поверхностной энергии γ

* Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 08-08-99073-р-офи “Разработка теории производства композиционных материалов конструкционного назначения на основе костры льна”

Таблица 1

Адгезив	Вязкость по ВЗ-4, с	Поверхностное натяжение, МДж/м ²
Смола КФН-66	52	63,4
Смола КФН-66 + 0,5% бутанола	51	49,6
Смола КФН-66 + 1,0% бутанола	50	47,0
Смола КФН-66 + 1,5% бутанола	49	44,7
Смола КФН-66 + 2,0% бутанола	49	42,3

системы. Оперируя такими термодинамическими понятиями, как γ и поверхностное натяжение σ адгезива и субстрата, можно описать некоторые этапы адгезионного взаимодействия, например, этапа смачивания адгезивом поверхности субстрата [1, 2]. Смачивание – это также проявление молекулярных сил, проявление сродства адгезива к субстрату. Изучение смачивания различных субстратов позволяет выявить сродство адгезива к субстрату, сравнить молекулярные силы, действующие в различных системах адгезив-субстрат, а также определить рациональные адгезивы – такие, использование которых

выводятся изложены в работах [3–5]. Явление смачивания связано с соотношением величин γ адгезива и субстрата. Для достижения хорошего смачивания и хорошей адгезии необходимо, чтобы величины γ и σ субстрата были больше величин тех же показателей адгезива.

Для уменьшения величины σ адгезива и, следовательно, повышения его смачивающей способности в адгезив вводили бутанол-1 – в качестве поверхностно-активного вещества. Результаты определения величин σ и показателя вязкости исследованных адгезивов представлены в табл. 1.

Таблица 2

Адгезив	Значение θ , град., для субстрата				Среднее значение θ , град., для костры
	древесина берёзы	древесина сосны	наружный слой костры	внутренний слой костры	
КФН-66	44,6	39,1	60,6	55,1	57,9
КФН-66 + 0,5% бутанола	23,2	28,2	48,9	39,6	44,5
КФН-66 + 1,0% бутанола	8,5	10,9	36,2	30,5	33,5
КФН-66 + 1,5% бутанола	0	0	19,6	14,9	17,5
КФН-66 + 2,0% бутанола	0	0	0	0	0

обуславливает необходимое улучшение величин показателей качества соответствующей продукции.

Полимерные адгезивы, применяемые для осмоления частиц костры, должны обеспечивать полное смачи-

вание поверхности субстрата, а также контакт между адгезивом и субстратом и адсорбционное взаимодействие на границе адгезив-субстрат. Физико-химические аспекты этих явлений обстоятельно изложены в работах [3–5]. Явление смачивания связано с соотношением величин γ адгезива и субстрата. Для достижения хорошего смачивания и хорошей адгезии необходимо, чтобы величины γ и σ субстрата были больше величин тех же показателей адгезива.

Для уменьшения величины σ адгезива и, следовательно, повышения его смачивающей способности в адгезив вводили бутанол-1 – в качестве поверхностно-активного вещества. Результаты определения величин σ и показателя вязкости исследованных адгезивов представлены в табл. 1.

Таблица 3

Адгезив	Значение $\cos \theta$ для субстрата				Среднее значение $\cos \theta$ для костры
	древесина берёзы	древесина сосны	наружный слой костры	внутренний слой костры	
КФН-66	0,712	0,776	0,490	0,572	0,531
КФН-66 + 0,5% бутанола	0,919	0,881	0,657	0,770	0,714
КФН-66 + 1,0% бутанола	0,989	0,982	0,807	0,862	0,835
КФН-66 + 1,5% бутанола	1,000	1,000	0,942	0,966	0,954
КФН-66 + 2,0% бутанола	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

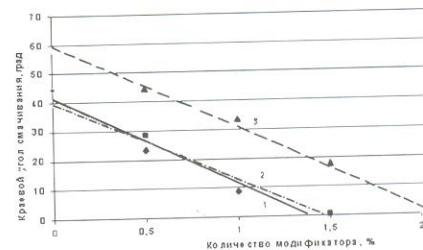


Рис. 1. Графики зависимости краевого угла смачивания адгезивом поверхности субстратов от относительного массового содержания бутанола-1 в адгезиве:

1 – древесина берёзы; 2 – древесина сосны; 3 – костра льна

тельно оказывается на качестве осмоления костры льна.

Результаты определения величин краевого угла смачивания θ модифицированным адгезивом поверхности субстратов и косинуса этого угла $\cos \theta$ представлены в табл. 2 и 3 соответственно.

Графики зависимости краевого угла смачивания модифицированным адгезивом поверхности субстратов от относительного массового содержания модификатора (бутанола-1) в адгезиве представлены на рис. 1.

Практические вопросы обеспечения нужной адгезионной прочности в структуре композитов можно решить только с учётом соотношений величин σ адгезива и субстрата. Величины σ основных древесных пород и основных синтетических полимеров, применяемых при склеивании [3, 8], приведены ниже. Поверхностное натяжение древесного субстрата зависит от породы древесины, её анатомического строения, плотности, пористости и других факторов.

Адгезив или субстрат $\sigma, \text{МДж/м}^2$
 Карбамилоформаль-
 дегидные смолы 60 (среднее)
 смола КФН-66 63,4 (фактическое)
 Древесные
 субстраты 44–50 (среднее)
 древесина
 берёзы 49 (фактическое)
 древесина
 сосны 47 (фактическое)

В литературных источниках отсутствует величина σ костры льна, однако она очень важна для прогнозирования адгезионной прочности и эксплуатационных свойств композитов на её основе.

Определить фактическую величину σ костры можно путём экстраполирования графика зависимости ко-

Таблица 4

Количество модификатора (бутанола-1), %	Плотность плиты, кг/м ³	Предел прочности плиты при изгибе, МПа	Предел прочности плиты при перпендикулярном отрыве, МПа	Коэффициент разбухания плиты по толщине, %	Коэффициент водопоглощения плиты, %
0	740	12,15	0,23	37,6	95,0
1,0	732	18,21	0,57	29,0	79,0
1,5	738	19,98	0,59	26,1	74,1
2,0	729	21,07	0,57	25,8	72,2

синуса краевого угла $\cos \theta$ смачивания адгезивом (клеевым составом на основе смолы КФН-66, модифицированным бутанолом-1) поверхности субстрата от σ упомянутого адгезива (рис. 2) – до значения $\cos \theta$, равного 1: при обеспечении этого значения $\cos \theta$ наблюдается полное смачивание. Таким образом, величина σ костры льна составляет 45 МДж/м². Для достижения полного смачивания костры и высокой прочности адгезии связующего к ней необходимо, чтобы величина σ полимерного состава, применяемого для осмоления костры, составляла не более 45 МДж/м². Этого можно достичь модифицированием карбамидоформальдегидной смолы КФН-66 бутанолом-1 в количестве 1,5% (величина σ получаемого таким образом более эффективного адгезива составляет 44,7 МДж/м²). Такое модифицирование обеспечивает полное смачивание костры при осмолении и высокую адгезионную прочность.

В табл. 4 приведены величины физико-механических показателей костроплит, изготовленных с использованием модифицированного адгезива на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66 в количестве 12% массы костры.

Выводы

1. Определена рациональная (применительно к производству костроплит) мера модифицирования адгезива на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66 бутанолом-1: величина относительного массового

содержания бутанола в модифицированном адгезиве должна составлять 1–1,5%. При использовании модифицированного адгезива лучше смачиваемость и степень равномерности распределения клеевого состава по частицам костры, а следовательно, прочнее адгезия связующего к основе плиты.

Костроплиты, изготовленные с применением модифицированного адгезива, по прочности не уступают древесностружечным плитам марки П-А [9]. При этом величины физических показателей костроплит (в частности, коэффициента разбухания по толщине) несколько хуже соответствующих норм, что требует применения дополнительных способов повышения водостойкости костроплит, например, введения в клеевой состав парафиновой эмульсии.

2. Кроме бутанола-1, величина поверхностного натяжения σ которого составляет 24,6 МДж/м², для модификации можно использовать другие поверхностно-активные вещества, характеризующиеся примерно такой же величиной σ (МДж/м²): амиловый спирт (25,16), гексиловый спирт (24,08), изопропиловый спирт (21,0), а также другие вещества, способные уменьшать величину σ адгезивов, приближая её к критической величине σ костры и тем самым повышая прочность адгезии связующего к основе кострокомпозитов.

Список литературы

1. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и

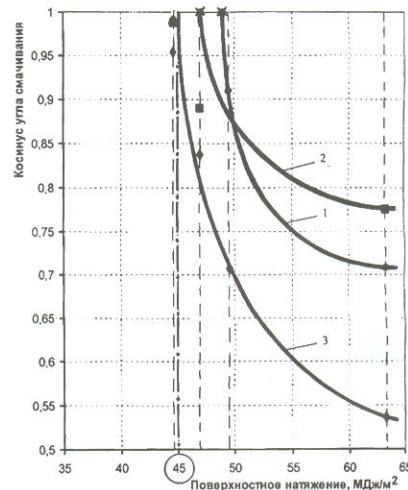


Рис. 2. Графики зависимости косинуса краевого угла смачивания адгезивом поверхности субстратов от поверхностного натяжения этого адгезива:

1 – древесина берёзы; 2 – древесина сосны; 3 – костра льна

смачивание. – М.: Химия, 1974. – 416 с.

2. Дерягин Б.В., Кротова Н.А., Смилга В.П. Адгезия твёрдых тел. – М.: Наука, 1973. – 279 с.

3. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1974. – 392 с.

4. Басин В.Е. Адгезионная прочность. – М.: Химия, 1981. – 208 с.

5. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – Киев: Наукова думка, 1980. – 259 с.

6. Практикум по колloidной химии (колloidная химия латексов и поверхностно-активных веществ) / Под ред. Р.Э.Неймана. – М.: Высшая школа, 1971. – 176 с.

7. Брадис В.М. Четырёхзначные математические таблицы. – 53-е изд. – М.: Просвещение, 1982. – 96 с.

8. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1981. – 270 с.

9. ГОСТ 10632-89. Плиты древесностружечные. Технические условия. – М.: ИПК “Изд-во стандартов”, 1998. – 9 с.

Евроэкспомебель – Урал
3-я международная специализированная выставка-ярмарка
мебели и сопутствующих товаров

24 – 26 сентября 2008 г.

Екатеринбург, МВК–Урал, тел.(343) 371-24-76

Юбилей Н.И.Послухаева

11 июня 2008 г. исполняется 60 лет Николаю Ивановичу Послухаеву, генеральному директору открытого акционерного общества “Холдинговая компания “Мебель Черноземья”, кандидату технических наук, депутату Воронежской областной думы, председателю её Комитета по промышленности, транспорту и связи.

После успешного окончания факультета механической обработки древесины Воронежского государственного лесотехнического института Николай Иванович полностью посвятил себя делу развития мебельной и деревообрабатывающей промышленности Центрально-Чернозёмного экономического района страны. Его трудовая биография характерна для большинства видных специалистов соответствующего периода времени: последовательный путь от рядового механика до заместителя директора, включая службу в рядах Советской Армии. В 1987 г. коллектив избрал его генеральным директором производственного объединения “Воронежмебель”.

Работая в этой должности, Николай Иванович проявил себя как зре- лый руководитель, владеющий современными основами управления и осознающий всю общественную важность задач, стоящих перед мебельной отраслью. Выдержка, спокойствие и умение в трудных ситуациях найти наилучшее решение – всё это снискало Н.И.Послухаеву заслуженный авторитет и уважение среди мебельщиков региона и ведущих специалистов отрасли, а также заслуженное внимание со стороны федеральных и региональных исполнительных органов государственной власти.

В период проведения новых экономических реформ не было важнее задачи, чем сохранение производства. В 1997 г. Н.И.Послухаев принимает непростое, дальновидное решение – организовать холдинговую компанию “Мебель Черноземья”. Цель объединения предприятий предельно проста: создать стабильно работающую производственную систему, которая позволила бы вос-



становить утраченные хозяйствен- ные и технологические связи, раз- вить кооперацию между предприя- тиями, централизовать финансы для обеспечения возможности их инвес- тирования в предприятия холдинга, завершить предметную (по видам мебели) специализацию предприя- тий.

Результаты деятельности ОАО “ХК “Мебель Черноземья” за по- следние 10 лет – это увеличение годо- вого объёма производства (в нату- ральном выражении!) в 15 раз (при увеличении численности персонала в 1,5 раза), производительности тру- да – в 5,7 раза, среднегодовой месяч- ной заработной платы – в 13 раз. Создана собственная торговая сеть (охватывающая 22 крупных города России), открыто 50 мебельных са- лонов и 20 представительств, каж- дое из которых курирует несколько магазинов в соответствующем реги- оне. Совместно с итальянскими кол- легами в Воронеже создано новое предприятие “Invago”, выпускаю- щее мебель в едином архитектурно- художественном стиле.

Целеустремлённая работа по об- новлению ассортимента мебели при- несла известные всем успехи: приз- нание на международных и регио- нальных выставках, победу на кон- курсе Национальной премии в об- ласти промышленного дизайна ме-

бели “Российская кабриоль”, вхож- дение в число призёров всероссий- ской программы “Сто лучших това- ров России”. Вся продукция, выпус- каемая холдингом, соответствует высоким европейским требовани- ям в отношении экологической чисто- ты. Торговый знак “Холдинговая компания “Мебель Черноземья” хо- рошо известен в различных регио- нах России и за её пределами.

Благодаря грамотно продуманной социальной политике решены воп- росы отдыха и лечения всех работ- ников холдинга и членов их семей, обес- печения жильём, комплектова- ния холдинга рабочими и дипломи- рованными инженерно-технически- ми кадрами всех необходимых спе- циальностей. “Золотой фонд” хол- динга – его трудовые династии. Дети Н.И.Послухаева, сын и дочь, также тру- дятся в холдинге, их отличают целеустремлённость и высокая рабо- тоспособность.

Н.И.Послухаев – ответственный высококвалифицированный специа- лист, мудрый организатор производ- ства. Коллеги всегда отмечают его личную скромность, чуткое отноше- ние к людям, готовность помочь в трудную минуту. За личный вклад и достиже- ния в работе Н.И.Послухаев удостоен двух высоких профессио- нальных званий: “Заслуженный ра- ботник лесной промышленности Российской Федерации” и “Почёт- ный работник лесной промышлен- ности”, награждён медалью ордена “За заслуги перед отечеством II сте- пени”.

Коллеги и друзья Николая Ивано- вича, редколлегия и редакция жур- нала “Деревообрабатывающая про- мышленность”, отраслевой Художе- ственно-технический совет по мебе- ли сердечно поздравляют его со славным юбилеем, желают ему крепкого здоровья, бодрости, благо- получия, вдохновения и высокой (как и раньше) активности в общест- венно важном деле дальнейшего раз- вития мебельного производства ОАО “ХК “Мебель Черноземья” – весомого звена мебельной промыш- ленности России.

ных складов (обычных и малых) для всех условий примыкания лесовозной дороги (кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства) и т.д. Не оставляем без внимания также и поиск объектов-примеров в материальном мире, сегодня не имеющих отношения к нашей конкретной отрасли производства и профессиональной деятельности (так называемые витагенно ориентированные задачи).

Традиционно для профессиональной подготовки инженеров, обеспечивающей высшей школой России, характерно соединение фундаментальных научных знаний с передовыми техническими знаниями, умениями и навыками.

Учитывая малый объём и низкий уровень обучения черчению в общеобразовательной школе, кафедра проводит для вчерашних абитуриентов входные тесты с целью показать им фактический уровень их графической грамотности. Естественно, в нашем случае результаты тестирования крайне плачевны. По этой причине с начала семестра преподаватели проводят групповые и индивидуальные консультации.

Тестирование по темам (разделам) – средство текущего контроля. Педагог также имеет возможность индивидуализировать содержание обучения каждого студента путём выдачи разных заданий – в зависимости от полученных результатов. Проведение итогового тестирования (перед экзаменом, зачётом) позволяет получить объективную характеристику готовности студента к настоящей проверке знаний.

Необходимость грамотного использования геометро-графических знаний в различных сферах инженерной деятельности очевидна. Формирование основных графических навыков должно отвечать требованиям к производственно-технологической и проектно-конструкторской деятельности инженера. Сегодня в графической подготовке специ-

алиста наиболее актуальны те навыки, которые связаны с машинной (компьютерной) графикой, умением работать в графических редакторах, разрабатывать графические программы или программы с графическим интерфейсом. Но при этом нельзя забывать: для работы с графической документацией, чертежами, схемами и др. необходимы знания о методах построения изображений, алгоритмах обработки графической информации, технологиях визуализации данных. Освоение компьютерной графики предполагает владение базовыми понятиями соответствующих фундаментальных дисциплин: начертательной геометрии и инженерной графики.

Реализацию компьютерной 3D-технологии – применительно к лесотехническим вузам – кафедра видит на конкретных объектах материального мира из будущей профессиональной деятельности нынешних студентов в качестве технологов-деревообработчиков, лесоинженеров, механиков различных специализаций. Материалы по рассмотрению вопросов упомянутой реализации опубликованы в научно-методических сборниках ведущих технических вузов России [2–7]. Мы убеждены: формирование инженерной подготовки, позволяющей разрешать нестандартные ситуации, начинается в первые дни преподавания студентам геометро-графических дисциплин – без возведения в абсолют компьютера, который является всего лишь инструментом.

Таким образом, сочетание традиций и инноваций в системе преподавания студентам технических вузов графических дисциплин позволяет понизить степень абстрактности учебного материала по этим дисциплинам, столь характерной для младших курсов технических вузов.

Список литературы

1. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года

// Инновации в образовании. – 2002. – № 3. – С. 4–33.

2. Арефьева О.Ю., Черемных Н.Н. Моделирование изделий деревообработки с использованием 3D-технологий // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: Межвуз. науч.-методич. сб. – Саратов: СГТУ, 2007. – С. 124–125.

3. Черемных Н.Н., Кучумов Е.Г., Рожникова И.Т., Загребина Т.В. Междисциплинарные связи на примере машинной графики у студентов-лесомехаников // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 3. – С. 75–77.

4. Черемных Н.Н., Кучумов Е.Г., Рожникова И.Т., Загребина Т.В., Арефьева О.Ю. О междисциплинарных связях кафедр начертательной геометрии и машиностроительного черчения и деталей машин // Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе: Сб. тр. всероссийского совещания завкафедрами графических дисциплин вузов РФ. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007. – Т. 1. – С. 202–204.

5. Черемных Н.Н., Кучумов Е.Г., Рожникова И.Т., Загребина Т.В. Производство чертежа в среде AutoCAD (опыт работы со студентами ведущих лесотехнических специальностей) // Тр. междунар. Евразийского симпоз. “Деревообработка. Технологии, оборудование, менеджмент XXI века”. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – С. 256–257.

6. Арефьева О.Ю., Тимофеева Л.Г. Моделирование столярных изделий методом 3D-технологий в курсе машинной графики // Тр. междунар. Евразийского симпоз. “Деревообработка. Технологии, оборудование, менеджмент XXI века”. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – С. 257–258.

7. Черемных Н.Н., Арефьева О.Ю., Тимофеева Л.Г. Применение объёмных технологий AutoCAD при изучении курса компьютерной графики студентами специальностей, связанных с деревообработкой // Тр. междунар. Евразийского симпоз. “Деревообработка. Технологии, оборудование, менеджмент XXI века”. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – С. 258–260.

**Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки РФ
учитывает основные научные результаты диссертаций на соискание учёных
степеней кандидата и доктора наук, опубликованные в журнале
“Деревообрабатывающая промышленность”**

УДК 674.2.001.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Р. М. Галлямов, канд. техн. наук – Московский государственный университет технологий и управления (филиал в г. Абдулино Оренбургской обл.)

Сопротивление материалов – одна из базовых дисциплин, изучаемых в вузах, готовящих инженеров для деревообрабатывающей промышленности. В процессе усвоения основ этого предмета – связующего звена между теоретической и прикладной механикой – студент получает конкретные знания, необходимые ему для изучения специальных дисциплин.

Сопротивление материалов – наука о равновесии внутренних и внешних сил в твёрдых телах (например, в элементах мебели, деревянных изделий и строительных конструкций), находящихся под нагрузкой. Главная задача этой науки – проверка выполнения условий статического равновесия, а также определение (теоретически и экспериментально) конкретных значений упругих деформаций и напряжений, возникающих в отдельных элементах конструкций и в конструкциях в целом под действием внешних сил.

Если такие условия выполнены, а фактические значения названных показателей прочности указанных объектов соответствуют установленным нормам, то можно считать: нужный уровень прочности объектов обеспечен. Отметим, что прочность – основной показатель надёжности и, что жизненно важно, безопасности деревянных конструкций, а также различных построек из древесных материалов.

Теоретические положения сопротивления материалов, изложенные в учебной литературе, базируются на ряде общезвестных допущений. Так что в этой дисциплине наиболее близки к истине и потому практически наиболее ценные данные хорошо поставленного эксперимента.

Поскольку теоретические выводы сопротивления материалов получены на основе предположений и ги-

потез, то основательно и глубоко овладеть его основами возможно лишь при следующем условии: лабораторная база вуза должна быть столь развита, чтобы позволять студентам проводить все дисциплинарно необходимые эксперименты и получать, таким образом, подтверждения правильности всех упомянутых предложений и гипотез.

Сопротивление материалов – уникальная общетехническая дисциплина: в каждом её разделе есть место для интересного эксперимента, а также имеется возможность сравнивать результаты опыта с результатами теоретических расчётов. Естественно, такой подход к обучению в вузах требует постоянного обновления лабораторной базы – для обеспечения возможности систематически осуществлять углублённое экспериментальное изучение сопротивления материалов.

Лабораторная база должна позволять студентам проводить экспериментальную проверку и таких теоретических положений, которые хотя и не охвачены лабораторными работами в соответствии с учебными планами на основе государственного образовательного стандарта в разрезе отведённого аудиторного времени, но представляют значительный практический интерес для инженеров соответствующих профилей.

Мы выявили реальное состояние экспериментального изучения деформаций и напряжений в элементах конструкций – в разрезе уже состоявшихся классических блоков тем сопротивления материалов – в 5 политехнических, 5 строительных, 3 лесотехнических и в более 30 сельскохозяйственных вузах, готовящих инженеров соответствующих профилей, в том числе для деревообрабатывающей промышленности. В

итоге наблюдениями было охвачено более 60 вузов и техникумов.

Анализ результатов наблюдений показывает следующее: среди обследованных учебных заведений величины коэффициента Пуассона и концентрации напряжений экспериментально определяют в 10, модуля продольной упругости материала – в 10, модуля сдвига – в 4, монтажных напряжений – в 1, напряжений при поперечном изгибе – в 12, напряжений при косом изгибе – в 1, напряжений при чистом кручении – в 6, напряжений в кривых стержнях – в 7, напряжений при внецентрочном сжатии – в 8, напряжений в сжатом стержне – в 2 учебных заведениях.

Результаты анализа собственных наблюдений, проведённых в 1986–2005 гг., и изучения соответствующих литературных источников позволяют нам сделать следующие выводы.

1. Объём экспериментальных работ по многим важным разделам дисциплины “Сопротивление материалов”: механические характеристики неметаллических материалов (в том числе пиломатериалов), сложное сопротивление, устойчивость деформируемых систем, тепловые и монтажные напряжения – крайне недостаточен.

2. Фактически не изучаются экспериментально напряжения в распространённых на практике статически неопределенных деревянных конструкциях, несущих элементах мебели, деревянных изделиях, работающих на растяжение (сжатие), изгиб.

3. Теоретическое определение величин напряжений в отдельных элементах собранной конструкции, обусловленных неточностью изготовления (так называемых монтажных напряжений), выполняют в предположении их абсолютной

жёсткости. Такое допущение совсем не соответствует действительности и приводит к весьма приближённым результатам. Наиболее точный результат здесь может дать только хорошо поставленный эксперимент.

При практическом осуществлении углублённого экспериментального изучения сопротивления материалов в вузе нами в течение ряда лет использовались специально изготовленные тензометрические лабораторные установки.

В работах [1–4] освещены результаты экспериментального определения тензометрическим методом величин показателей упругости пиломатериалов и тканей, а также напряжений при различных уровнях деформации элементов деревянных конструкций.

Мы считаем, что основная причина упомянутых недостатков современной практики экспериментального изучения сопротивления материалов в российских вузах и техникумах – это отсутствие полнокомплектного и доступного учебного лабораторного оборудования.

Сегодня лабораторная база для экспериментального изучения сопротивления материалов изменяется не в лучшую сторону: систематически происходит сокращение численности штата лаборантов, имеющееся лабораторное оборудование устаревает без обновления, число аудиторных учебных часов продолжает уменьшаться. При ограниченном количестве аудиторного времени на изучение сопротивления материалов нужна такая система организации учебного процесса, которая позволяет преподавать студентам требуемый объём теоретического материала и провести с ними лабораторные занятия по экспериментальному подтверждению правильности основных теоретических допущений. Следовательно, лабораторные установки должны быть просты по устройству и принципу действия, надёжны и результативны в работе, а также малогабаритны, т.е. пригодны для использования на имеющейся аудиторной площади. Для проведения эксперимента должно хватать минимального количества аудиторного времени, что при дефиците учебного времени очень важно.

Как показывают наш длительный

практический опыт и работа [5], указанным требованиям отвечают малогабаритные тензометрические лабораторные установки, позволяющие проводить намеченные эксперименты по сопротивлению материалов и обобщать достоверные результаты измерений за короткий промежуток времени.

Наше видение надлежащего развития лабораторной базы для экспериментального изучения сопротивления материалов заключается в следующем.

Каждый вуз, готовящий инженеров для деревообрабатывающей промышленности, должен быть укомплектован автономной учебной тензометрической лабораторией, содержащей установки для экспериментального определения величин следующих показателей:

- коэффициента Пуассона и модуля упругости пиломатериалов;
- температурных и монтажных напряжений;
- напряжений при прямом изгибе двухпорной балки;
- напряжений при косом изгибе консольной балки;
- напряжений при внекентрном нагружении стержня;
- напряжений в статически неопределенной балке;
- напряжений в кривом стержне;
- напряжений в сжатом стержне.

Предлагаемый комплект оборудования, входящий в автономную учебную тензометрическую лабораторию, позволяет охватить экспериментом основные разделы курса “Сопротивление материалов”, т.е. обеспечивает возможность сопоставлять результаты расчёта величин напряжений в нагруженных элементах конструкций по известным формулам с результатами экспериментального определения фактических величин тех же показателей.

Автономная учебная лаборатория должна быть обеспечена современным цифровым измерителем величин упругой деформации.

В зависимости от объёма программы по изучению дисциплины “Сопротивление материалов” в конкретном учебном заведении перечень оборудования лаборатории может быть сокращён или увеличен.

Если это возможно, то предпочтение

следует отдавать экспериментальному исследованию таких элементов, из которых можно изготавливать деревянные конструкции, наиболее часто встречающиеся в профессиональной работе инженеров соответствующих профилей. Кроме того, целесообразно испытывать упругие элементы, изготовленные из пиломатериалов различных товарных пород древесины.

Для того чтобы решить проблему обеспечения вузов тензометрическим и лабораторным оборудованием, необходимо организовать его централизованное производство. В качестве разработчика и изготовителя мог бы выступить Московский государственный университет технологий и управления, имеющий большой практический опыт разработки, исследования и внедрения лабораторного оборудования для экспериментального изучения сопротивления материалов в учебных заведениях.

Наличие современной лабораторной базы в вузах позволит проводить в них более масштабное экспериментальное изучение дисциплин прочностного цикла, что, безусловно, положительно скажется на уровне качества подготовки инженеров соответствующих профилей.

Список литературы

1. Галлямов Р.М. Экспериментальное определение упругих постоянных пиломатериалов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1991. – № 1. – С. 12–13.
2. Галлямов Р.М. Экспериментальное определение упругих показателей ткани // Текстильная пром-сть. – 1991. – № 6. – С. 47–48.
3. Галлямов Р.М. Экспериментальное изучение сопротивления материалов при подготовке специалистов по деревообработке // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2005. – № 4. – С. 18–20.
4. Галлямов Р.М. Экспериментальное определение напряжений в нагруженных элементах деревянных конструкций // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2006. – № 5. – С. 24–25.
5. Швайко В.М., Цурпал И.А., Барaban Н.П. Исследование напряжённого и деформированного состояния простейших элементов конструкций. – Киев: УСХА, 1986. – 76 с.

УДК [674.815-41 + 674.817-4].001.73

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Потребители МДФ – мебельное производство и строительство. В настоящее время в России величина относительного годового объёма производства мебели с использованием МДФ составляет 20%, а за рубежом – 70%. Это позволяет считать, что возможно значительное расширение производства МДФ в нашей стране. Перспективно направление использования облицованных МДФ в качестве декоративных стеновых панелей и паркета. Сейчас величина мирового годового объёма производства последнего составляет более 600 млн.м² (4,8 млн.м³). В Западной Европе до 40% производимых МДФ перерабатывают в паркет. В 2005 г. величина годового объёма производства облицованного паркета в России составила 9 млн.м², а к 2015 г. величина этого показателя должна быть увеличена до 80 млн.м². Основные производства такого паркета (работающие на экспорт) созданы в ООО «Кроностар» и «Кроношпан».

В России производят тонкие (2,5–7,0 мм) МДФ сухого каландрового способа выработки. Имеются пять линий с каландровыми прессами общей мощностью 312 тыс.м³/год. В Московской обл. готовят к пуску аналогичную линию мощностью 110 тыс.м³ с участком окраски плит методом печати.

МДФ каландрового способа производства конкурируют с ДВП мокрого способа. До 20% каландровых МДФ толщиной 6–7 мм перерабатывают в заготовки декоративных стеновых панелей. В 2006 г. величина годового объёма производства этих заготовок из плит сухого каландрового и плоского способов прессования составила около 300 тыс.м³.

Производство ОСБ в России до сих пор не организовано. В 2005 г. величина мирового спроса на эти плиты составила 26,5 млн.м³, а к 2015 г. величина этого показателя, как ожидают, возрастёт до 35–40 млн.м³.

ОСБ – плиты строительного назначения, изготовленные из древесины низкой плотности (осины, топо-

ля, ели, сосны). В качестве связующих используют фенолоформальдегидные и изоцианатные смолы. Последних в России не выпускают. В США и Канаде работает 61 линия по производству ОСБ, в Европе – 11 линий. В Северной Америке ОСБ вырабатывают преимущественно на многоэтажных прессах, используя в качестве сырья древесину осины, а в Европе – на непрерывных прессах, используя древесину ели.

В России перспективна организация производства ОСБ в Европейской части территории страны, где сосредоточены значительные ресурсы осины, и в Восточной Сибири – вблизи дальневосточных портов – с целью наладить экспорт ОСБ из России в Китай, Японию, Северную Америку и др. По прогнозам, в 2010 г. объём потребления ОСБ в России может составить 400–600 тыс.м³/год.

В 2005 г. о намерениях по строительству в России заводов ОСБ заявляли ООО «Кроностар» и «Кроношпан», но работа по реализации этих проектов пока не началась. Прорабатывают ещё три проекта строительства заводов ОСБ различной мощности в Европейской части территории России и в Восточной Сибири.

Сейчас в России в сфере производства ДВП мокрым способом продолжают действовать 30 из 68 имеющихся линий. Твёрдые ДВП мокрого способа начали вырабатывать в 2004 г. – в ЗАО «Новоенисейский ЛХК». Мощность линии для изготовления твёрдых плит шириной 1220 мм составляла 8 млн.м². Строительство новых заводов пока не намечено.

ДВП мокрого способа – экологически чистая продукция, поэтому наблюдается устойчивый спрос на них со стороны западно-европейских потребителей. Ежегодный их экспорт из России составляет до 80 млн.м² (30% объёма производства таких плит). Основная часть линий по производству твёрдых ДВП работают на проектном уровне мощности или даже с его превышением. Из-за большой продолжительности

эксплуатации (более 30 лет) и износа основных фондов необходима модернизация заводов ДВП на основе современных технологий.

Принципы размещения новых производств древесных плит в России изменились. Сначала считали, что эта подотрасль деревообрабатывающей промышленности – утилизатор отходов других подотраслей последней. Поэтому плитные цехи размещали в составе комбинированных предприятий с целью более полного использования древесного сырья, материалов, рабочей силы, энергии, транспорта.

В настоящее время производство древесных плит из утилизатора отходов превратилось в самостоятельную подотрасль по изготовлению облицовочных и конструкционных материалов. Плиты каждого вида имеют определённое функциональное назначение и не могут быть заменены другими материалами.

Вот основные факторы, влияющие на выбор региона для создания новых плитных производств:

- наличие в регионе сырьевой базы, её сортиментная и породно-сортовая структура;
- наличие в регионе условий для комплексного использования сырья и утилизации отходов;
- сегменты и объём рынка вырабатываемой продукции;
- наличие в регионе свободных энергетических мощностей и возможности их получения;
- наличие транспортной инфраструктуры, обеспечивающей поставку сырья, материалов и отгрузку готовой продукции;
- наличие трудовых ресурсов и их квалификация.

Рассматривая вопрос снабжения планируемых производств сырьём, необходимо иметь в виду: по разным причинам больше половины плановой лесосеки России находится в зоне экономической недоступности, а экономически доступные природные запасы древесины распределены по регионам страны весьма неравномерно. Рост транспортных тарифов может превратить в экономически

бессмысленное занятие доставку из удалённых лесных регионов даже деловых круглых лесоматериалов, не говоря уж о технологическом сырье для плитного производства.

Выбор типа древесноплитного производства ограничивается породным составом лесосырьевой базы. Для выработки ДСП и МДФ породный состав сырья не имеет значительных ограничений – необходимо только поддерживать постоянство состава смешанного сырья в течение смены. В производстве ОСБ необходимо постоянно использовать древесину одной породы, на которую настроены режимы гидротермической обработки и стружечные станки для получения качественных древесных частиц определённого размера.

Таким образом, выбор региона для создания нового плитного производства требует экономической оценки лесного фонда региона с целью определения перспективности нового производства. При этом необходимо учитывать наличие иных потребителей низкосортного сырья в данном регионе и смежных с ним регионах, а также способ доставки сырья.

В современных экономических условиях целесообразно создание интегрированных корпоративных структур на базе головных лесоперерабатывающих предприятий с включением в их состав заготовительных организаций, расположенных в зоне экономической доступности подлежащего переработке сырья. Это позволяет организовать лесозаготовительное производство по системе неистощительного и постоянного лесопользования – с гарантированной реализацией мелкотоварной и низкокачественной древесины. И обеспечивает возможность постоянно снабжать плитные производства относительно дешёвым сырьём.

При обосновании выбора региона для создания новых древесноплитных производств необходимо определить возможность получения инвестиций и выполнить маркетинговые исследования рынка: выявить требуемый ассортимент видов плитных материалов для мебельного производства, индустриального и индивидуального строительства; установить характеристики региональных и внeregиональных объёмов рынка; определить виды товаров, конкурирующих с древесноплитными материалами.

Среди подотраслей деревообрабатывающей промышленности подот-

расль древесных плит наиболее энергоёмка. Поэтому актуальны работы по укомплектованию плитных производств автономными энергетическими центрами для выработки тепловой и электроэнергии, что эффективно способствует и полному решению вопроса утилизации отходов деревообрабатывающих производств.

Некоторые современные тенденции развития производства смол можно выявить путём анализа работы древесноплитных предприятий. Для расширения ассортимента древесных плит и снижения их показателя токсичности до уровня, предписанного европейскими стандартами, надо использовать смолы новых типов. Отечественная химическая промышленность уже не в состоянии следовать за меняющимися требованиями подотрасли древесных плит в отношении номенклатуры, качества, себестоимости смол. Так, плиты общего назначения всех видов (ДСП, МДФ, ОСБ), уровень показателя эмиссии формальдегида из которых должен соответствовать жёстким требованиям европейских и российских стандартов, нужно изготавливать с применением КФС, характеризующихся низким мольным отношением. Для сохранения клеящих свойств таких смол необходимо вводить в них – при синтезе – меламин. Полученные карбамидо-, меламиноформальдегидные смолы имеют небольшой срок хранения. Неритмичность поставок, длительность периодов транспортирования к потребителю, значительная величина транспортной составляющей в стоимости смолы – всё это обуславливает нецелесообразность получения смолы со стороны. Из-за небольших объёмов потребления химическая промышленность не выпускает смол других типов.

Поэтому необходимо изготавливать смолы силами потребителя и, следовательно, соответствующим образом оснащать не только вновь создаваемые, но и действующие предприятия плитной промышленности. Это позволяет снижать себестоимость смол, учитывать конкретные технологические особенности их применения и вырабатывать смолы таких видов, которые не охвачены химической промышленностью.

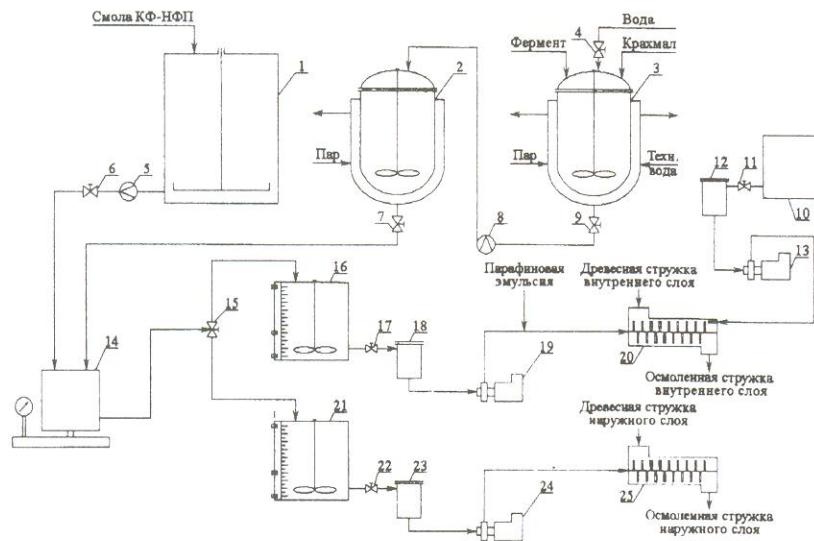
В настоящее время большинство российских плитных предприятий, имеющих собственное производство смол, перешли на применение безотходной и экологически чистой тех-

нологии производства КФС на основе КФК, созданной ЗАО “Безопасные технологии”. Поскольку КФК от разных производителей различаются по составу, то возникали трудности при синтезе смол. Этую проблему решили путём создания оборудования и технологии для синтеза КФС полунепрерывным способом с использованием газожидкостного процесса получения КФК на установке, входящей в состав оборудования для производства смол. Предлагаемая технология реализуется в две стадии: получение КФК и синтез смолы. Исходное сырьё – метanol и карбамид. По новой технологии без снижения мольного отношения синтезирована и испытана в условиях производства (с положительным эффектом) КФС, характеризующаяся малой величиной относительного содержания свободного формальдегида (до 0,1%) и высокими клеящими свойствами.

За рубежом в качестве связующего для производства древесных плит применяют изоцианатные полимерные клеи. Они обладают высокой адгезией к древесине, высокой водостойкостью и крайне низким уровнем показателя выделения летучих веществ. По сравнению со связующими других типов изоцианатные клеи образуют с древесиной не только механические, но и химические связи. Поэтому стандартные и даже лучшие уровни физико-механических показателей продукции достигаются при меньшем расходе связующего.

Изоцианатные клеи пригодны для выработки ДСП, ДВП, МДФ, ОСБ при пониженных (в сравнении с обычными связующими) величинах температуры прессования, обеспечивают повышенную производительность прессового оборудования, улучшают уровни физико-механических показателей продукции, обеспечивают влагостойкость изделий в процессе их эксплуатации и способствуют стабильности формы изделий, расширяют возможности для выпуска продукции специального назначения, обуславливают снижение себестоимости плит (меньше затраты на сушку, смешивание стружечной массы, прессование последней).

В условиях рынка особенно актуален вопрос снижения расхода синтетических смол (ФФС и КФС) во всех производствах древесных плит. Для этой цели используют различного рода модификаторы.



Технологическая схема приготовления связующего:

1 – бак для КФС; 2 – реактор для приготовления крахмального клейстера; 3 – ёмкость для крахмального клейстера; 4, 6, 7, 9, 11, 17, 22 – вентили; 5, 8 – насосы; 10 – ёмкость для комбинированного отвердителя; 12, 18, 23 – фильтры; 13, 19, 24 – насосы-дозаторы; 14 – весы; 15 – трёхходовой кран; 16 – бак для связующего внутреннего слоя; 21 – бак для связующего наружного слоя; 20, 25 – смесители осмолёной стружки для наружного и внутреннего слоёв

Известно, что введение в состав ФФС, применяемой в производстве ДВП, упрочняющей добавки — карбамида — в условиях дополнительного нагрева повышает реакционную способность ФФС и позволяет значительно (на 30%) снизить её расход. При этом можно обойтись без применения катализатора, что позволяет упростить процесс модификации смолы.

Аналогичные исследования с освоением их результатов в промышленности выполнены в производстве ДСП. При этом разработана технология модификации КФС ферментированным крахмалом, позволяющая значительно (до 30%) сократить их расход. Смолу марки КФ-НФП смешивали с охлаждённым крахмальным клейстером (14,5%) и водным раствором хлорида аммония (20%). Расход ферментированного крахмала составлял 3–7% массы абс. сухой смолы. Осмолёный стружечный ковёр прессовали по обычной технологии. Эксперимент показал, что при использовании новой композиции величина показателя прочности ДСП при изгибе значительно (на 9–23%) больше, а показателя токсичности значительно (на 13–30%) меньше. При этом величины показателя прочности ДСП при растяжении перпендикулярно пласти и показателя разбухания ДСП по толщине (за

24 ч) не ухудшаются. Это обусловлено улучшением взаимодействия древесных частиц со связующим и образованием дополнительных химических и адгезионных связей. Одновременно снижается хрупкость и увеличивается эластичность отверждённой смолы — вследствие пластифицирующего действия крахмала.

Технологический процесс (см. рисунок) приготовления связующего внутреннего и наружного слоёв осуществляли следующим образом. Из бака 1 и реактора 2 в бак 14, установленный на весах, подавали товарную смолу и ферментированный крахмал (14,5%-ный). Смесь перекачивали в ёмкости 16, 21, снабжённые мешалками и мерными линейками. Из баков 18, 23 связующее поступало в быстроходные смесители наружного 20 и внутреннего 25 слоёв. Сформированные брикеты прессовали при температуре 180–187°C в течение 420 с при удельном давлении 2,5 МПа/мм. Готовые ДСП соответствовали требованиям стандарта для марки ПА по эмиссии — Е1. При этом расход КФС был меньше на 14%.

При осмолении стружки в производстве ДСП связующее распределяется по поверхности древесных частиц неравномерно. При горячем прессовании по осмолёенным площадкам происходит склеивание — образование клеевых связей. В про-

цессе модификации связующего снижается его расход, что может уменьшить площадь поверхности древесных частиц, осмолёных клеем. Это в итоге приведёт к ослаблению адгезионной прочности. Поэтому приходится дополнительно вводить в связующее поверхностно-активные вещества (ПАВ), в результате чего улучшаются реологические и смачивающие свойства связующего.

В качестве ПАВ можно использовать окисленный крахмальный реагент (ОКР). В промышленных условиях для приготовления связующего для наружных слоёв ДСП на основе КФС добавляли ОКР, масса которого по абс. сухому веществу составляла 5% массы абс. сухой смолы. Отвердителем служил раствор хлорида аммония 3%-ной концентрации — масса абс. сухого отвердителя составляла 0,4% массы абс. сухой смолы. Связующее внутреннего слоя готовили по традиционной технологии. Физико-механические испытания ДСП, выработанных с использованием ОКР, подтвердили возможность снизить содержание абс. сухой КФС в стружечно-клеевой смеси на 14,8%.

Как было отмечено выше, модификаторы для смол, обуславливающие снижение показателя эмиссии формальдегида из готовой продукции: меламин, изобутанол, фурфурол — либо значительно увеличивают себестоимость готовой продукции, либо снижают её физико-механические показатели. Поэтому предлагают решать проблему снижения токсичности древесных плит путём частичной замены формальдегида глиоксалем — ближайшим химическим аналогом формальдегида, отличающимся высокой активностью и низкой токсичностью. Роль глиоксала состоит в участии в реакции поликонденсации с карбамидом с образованием полимерных продуктов, а также в связывании свободного формальдегида с последующей конденсацией образовавшегося продукта с карбамидом путём реакции полимеризации.

Эксперименты по исследованию уровней физико-механических и токсикологических показателей ДСП, изготовленных с использованием карбамидоглиоксальформальдегидных смол (с различным количеством глиоксала и с различными условиями его введения в синтезируемую смолу) показали: при замене 5% формальдегида глиокса-

лем эмиссия формальдегида снижается до 4,2 мг/100 г – при улучшении величин физико-механических показателей плиты. Освоению в промышленности синтеза таких смол препятствует отсутствие в России производства глиоксала.

Известно, что повысить интенсивность тепло- и массопереноса в процессах прессования древесных плит, а также скорость конверсии связующего можно модифицированием КФС путём введения в них добавок, характеризующихся высокой теплопроводностью. При использовании тонкодисперсных порошков оксидов и гидроксидов алюминия продолжительность цикла горячего прессования древесностружечного ковра на 10–15% меньше, а прочность продукции выше. Для получения более значительных результатов нужны модификаторы большей теплопроводности.

При проведении аналогичных исследований подобран тонкодисперсный модификатор Al-M (на основе металлического алюминия) для модификации КФС. Разработан специальный приём, позволяющий достичь равномерного распределения этой добавки в растворе КФС и обеспечить устойчивость полученной системы, отвечающей технологическим условиям производства древесных плит. В модельных экспериментах найдены граничные значения расхода модификатора, при которых величина продолжительности процесса отверждения связующего сокращается на 10%, а величина предела прочности клеевого соединения при сдвиге повышается на 30%. Применение модифицированной КФС в производстве ДСП и МДФ позволит сократить продолжительность цикла горячего прессования и обусловит улучшение уровней основных физико-механических показателей плит. Рекомендуемая величина относительного массового содержания модификатора в 55%-ном растворе связующего составляет 0,9–1,1% – в зависимости от заданных параметров изготавляемого материала.

Новое размольное и прессовое оборудование – безусловный залог совершенствования технологического процесса производства древесных плит всех видов – пока подотрасль может получать только по импорту.

Компания Metso Panelboard GmbH поставляет размольные системы EVO для выработки древесного во-

локна. Процесс изготовления волокна начинается с заполнения конического пропарочного бункера сырьём (щепой). Бункер новой модели имеет подвижное дно и может быть использован для обработки смешанного сырья. Конический пропарочный бункер обеспечивает возможность проводить оптимальную пропарку сырья – его прогрев и размягчение.

Шнековый питатель обеспечивает подачу сырья, поддерживает постоянное давление в подогревателе, эффективно отжимает воду, благодаря чему снижаются производственные затраты. Оптимальная геометрия и расширенная зона обезвоживания шнекового питателя обеспечивают низкую влажность сырья, загруженного в подогреватель. Это позволяет снизить подачу пара в подогреватель, а также уменьшить на 10–20% нагрузку на сушилку.

Контроль подачи пара осуществляется через разгрузочный шnek. При его работе пар, образующийся в размольной камере в момент размола сырья, возвращается обратно в подогреватель через трубопровод возврата. При этом сам дефибратор загружается беспрепятственно – даже при значительном перепаде давления в его размольной камере и подогревателе.

Поскольку давление пара в размольной камере выше, чем в подогревателе, то обеспечивается большая продолжительность размола, а высокая концентрация волокна в размольной камере обуславливает более стабильный и качественный помол. Это улучшает однородность волокна – благодаря меньшей относительной массовой доли частиц мелкой фракции.

Сpirальная размольная камера обеспечивает одностороннее движение волокна. Спиральный ход волокна в камере и то, что выдувной клапан открывается строго в направлении потока, – всё это обеспечивает осторожную разгрузку волокна без потерь энергии, возникающих при завихрениях и изменениях формы потока волокна. Сочетание оптимального пространства вокруг ротора и высокоэффективной крыльчатки сводит к минимуму налипание волокна на стенки камеры. Сочетание последней и обычных односторонних размольных сегментов обеспечивает экономию в электроэнергии, составляющую 25–50 кВт/т хвойного волокна. Качество МДФ,

выработанных из такого волокна, отвечает требованиям к ним со стороны мебельного производства.

Высокопроизводительные шлифовальные станки Binos WBS – завершающее звено производства плит, определяющее качество продукции.

Существенный момент технологии шлифования – контроль за распределением нагрузки на различные шлифовальные головки. Поэтому до 85% снимаемого слоя приходится на 2–4 калибровочных элемента, а остальные 15% – на 4 финишные головки. Для калибровочного шлифования в Binos WBS используют головы стальные контактные валы диаметром 450 мм с толщиной стенки 40–60 мм, характеризующиеся большим сопротивлением изгибу.

Подающие ролики диаметром 190 мм покрыты синтетическим износостойким материалом – они расположены в нижней части станка и выполняют роль питателей. Расположенные напротив – в верхней части станка – стальные ролики оснащены резиновыми регулируемыми элементами. Они создают противодавление. Скорость подачи материала контролируется и плавно меняется. Во время работы в автоматическом режиме управление подачей осуществляется электронным способом – в зависимости от нагрузки на электродвигатель подачи. Для достижения одинаково качественного шлифования обеих сторон плит применяют самоцентрирующийся стол: он позволяет снимать одинаковую толщину материала с каждой стороны плиты. Это исключает возможность коробления плит при последующей их обработке. Шлифовальный станок может быть оборудован высокоточной надёжной системой контроля толщины плит по стадиям их калибрования и тонкого шлифования.

Постоянно возрастающие требования потребителей к качеству и эксплуатационным характеристикам древесных плит, усиление конкуренции между производителями, заставляющее их постоянно снижать цену на продукцию (а следовательно, повышать производительность и сокращать производственные издержки), – всё это стимулирует работу по дальнейшему совершенствованию технологии производства древесных плит.

10-я международная научно-практическая конференция по теме “Древесные плиты: теория и практика”

позволила специалистам подотрасли древесных плит обменяться результатами исследований, разработок и производственным опытом. Оценивая реально складывающуюся обс-

тановку, можно сделать вывод: в работе плитной подотрасли деревообрабатывающей промышленности России происходят значительные положительные изменения.

УДК 674.03:061.3

Древесные плиты: теория и практика // Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. 21–22 марта 2007 г. – СПб: СПГЛТА, 2007. – 132 с.

ФОРУМ ДРЕВЕСИНОВЕДОВ В КРАСНОЯРСКЕ

Б.Н. Уголев, председатель Регионального координационного совета по древесиноведению, акад. ИАВС

В октябре 2007 г. в Красноярске – в Институте леса СО РАН имени В.Н.Сукачёва – состоялась Всероссийская конференция “Дендрология и лесоводство”, посвящённая 50-летию Сибирского отделения РАН. В числе организаторов конференции был Региональный координационный совет по древесиноведению (РКСД), что определило направленность значительной части докладов.

В программный комитет конференции, возглавляемый акад. РАН Е.А.Вагановым, входили видные учёные, руководители академических институтов и ректоры вузов. Председателем оргкомитета был акад. ИАВС С.Р.Лоскутов, зам. директора Института леса СО РАН. К конференции были изданы её материалы в виде сборника объёмом 16,5 п.л., в котором представлены 69 докладов от 33 организаций 24 городов России, а также Киргизии, Латвии, Польши и Украины.

С приветствием участникам конференции обратился председатель программного комитета, ректор Сибирского федерального университета

та, научный руководитель Института леса акад. РАН Е.А.Ваганов; о пятидесятилетней истории СО РАН и деятельности Института леса рассказал один из его бывших директоров Е.С.Петренко.

На пленарном заседании с докладом “Исторические вехи отечественного древесиноведения” выступил Б.Н.Уголев. Им были освещены основные события более чем вековой истории отечественного древесиноведения. В исследованиях Д.Н.Кайгородова, Н.А.Филиппова, С.А.Богословского, В.А.Петровского, проведённых в начале прошлого века, содержатся данные о свойствах древесины отдельных пород. Разрозненные сведения о древесине оформляются в научную дисциплину при создании учебных программ и написании учебников.

У истоков древесиноведения стояли выдающиеся учёные и педагоги: корифей лесоводства Г.Ф.Морозов, а также С.И.Ванин и Л.М.Перельгин – основатели ленинградской (преимущественно биологической) и московской (преимущественно техничес-

кой) школ древесиноведения.

Систематические широкие исследования древесины были выполнены в 20–30-х годах. В 1932 г. С.И.Ванин организовал – в Ленинградской лесотехнической академии – первую в нашей стране кафедру древесиноведения. В 1935 г. Л.М.Перельгин разработал первый ГОСТ на методы физико-механических испытаний древесины. И.С.Мелехов и Л.А.Иванов выполнили классические работы по исследованию соответственно качества древесины северной сосны и строения древесины, А.Х.Певцов разработал метод определения ударной твёрдости древесины и написал – совместно с Л.М.Перельгиным – капитальный труд “Механические свойства и испытания древесины” (1934 г.), Е.И.Савков – автор первых книг по физико-механическим свойствам древесины, изданных для Военно-инженерной академии, Н.Н.Чулицкий исследовал – во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМе) – свойства древесины и режимы её сушки, Б.А.Поснов предпринял попытку расчёта сушильных



Г.Ф. Морозов
(1867 – 1920)



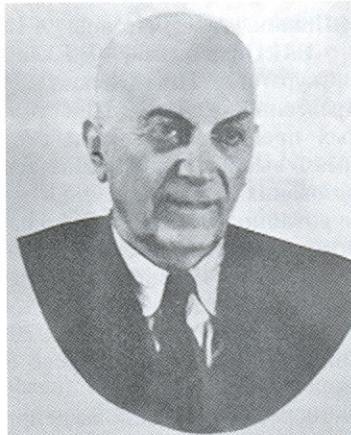
С.И. Ванин
(1890 – 1951)



Л.М. Перельгин
(1891 – 1959)



А.Х Певцов
(1880 – 1952)



Е.И. Савков
(1884 – 1979)



Н.Н. Чулицкий
(1902 – 1960)

напряжений в древесине как упруго-вязком материале.

В послевоенный период продолжались широкие исследования свойств древесины в академических институтах; в отраслевых институтах разных ведомств: лесной и деревообрабатывающей промышленности (ЦНИИМОДе, ВНИИДреве, СвердНИИПДреве, ЦНИИФе и др.), строительства (ЦНИИСКе, НИИ-200, МИСИ, ЛИСИ и др.), путей сообщения (Институте пути, МИИТе, ЛИЖДе и др.), сельского хозяйства; во всех вузах лесного профиля.

Среди учёных этого периода плодотворно работали:

в области анатомии древесины – В.Е.Вихров, А.А.Яценко-Хмелевский, В.Е.Москалёва и др.;

в области механических свойств древесины – Ф.П.Белянкин (деформативность древесины), П.Н.Хухрянский (прессованная древесина, её прочность), Ю.М.Иванов (предел пластического течения древесины), Н.Л.Леонтьев (упругость и длительная прочность древесины и разработка стандартов на механические

испытания последней), Е.К.Ашкенази (анизотропия древесины), Б.И.Огарков (деформативность натуральной и прессованной древесины), Г.Г.Карлсен, В.Н.Быковский, В.Ф.Яценко, Ю.С.Соболев (древесина как конструкционный материал), К.А.Роценс, В.М.Хрулёв (древесные композиты) и др.;

в области физических свойств древесины – Ю.М.Иванов (давление набухания, длительная прочность), В.А.Баженов (проницаемость, пьезоэлектрические свойства), П.С.Серговский (влагопроводность), И.В.Кречетов (равновесная влажность), Б.С.Чудинов (тепловые и влажностные свойства), Б.Н.Уголев (сушильные напряжения), Б.К.Лакатош (дефектоскопия), В.А.Бирюков (диэлектрические свойства), Я.А.Долацис (радиационно-химическое модифицирование), Ю.М.Сырников (электрические свойства), О.И.Полубояринов (плотность), Г.С.Шубин (теплофизические свойства древесины) и др.;

в области пороков древесины и других проблем её качества – А.Т.Вакин, С.Н.Горшин, О.И.Полубоярин-

нов, В.А.Соловьёв, П.И.Рыкачев, И.А.Чернцов, Е.И.Мейер, И.Г.Крапивина, И.К.Черкасов, Е.В.Харук и др.

Достижения отечественных древесиноведов способствовали успешному развитию стандартизации, в том числе международной, в области методов испытания древесины, выявления и измерения её пороков.

Широкий масштаб исследования свойств древесины в нашей стране потребовал создания соответствующего координационного органа.

В 1968 г. при Институте леса и древесины (г. Красноярск) был создан Совет по координации древесиноведческих исследований под председательством Б.С.Чудинова. Годичные сессии Совета проходили в разных городах страны. Были проведены три крупные всесоюзные конференции: в Минске (1971 г.), Воронеже (1981 г.) и Красноярске (1987 г.).

В 1990 г. Совет был передан в ведение Госкомитета по науке и технике СССР и начал функционировать при МЛТИ (МГУЛе) как Региональный координационный совет по дре-



В.А. Баженов
(1911 – 1992)



П.С. Серговский
(1912 – 1992)



Б.С. Чудинов
(1920 – 2004)



О.И. Полубояринов
(1931 – 2003)

весиноведению (РКСД). С 1991 г. РКСД находится под эгидой Международной академии наук о древесине (ИАВС).

В настоящее время РКСД является региональным межгосударственным органом – в нём представлены 10 стран: Белоруссия, Болгария, Венгрия, Грузия, Латвия, Польша, Россия, Словакия, Украина, Эстония. В РКСД входят ведущие древесиноведы вузов и академических институтов из многих городов России.

Ежегодно издаётся бюллетень «Информация РКСД». Совет поддерживает связь с более чем 20 странами и приобрёл авторитет крупного научно-информационного центра.

С 1997 г. РКСД ведёт Реестр экспертов высшей квалификации в области древесиноведения и сопредельных технологических дисциплин. Реестр, включающий более 120 экспертов из России и ряда других стран, выпускается в виде отдельных изданий, публикуется в журнале «Деревообрабатывающая промышленность» и размещается в Интернете. В Реестр входят эксперты из всех регионов страны (что обеспечивает доступность экспертных услуг), а также из ряда зарубежных стран.

В 2004 г. РКСД включён в структуру УМО и рассматривает проблемы древесиноведческой подготовки специалистов.

В московский период деятельности РКСД провёл выездные сессии и семинары во многих городах страны: Москве и городах Московской обл., Петрозаводске, Екатеринбурге, Йошкар-Оле, Костроме.

Были организованы крупные международные симпозиумы «Строение, свойства и качество древесины»: в Москве (1990 г. и 1996 г.), Петрозаводске (2000 г.), С.-Петербурге (2004 г.); на четвёртом симпозиуме были представлены 220 докладов из 25 стран Европы, Азии и Америки. По материалам симпозиумов издавались труды; объём трудов четвёртого симпозиума составил 74,5 п.л. На каждом симпозиуме разрабатывается перечень перспективных направлений древесиноведения и сопредельных дисциплин.

За последние два десятилетия существенный вклад в развитие древесиноведения внесли следующие учёные: В.П.Галкин, Н.В.Дзыга, И.П.Дейнеко, В.Н.Ермолин, Л.М.Ковалчук, В.А.Козлов, Т.К.Курьянова, Ю.Г.Лапшин, С.Р.Лоскутов, В.И.Мелехов,

И.И.Пищик, А.Д.Платонов, А.И.Расев, Е.Н.Покровская, В.Г.Санаев, Н.В.Скуратов, А.Н.Чубинский и др.

Древесиноведение – один из ключевых предметов в учебных программах высшего лесотехнического образования. Систематизации и популяризации знаний о древесине способствовали вузовские учебники С.И.Ванина (1932, 1940, 1949), Л.М.Перельгина (1949, 1957, 1969) и Б.Н.Уголева (1975, 1986, 2001, 2007).

Конференция в Красноярске проходила в трёх секциях:

I – теоретические основы дендроэкологии и биологическое древесиноведение;

II – использование методов дендроэкологии в лесоведении;

III – техническое древесиноведение.

В докладах, представленных на секции технического древесиноведения, рассматривались следующие проблемы:

прогнозирование механических свойств древесно-цементных композитов путём решения задачи о нагруженно-деформированном состоянии линейно-упругого материала (В.И.Запруднов, Москва);

влияние ультразвука высокой мощности на структуру и химический состав древесины дуба черешчатого (Г.Ф.Антонова, Н.Н.Коновалова и др., Красноярск и Черноголовка Московской обл.);

воздействие температуры на древесину дуба черешчатого для интенсификации процесса сушки (Т.К.Курьянова, Н.Е.Косиченко, А.Д.Платонов, Воронеж);

контроль свойств древесины с помощью органических жидкостей как молекулярных зондов, используемых в системе экологического мониторинга (С.Р.Лоскутов, А.А.Анискин, Г.В.Пермякова, Красноярск);

анатомические особенности, химические, физико-механические и другие характеристики древесины черешни, произрастающей в Латвии (Я.А.Долацис, Ю.С.Хрол, Г.Я.Павлович и др., Рига);

математическое описание процесса сушки пиломатериалов и метод расчёта кинетики сушки сосновых пиломатериалов с учётом термовлагопроводности (Е.А.Пинчевская, Киев);

методика датирования древесины для подбора материала при реставрации деревянных исторических и культурных памятников (И.И.Пищик, Москва);

определение термодинамических характеристик древесины с целью прогнозирования долговечности деревянных конструкций;

использование физико-механических характеристик элементов мезоструктуры поверхности древесины (В.Г.Санаев, Мытищи);

определение коэффициента молярного переноса влаги для моделирования тепломассообмена внутри пиломатериалов при вакуумной сушке (Р.Р.Сафин, Р.Г.Сафин, Р.М.Иманаев, Казань);

общёенные кинетические параметры парообразования для расчёта внутренних источников теплоты и массы при интенсивном нагреве берёзовой стружки (Ю.П.Семёнов, М.Г.Ермоченков, А.Г.Евстигнеев, Т.В.Кувик, Мытищи);

химический состав и свойства древесины памятников деревянного зодчества (Е.Н.Покровская, Москва);

связь концентраций атомов кальция с денситометрическими, гистометрическими и рентгенографическими характеристиками годичных слоёв ели сибирской (П.П.Силкин, А.Д.Шапоренко, А.В.Кирдянов, И.В.Брешко, Красноярск);

влияние лесорастительных условий Запада Украины на качество древесины сосны обыкновенной как материала для деревянных конструкций (Н.Н.Сопушинский, И.С.Винтонив, П.В.Билей, Львов);

влажностные и силовые деформации древесины (Б.Н.Уголев, В.П.Галкин, Г.А.Горбачёва, А.В.Баженов, Мытищи и Черноголовка). В этой работе МГУЛа и ИФТТ РАН приведены результаты ИК-спектроскопического исследования структуры древесины и её физико-механических испытаний. Показано, что изменения вnanoструктуре нагруженной древесины при сушке приводят к увеличению её жёсткости вследствие не только снижения влажности, но и дополнительного воздействия усилий. Обнаруженные явления должны учитываться при расчёте величины замороженных деформаций, определяющих эффект деформационной памяти древесины.

В рамках конференции была проведена очередная годичная сессия РКСД. С отчётым докладом выступил Б.Н.Уголев, который рассказал о проведённых работах РКСД по древесиноведческой экспертизе проектов национальных стандартов на круглые лесоматериалы и пиломате-

риалы, написанию учебников и учебных пособий, а также по другим направлениям. Он также сделал сообщение – по материалам, предоставленным акад. ИАВС Вальтером Лизе (Германия), – об истории электронно-микроскопического исследования структуры древесины.

Был отмечен вклад в древесиноведение следующих членов РКСД: засл. деятеля науки РФ, проф., д-ра техн. наук Л.М.Ковальчука (ЦНИИСК, Москва) – в связи с его 80-летием; канд. техн. наук Т.К.Курьяновой (ВГЛТА, Воронеж) – в связи с её 70-летием. С прискорбием сообщено о кончине проф., д-ра с-х наук Е.В.Харук, много лет проработавшей в СибГТУ (Красноярск).

Кроме докладов, опубликованных в материалах конференции, поступило около 40 письменных сообщений от членов РКСД и членов Реестра экспертов о результатах их научно-исследовательской и экспертной деятельности в области древесиноведения и прикладных дисциплин. Отметим некоторые из числа сообщений, относящихся к области технического древесиноведения:

А.Е.Анохин (ОАО “МЭЗ ДСП и Д”, Подрезково Московской обл.). Разработана технология изготовления сверхнизкотоксичных ДСП, фанеры, мебельных деталей классов Е0 и супер Е0.

П.А.Бехта (НУ ЛТУ, Львов, Украина). Исследовано влияние предварительного уплотнения лущёного шпона на его физико-механические свойства.

Г.Бльскова (СЛИ, София, Болгария). Исследуются структура и свойства древесины и коры пород Болгарии, в том числе качество резонансной древесины.

С.М.Герасюта (СПГЛТА, С.-Петербург). Методами фрактальной математики исследовано изменение пор древесины в процессе сушки.

И.П.Дейнеко (СПГЛТА, С.-Петербург). Изучены особенности химического состава отдельных частей коры (корки и луба) сосны по высоте ствола.

М.В.Кистерная (ФГУК “Музей-заповедник “Кижи”), В.А.Козлов (Институт леса Карельского научного центра РАН). Продолжаются исследования по проекту “Защита культурного наследия от биоповреждений экологически безопасными методами”.

Н.Т.Коновалов (ИФТТ РАН, Чер-

ноголовка). Проведены работы по оценке величины коэффициента затухания скорости распространения ультразвука в выдержанной древесине дуба.

Н.Е.Косиченко, А.В.Киселёва, И.Н.Вариводина, С.Н.Снегирёва (ВГЛТА, Воронеж). Исследована взаимосвязь пористости и структуры образцов древесины, представляющих различные группы древесных пород, с плотностью образцов.

А.К.Курицын (ООО “Лесэксперт”, Москва). Разработаны и представлены для публичного обсуждения проекты девяти новых основополагающих национальных стандартов на круглые лесоматериалы и пиломатериалы.

Т.К.Курьянова, А.Д.Платонов (ВГЛТА, Воронеж). Исследовано влияние полимерной четвертичной соли аммония на продолжительность сушки древесины и некоторые её свойства.

С.Курятко (Зволенский технический университет, Словакия). Исследуются качество древесины и других лигноцеллюлозных, возможность повторного использования старой древесины, деревянные конструкции и сооружения, экономические и маркетинговые аспекты процессов переработки и использования древесного сырья.

В.И.Мелехов (АГТУ, Архангельск). Исследуется качество древесины хвойных пород в культурах, созданных в различных условиях северо-западного региона средней и южной подзоны тайги. Разработаны цифровой метод изучения строения древесины, соответствующая установка и программное обеспечение, система архивирования результатов. Продолжены исследования возможности интенсификации процессов влагопереноса в древесине с помощью электроакустического поля.

В.Молиньски (ПСУ, Польша). Выявлена изменчивость угла наклона микрофибрилл в тангенциальных стенках трахеид вдоль ширины отдельных годичных слоёв древесины лиственницы. Выявлена зависимость модуля упругости древесины лиственницы при сжатии вдоль волокон от угла наклона микрофибрилл. Продолжены исследования ползучести древесины лиственницы при изгибе в условиях периодических несимметричных изменений её влажности. Установлен максимальный уровень изгибных напряжений,

до которого наблюдается линейно-упругая зависимость деформаций древесины от напряжений.

В.И.Онегин, А.Н.Чубинский (СПГЛТА, С.-Петербург). Проведены исследования в области идентификации древесных пород, защиты древесины, моделирования процессов склеивания и отделки.

С.Н.Рыкунин (МГУЛ, Москва). Изучались размерно-качественные характеристики берёзовых круглых лесоматериалов.

Б.Д.Руденко (СибГТУ, Красноярск). Изучено влияние состава древесно-цементных композиций из вафельной стружки на их физико-механические свойства.

Р.Р.Сафин (КГТУ, Казань). Разработаны усовершенствованные технологические режимы сушки пиломатериалов вакуумно-кондуктивным способом. Проведены исследования по газификации древесины, а также по сушке массивной древесины путём применения осциллирующих режимов с периодическим подводом тепловой энергии от гидрофобных жидкостей.

В.И.Федюков (МарГТУ, Йошкар-Ола). Выполняются работы по целевому (для изготовления панелей зрительного зала Большого театра России) отбору резонансной древесины ели в лесах Мордовии и сертификации отобранных образцов.

Конференция и сессия РКСД ещё раз показали, что оптимальные решения древесиноведческих проблем могут быть получены на основе междисциплинарного подхода. Достижения науки, экспериментаторской техники позволяют ещё глубже проникнуть в микромир древесины, или, как теперь принято говорить, в её наноструктуру.

Результаты исследования наноструктуры древесины и биоподражательные приёмы позволяют создать основы для разработки эффективных нанокомпозитов и нанотехнологий.

Древесина – природный интеллектуальный материал, полезно реагирующий на внешние воздействия. Она, например, обладает эффектом “памяти формы” – основным признаком искусственных материалов такого вида.

Древесина (прекрасный дар живой природы), характеризующаяся исключительно ценным набором свойств, жизненно необходима человеку в настоящем и, несомненно, является материалом будущего.

МЕБЕЛЬ-ТРАНСФОРМЕР ПРОШЛОГО – ПРОТОТИП ИНТЕРАКТИВНОЙ МЕБЕЛИ БУДУЩЕГО

В 2007 г. ООО “Издательский дом “Ноосфера СПб” выпустило в свет тиражом 2000 экз. научно-популярное издание “Мебель-трансформер. Исторические прототипы интерактивной мебели будущего”, содержащее 128 стр. текста с цветными иллюстрациями. Автор – преподаватель Санкт-Петербургской государственной художественно-промышленной академии имени А.Л.Штиглица профессор М.И.Канева.

Издание выпущено при поддержке со стороны Комитета по печати и взаимодействию со средствами массовой информации Санкт-Петербурга. Оно адресовано проектировщикам, конструкторам и производителям мебели, студентам профильных вузов, потребителям мебели.

Книга содержит краткий исторический очерк, показывающий развитие идеи мебели-трансформера, которое началось в глубине веков и с той или иной широтой протекало в разные исторические периоды – с такими разнообразными целями, как портативность (обеспечивающая удобство транспортировки и хранения), многофункциональность, повышенная комфортность, а порой и секретность доступа в скрытые объёмы и даже занимательность преобразований, нередко весьма эффектных. Более подробно рассмотрены некоторые типы походной, комбинированной и регулируемой мебели включая не заслуженно забытые.

Эта книга подводит итог без малого сорокалетней работы автора по исследованию истории различных направлений развития сферы проектирования и производства мебели. В этой истории его интересуют не столько изменения стилеобразования, сколько факторы, влияющие на формирование функциональных качеств мебели и повышающие её потребительские свойства. Автором показано: весьма устойчивое направление развития упомянутой сферы – разработка трансформируемой мебели.

На ранних стадиях развития в древности сформировались основные архетипы мебели, удовлетворяющие самые существенные потребности человека: лежать, сидеть, хранить припасы, иметь под рукой плоскость для выполнения определённых действий. В последующие периоды развития возникла и стала крепнуть тенденция к отражению имущественного и общественного статуса личности владельца мебели. Пик развития столярного мастерства пришёлся на XVIII в., в XIX в. были освоены исторические стили прошлого и свершился технологический прорыв к становлению серийного изготовления и массового производства мебели, а также сферы дизайна, или художественного проектирования мебели. В настоящее время наряду с новыми тенденциями развития производства мебели продолжают бытовать тенденции историзма. В связи с этим правомерен ключевой вопрос: какое новое качество станет характерным для мебели XXI в., уже получившего наименование информационной и коммуникативной эпохи?

Для индустриального XX в. характерна урбанизация, превратившая в горожан более половины населения планеты. Результатом стало создание такой искусственной среды, которая представляет собой в значительной степени анимированный мир, населённый разнообразными

средствами транспорта, застроенный сооружениями, начинёнными эскалаторами, лифтами, средствами связи и приборами бытовой техники. Коммуникативные технологии XXI в. наделяют объекты этого мира элементами искусственного интеллекта, обеспечивающими возможность активного взаимодействия человека с упомянутыми объектами.

Новое пока для нас слово “интерактивность”, вероятно, будет ещё более широко употребляться по мере распространения бытовых предметов, наделённых элементами искусственного интеллекта. Это слово пришло к нам из английского языка, где “interaction” (от лат. *inter* – между и *actus* – действие) означает “взаимодействие”. Интерактивным называется объект, способный активно взаимодействовать с человеком. Например, реально создана система, объединяющая все средства жизнеобеспечения человека. Это так называемый “умный дом”, в котором в единую систему связаны все электрические приборы включая приборы освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования и охранной сигнализации, а также аудио- и видеоаппаратура. Управлять этой системой и её отдельными составляющими можно с соответствующего переносного пульта, находясь в любой точке дома или квартиры и даже вне дома (с помощью мобильного телефона или сети Интернет). Элементы этой системы могут также включаться и отключаться, реагируя на голосовую команду или хлопок в ладоши.

Вполне естественно, что в “умном доме” должна быть “умная мебель”. Сейчас, в эпоху коммуникативных технологий, появляется реальная возможность избавить человека от необходимости как-то приспособливаться к мебели, ибо уже есть средства придать мебели способность приоравливаться к потребностям человека и соответствовать его личному представлению о комфорте. Здесь уместно напомнить о тенденции к созданию мебельных трансформеров. Уже стали привычны регулируемые офисные сиденья, и это главный признак укрепления тенденции. Разработаны и воплощены конструкции кроватей, позволяющие менять продольный профиль ложа с помощью электропривода. Разрабатываются конструкции “растущей” вместе с ребёнком детской мебели. Исторический опыт показывает, что номенклатуру мебельных трансформеров можно значительно расширить. Для дизайнеров открывается широкое поле деятельности по разработке не только предметов “умной мебели”, но, главное, новой концепции жилища, созвучной прогрессивным тенденциям развития современного общества.

В истории мебели было по крайней мере три периода, когда российская мебель характеризовалась выдающимся уровнем качества и дизайна: первая треть XIX в. (мебель русского классицизма), вторая половина XIX в. (мебель русского национального романтизма), 20-е годы XX в. (мебель русского художественного авангарда). В XXI в. российские мебельщики, инвестируя денежные средства в разработку новой концепции жилища и новых образцов “умной мебели”, могли бы с успехом занять свободную пока нишу интерактивной мебели, перспективность которой бесспорна.

Сооружения, выполненные с применением КДК



Теннисный корт в г. Раменском



Бассейн на ул. Воронцовские пруды в г. Москве



Мост на 102-м километре МКАДа



Центральный выставочный зал "Манеж"



Торговый центр "Кружало" в г. Якутске



Спортивный зал Горного института в г. С.-Петербурге

К статье С.Б. Турковского "Обобщение результатов исследования и опыта применения сборных клеёных деревянных конструкций системы ЦНИИСКА"