

Дерево

ISSN 0011-9008

обработка
промышленность

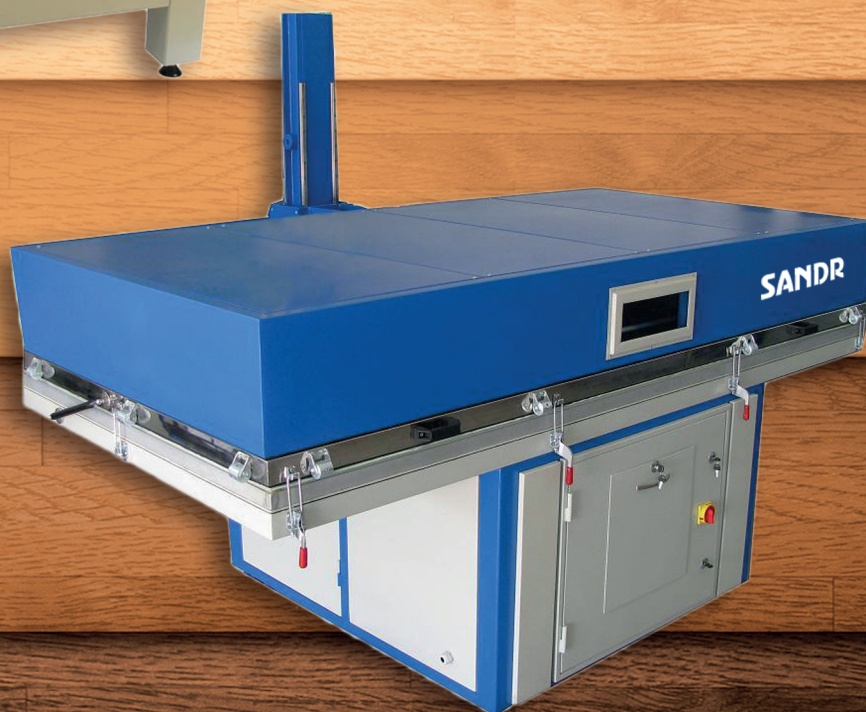
4/2012

НПП "ПРОГРЕСС"



**Фрезерный станок
с ЧПУ по дереву**

**Вакуумный
пресс**



Россия, г. Москва, ул. Пролетарская, 23, т.: 8-927-684-20-79



Группа компаний

“Экодрев–Тверь”

КОТЛЫ И ТЕПЛОВЕНТИЛЯТОРЫ

Топливо: деревоотходы, отходы ДСП, МДФ.

КОМПЛЕКТНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ

*для теплоснабжения сушильных камер и отопления производственных помещений
топливные механизированные склады объемом
от 10 до 1000 куб.метров.*



УЧАСТКИ СУШКИ ОПИЛОК И ЩЕПЫ

*производительность 1- 4 т/ч
на базе барабанных и конвейерных агрегатов*



ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА PELLETS

Экодрев-Тверь не только производит и продаёт отличное оборудование для гранулирования, брикетирования и сушки опилок и других древесных отходов, но и предоставляет все необходимые сопутствующие услуги:

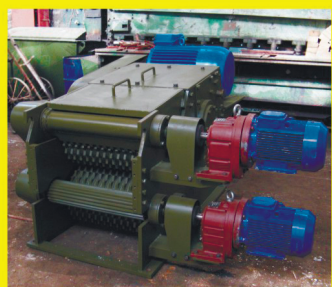
- * инжиниринг,*
- * проектирование,*
- * доставка а/м и ж/д транспортом,*
- * монтаж,*
- * шеф-монтаж,*
- * пуско-наладка,*
- * обучение персонала,*
- * гарантийное и сервисное обслуживание*



г.Тверь, пос. Васильевский Мох, ул. Ленина, 3

тел.:+7(4822) 382-180, 382-181, 382-182

e-mail: ekodrev@bk.ru www.ekodrev.ru www.biodrev.ru





Производство лесопильного
оборудования



(8443) 41-05-41
WWW.GRIZLY.RU

Лесопильные
линии

Угловые станки
"Гризли"

Брусующие
станки

Многопильные
станки

Кромкообрезные
станки

Горбыльные
станки

Торцовочные
станки

Заточные
станки

Околостаночное
оборудование

ИТАЛИЯ

на выставке

ТЕХНОЛОГИИ
ДЕРЕВООБРАБОТКИ
Made in Italy

ЛЕСДРЕВМАШ 2012

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию

22 – 26 октября 2012

Выставочный комплекс на Красной Пресне ЭКСПОЦЕНТР,
Москва, Краснопресненская наб.14

Павильон 8 зал 1

ITALIA 

Посольство Италии
Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ)

 **ACIMALL**

Ассоциация итальянских производителей оборудования
и принадлежностей для деревообработки

Для справок: Посольство Италии, Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ), 123610, Москва, Краснопресненская наб., д.12, офис 1202.
Тел. (495) 9670275/77/78, факс (495) 9670274/79, e-mail: mosca@ice.it, www.italtrade.com/rossija

Дерево

ISSN 0011-9008

обрабатывающая 4/2012 промышленность

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:
главный редактор
д.т.н., проф. **Р.Р. Сафин**

зам. главного редактора
к.т.н., доц. **Е.Ю. Разумов**

зам. главного редактора
А.В. Ермошина

д.т.н., проф. **С.Н. Рыкунин**
д.т.н., проф. **Р.Г. Сафин**
д.т.н., проф. **Б.М. Рыбин**
д.т.н., проф. **Ю.П. Семенов**
д.т.н., проф. **В.Н. Башкиров**
д.с.н., проф. **Е.М. Романов**
д.т.н., проф. **А.С. Торопов**
д.т.н., проф. **В.А. Лашков**
д.т.н., проф. **П.М. Мазуркин**
д.т.н., проф. **Е.М. Царев**
д.т.н., проф. **Б.Н. Уголев**

Зам. главного редактора
ответственный за
международную ред. коллегия
doc.ing.CSc. **Stefan Barcik**
(Czech University of Life
Sciences in Prague, Czech)

e-mail: barcik@fld.czu.cz
тел.: +420 725 730 248

Dr. prof. **Vlado Goglia**
Univerzity of Zagreb, Croatia
Dr. prof. **Ruzica Beljo Lucic**
Univerzity of Zagreb, Croatia
Dr. prof. **Nencho Delijski**
University of Forestry, Bulgaria
Dr. prof. **Ladislav Dzurenda**
Technical University, Slovakia
Dr. prof. **Etele Csanady**
University of West Hungary
Dr. prof. **Alfred Teishinger Boku**
University of Natural Resources
and Applied Life Sciences, Austria

Дорогие читатели!

От лица редакции журнала сердечно приветствую Вас и благодарю за то, что Вы с нами уже 60 лет! Именно эту юбилейную дату празднует наш журнал в этом году. Все эти годы основной целью журнала было и остается научно-информационное содействие техническому и экономическому прогрессу в деревообрабатывающей промышленности и смежных с нею отраслях. Журнал освещает наиболее передовые разработки ученых и специалистов в области деревообработки, благодаря чему журнал хорошо известен в России, странах СНГ и дальнем зарубежье. При этом журнал не стоит на месте, постоянно расширяя спектр тем, интересных нашим читателям. Так, в свой юбилейный год журнал расширяет формат, предлагая читателям три основных раздела: «События и факты», где освещаются последние новости и анонсируются предстоящие мероприятия; «Научные публикации», где размещаются научные статьи на русском и английском языках, прошедшие строгое рецензирование международной редакционной коллегией журнала, в который входят ведущие ученые России и Европы, статьи, включаемые в данный раздел, соответствуют требованиям Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации и могут быть засчитаны при соискании ученых степеней доктора и кандидата наук; основной целью раздела «Производство» является обмен опытом между передовыми производителями и всеми участниками рынка деревообработки, раздел содержит информацию о современных технологиях и оборудовании для деревообрабатывающих и мебельных предприятий.

Надеемся, Вы сможете найти интересующую Вас информацию на страницах нашего журнала. Мы всегда открыты для общения и совместного принятия решения по повышению читательского интереса.

С уважением,
главный редактор,
д.т.н., проф. Сафин Руслан Рушанович

Директор журнала

Хасанишин Руслан Ромелевич
тел.: 8-902-329-80-98
e-mail: info@dop1952.ru

Директор по рекламе

Жданов Сергей Николаевич
моб. тел.: +7-927-889-21-11
e-mail: 458424@mail.ru

Менеджер по связям
с общественностью

Тарасова Анна Николаевна
тел.: 8-967-756-28-82
e-mail: info@dop1952.ru

Дизайн

Ерухимова
Анна Владимировна

«Деревообрабатывающая
промышленность», 2012

Свидетельство о регистрации
СМИ в Роскомпечати
№ 014990

Сдано в набор 15.09.2012.
Подписано в печать
25.09.2012.

Формат бумаги 60x88/8
Усл. печ. л. 8
Тираж 12000 экз. Заказ 4726
Цена свободная

ООО «Типография
«Вертикаль»

Адрес редакции:
117303, Москва, ул. Малая
Юшуньская, д. 1, корп. 1,
Тел.: 8 904 763 52 89

www.dop1952.ru
e-mail: info@dop1952.ru

Подписка:
subscribe@dop1952.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ (ИЗ АРХИВА ЖУРНАЛ)

Применение метода Ф. Ковалева на спичечной фабрике «Гигант»	3
--	---

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Игнатъева Г.И., Левашко Л.И., Байгильдеева Е.И.</i> Получение поризованного арболита из отходов деревообработки	6
<i>Сафин Р.Г., Просвирников Д.Б., Салдаев В.А.</i> Особенности переработки древесных материалов методом паровзрывного автогидролиза и технологические пути использования получаемого лигноцеллюлозного продукта	8
<i>Зиятдинова Д.Ф., Мозохин М.А.</i> Разработка энерго и ресурсосбережений технологии газоочистки при сульфатной варке целлюлозы	14

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

<i>Сафин Р.Р., Мухаметзянов Ш.Р.</i> Исследование процессов вакуумной сушки пиломатериалов при конвективных методах подвода тепла	20
<i>Галаявтединов Н.Р., Зиятдинова А.Р.</i> Осциллирующая сушка в гидрофильных жидкостях	25
<i>Хасанишин Р.Р., Валиев Ф.Г.</i> Термомодифицирование измельченной древесины в процессе производства древесно-наполненных композитов	27
<i>Ахметова Д.А., Данилова Р.В.</i> Разработка энергосберегающей технологии термомодифицирования древесины	31
<i>Белякова Е.А., Бодылевская Т.А.</i> Тепломассоперенос в процессе сушки-пропитки древесины в жидких средах	36

ДЕРЕВЯННАЯ АРХИТЕКТУРА

<i>Попов В.А.</i> Деревянное зодчество: мировоззрение и техника	41
--	----

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ

<i>Сафина А.В.</i> Структурные преобразования лесопромышленного комплекса Республики Татарстан в сфере глубокой переработки древесины	45
---	----

ПРОИЗВОДСТВО

<i>Грачев А.Н., Валеев И.А.</i> Современные технологии энергосбережения в деревообрабатывающей промышленности	48
<i>Шургин А.И., Волдаев М.Н.</i> Передовые кадры для лесного комплекса	51
<i>Баскаева Н.</i> Фахверк: технология с 700 летней историей	53
<i>Тришкин М.</i> Как быстро и гарантировано сертифицировать лесопромышленное предприятие по FSC/PEFC?	55
<i>Гольцев В.</i> Как сократить затраты на древесину, не снижая объемов заготовки?	56

THE HISTORY PAGES (ARCHIVE OF THE JOURNAL)

Application of F. Kovalev method at the match factory «GIGANT»	3
---	---

SCIENTIFIC PAPER

RATIONAL NATURE MANAGEMENT

<i>Igtanieva G.I., Levashko L.I., Baigildeeva E.I.</i> Production of porous wood concrete from waste wood.....	6
<i>Safin R.G., Prosvirnikov D.B., Saldaev V.A.</i> Features of wood product processing by the method of steam explosive autohydrolysis and technological ways to use the resulting lignocellulosic product	8
<i>Ziatdinova D.F., Mozokhin M.A.</i> Working out of energy and resource saving technologies of gas purification for sulphate pulpung	14

NEW TECHNOLOGIES OF DRYING AND THERMAL TREATMENT OF WOOD

<i>Safin R.R., Mukhametzyanov Sh.R.</i> Studies on the processes of lumber vacuum drying in the convective heat methods	20
<i>Galyavetdinov N.R., Ziytdinova A.P.</i> Oscillating drying in hydrophilic liquids	25
<i>Khasanshin R.R., Valiev F.G.</i> Thermal treatment of milled wood in the production process of wood-filled composites	27
<i>Akhmetova D.A., Danilkova R.V.</i> Development of energy-saving technology of wood thermomodification	31
<i>Belyakova E.A., Bodilevskaya T.A.</i> Heat and mass transfer in the process of drying and impregnation in liquid media.....	36

WOODEN ARCHITECTURE

<i>Popov V.A.</i> Wooden architecture: world view and technology	41
---	----

SECTOR ECONOMICS

<i>Safina A.V.</i> Structural transformation of timber industry complex of Tatar Republic in wood processing	45
---	----

INDUSTRY

<i>Gratchev A.N., Valeev I.A.</i> Modern energy-saving technology in the woodworking industry	48
<i>Shurgin A.I., Voldaev M.N.</i> Leading personnel for the forest industry	51
<i>Baskaeva N.</i> Fachwerk: a 700- year old technology	53
<i>Trishkina M.</i> How to guarantee fast certification of forestry enterprise according to FSC / PEFC?	55
<i>Goltsev V.</i> How to reduce the cost of wood without reducing the volume of procurement?	56

ОБМЕН ОПЫТОМ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА Ф. КОВАЛЕВА НА СПИЧЕЧНОЙ ФАБРИКЕ „ГИГАНТ“

В. А. ПОСПЕЛОВ

Главный инженер фабрики „Гигант“

Метод инж. Ф. Л. Ковалева по изучению и распространению стахановского опыта работы нашел живой интерес у коллектива нашей фабрики, потому что поточно-массовый характер спичечного производства открывает широкие перспективы для внедрения этого метода.

Сначала мы провели совещание, на котором актив фабрики ознакомился с сущностью метода Ф. Ковалева. Затем группе инженерно-технических работников совместно с нормировщиками было поручено выявить, изучить и описать опыт работы, организацию рабочего места лучших стахановцев массовых профессий: лущения, клейки, этикетировки и набивки коробок.

В этой работе приняли участие работники бюро технического нормирования и лучшие стахановцы фабрики К. Н. Суетова, М. В. Бочаров, А. Н. Сахарова и др.

Во главе этого дела стал технический совет. Он должен был решить, какие методы и приемы заслуживают распространения. Организация обучения была возложена на специального работника-методиста. Начали со стадии лущения. Изучили опыт работы лущильщика шпона для наружной коробки М. В. Бочарова из «бригады отличного качества», которая перевыполняет нормы выработки в среднем на 35%.

Лущильщик Бочаров продуманно подготавливает свое рабочее место. Поступающие на станок чурaki он сортирует по диаметру и качеству, чтобы в процессе работы не приспособливаться к каждому чурaku. Сам подготавливает резачковую колодочку станка. Своим приемам он обучил пять бригад на лущении тонкой ленты.

Особенностью в работе т. Бочарова является согласованность его движений с движениями помощника. Так, во время вставки чурака лущильщиком помощник подводит винт шпинделя, сообразуясь с длиной чурака. Тянульщицы шпона во время заправки чурака выравнивают клад и подбирают концы. В тот момент, когда т. Бочаров поднимает торец чурака к правому шпинделю (заправив предварительно чурак в левый шпиндель), помощник зажимает чурак в шпинделях так, чтобы он только

держался в них (предварительный зажим), и пускает станок. В то время, когда т. Бочаров окончательно зажимает чурак в шпинделях, тормозя маховик, его помощник подводит суппорт к чурaku.

Благодаря согласованности движений время на заправку чурака сократилось до 12—13 сек., тогда как у других лущильщиков на это затрачивается 17—20 сек. Среднее перевыполнение норм выработки лущильщиками шпона для наружных коробок на фабрике за 1951 г. составило 25%.

Был изучен и принят для внедрения способ заправки клейных машин бобинами без остановки машин клейщицы К. Н. Суетовой. Сущность его состоит в том, что до полного израсходования бумаги в бобине с нее сматывается 5—6 м бумажной ленты и, пока машина это срабатывает, машинистка меняет бобину, склеивая концы бумаги размотанной бобины и вновь вставленной.

У т. Суетовой также был изучен и принят для внедрения второй прием—способ ликвидации обрыва бумаги. Он сводится к следующему: работница берет оборванный конец бумаги от бобины правой рукой и заправляет его в размоточный механизм, затем левой рукой берет стружку и захватывает конец бумаги, находящийся в правой руке, завертывая его на стружку, поднимает клеянку правой рукой и левой рукой просовывает под нее стружку с захваченным концом бумаги; пропущенный под клеянку при помощи стружки конец бумаги работница захватывает правой рукой и заправляет его под клапан подачи, протаскивая до подклеяного ролика. После этого пускает машину.

Только на этих двух операциях т. Суетова (по сравнению с другими работницами) экономит от 3 до 5% машинного времени.

После того как были составлены и утверждены описания приемов т. Суетовой, мы организовали обучение всех работниц — клейщиц внутренней коробки. В качестве пособий в цехе на каждом потоке были вывешены плакаты с описанием приемов работы т. Суетовой. В Красном уголке фабрики были выставлены стенды с фотографиями, иллюстрирующими лучшие приемы работы стахановцев.

На рис. 1—4 показаны приемы работы мастерицы-набивщицы А. Н. Сахаровой и ее помощницы Н. Г. Коноваловой на вставке кассет со спичками в магазин машины. Операция по вставке кассет по методу т. Сахаровой продолжается 2,3 сек., у остальных же работниц — 17,2 сек. На этой операции стахановка экономит за день около 40 мин., что увеличивает выработку почти на 8%.

Эти стахановки являются инициаторами обслуживания двух набивочных машин (марки МНО) тремя работницами вместо четырех.

Машины марки МНО конструкции инж. С. А. Овсяника удобнее в обслуживании, чем старые машины марки МЕ, и дают большую производительность. Фабрика установила первые девять этих машин в 1949 г. В первое время подача пустых лотков для набитых коробок к машинам МНО была на потоке поставлена плохо, и набивщицы, чтобы не простаивать, посылали своих помощниц подносить пустые лотки от красильных машин.

Фотография рабочего времени помощницы показала, что половину смены она затрачивает на подноску пустых лотков, а мастерица в состоянии обслужить машину, если помощница будет заправлять пустыми коробками коробочный магазин и помогать ей вставлять кассеты в спичечный магазин. При этом условии мастерица успевает контролировать наполнение коробок, выбирать брак, оправлять плохо набитые коробки, заполнять коробками пустые звенья цепи, снимать и оправлять лотки с готовыми коробками.

Т. Сахарова и Коновалова предложили, чтобы одна помощница обслуживала две машины, для чего необходимо наладить бесперебойную подачу пустых набивочных лотков к машинам.

Опыт работы показал эффективность такого обслуживания, и большинство набивщиц второго потока перешло на уплотненное обслуживание. От цеховой администрации потребовалось организовать нормальную подачу пустых лотков к машинам и улучшить работу наладчиков-слесарей.

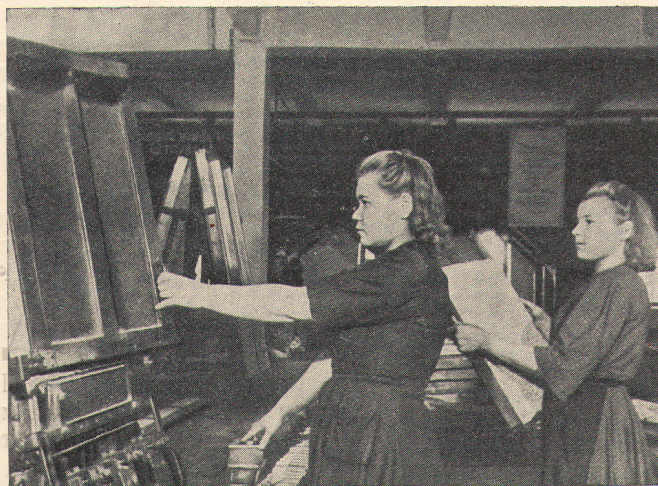


Рис. 1. Мастерица правой рукой останавливает машину, левой открывает магазин. В это время помощница подносит новую кассету со спичками, держа ее обеими руками

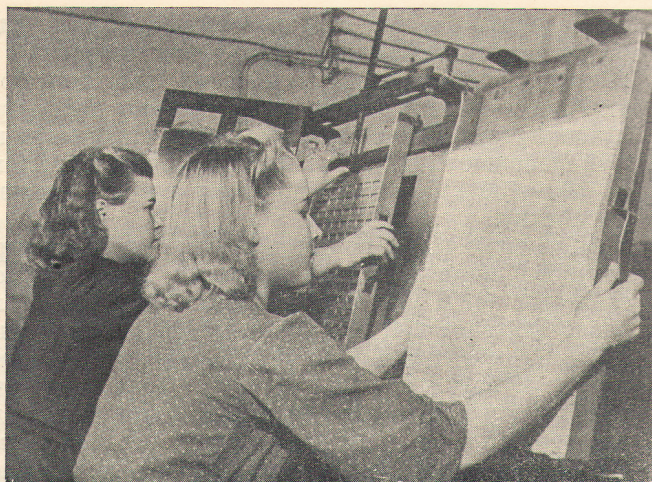


Рис. 2. Мастерица левой рукой поднимает пресс, правой отодвигает пустую кассету влево. В это время помощница вешает кассету на направляющую шину

Был усилен контроль за качеством работы набивочных машин. По предложению слесаря-наладчика т. Салычева на машинах были устроены приспособления для маркировки коробок; на доньшке каждой коробочки с их помощью выбивается номер машины, что позволяет установить виновника брака на последующих стадиях производства.

Качество набивки при сокращении числа работниц, обслуживающих набивочные машины, не ухудшилось, а производительность труда повысилась на 33%.

До настоящего времени мы считали, что на этикетировочных машинах лучшие показатели имеют мастерицы, освоившие прием закладки наружных коробок в приемный магазин машины большими порциями.

Главспичпром в ноябре 1951 г. разослал фабрикам описание опыта работы этикетировщиц т. Плотниковой (спичечная фабрика «Победа») и т. Лещинской (Барнаульская фабрика).

В описании сказано, что эти работницы «...забирают рядок в 16—20 коробок обеими руками и быстрым движением рук заряжают приемный магазин станка. Зарядка приемного магазина большими количествами коробок сокращает количество движений исполнителя...».

Устанавливая зависимость выполнения нормы выработки этикетировщицами нашей фабрики за 4 месяца (май—август) 1951 г. от среднего количества коробок, заряжаемого ими в один прием, мы путем хронометражных наблюдений получили такие данные:

Средний процент выполнения норм выработки группой этикетировщиц	Среднее количество коробок, заряжаемых в магазин за один прием
105	9,6
110	10,3
115	11,0

Казалось бы, что этикетировщица, заряжающая большое количество коробок за один прием (16 — 20 коробок, как указано в описании опыта работы тт. Плотниковой и Лещинской), должна достигнуть лучших результатов. Однако лучшая стахановка нашей фабрики А. А. Смирнова (выполняющая нормы на 120—130%), работая по этому методу, снижала выработку.

Для того чтобы понять причину снижения выработки т. Смирновой, надо учитывать следующие обстоятельства. В магазине машины вмещается 31 коробка формата 4/4, что обеспечивает работу машины на 17 сек. (при 110 об/мин); порция же из 20 коробок, которую заряжают в один прием, обеспечивает работу машины примерно на 11 сек. Нельзя допускать, чтобы в магазине машины оставалось менее трех коробок, так как машина их заламывает; следовательно, работница должна строго соблюдать ритм работы, и если она, заряжая магазин порциями по 20 коробок, опоздает с набором всего на 4 сек., машина начнет заламывать коробки. Магазин машины расположен с правой стороны от работницы, и она, заряжая обеими руками порцию в 16—20 коробок, должна делать поворот вправо всем туловищем. За смену она должна сделать от 2400 до 3000 таких движений.

Изучая работу лучших этикетировщиц, мы заметили, что они часть коробок закладывают в магазин обеими руками большими порциями, а часть — одной правой рукой, без поворота туловища, более мелкими порциями — по 5—7 коробок. Чередуя эти приемы, они дают отдых туловищу.



Рис. 3. Мастерница правой рукой задвигает кассету и одновременно левой рукой закрывает магазин

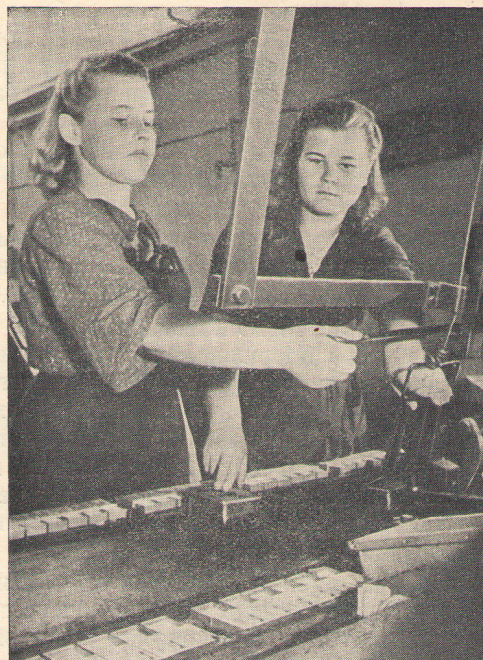


Рис. 4. Мастерница левой рукой отмыкает затвор пресса, помощница выдергивает клин и мастерница, нажимая на пусковую кнопку, пускает машину

они увидели, что она работает одной правой рукой, закладывая в магазин порции по 6—8 коробок. Когда же т. Плотникова узнала, кто и зачем приехал, она начала работать обеими руками.

Тов. Смирнова, ездившая на фабрику «Победа», заявила, что т. Плотникова заряжает магазин также попеременно одной и двумя руками и что сама т. Смирнова при посторонних применяет только один способ зарядки больших порций обеими руками, с поворотом туловища, так как ей внушили, что так «правильнее» работать.

Из этого следует, что в результате поверхностного подхода к изучению приемов работы стахановцев рекомендуется к внедрению неверный прием.

Технический совет фабрики решил распространить метод т. Смирновой, сочетающий зарядку коробок большими порциями обеими руками с зарядкой небольших порций одной рукой без поворота туловища.

Давно назрела необходимость организовать обмен опытом по внедрению метода инж. Ф. Ковалева. К сожалению, этот обмен до настоящего времени ограничился созывом в сентябре 1951 г. на нашей фабрике отраслевой конференции. Решения этой, единственной конференции носили общий, декларативный характер. Было бы желательно вновь созвать конференцию, на которой заслушать, что конкретно фабриками сделано по внедрению метода инж. Ф. Ковалева, и решить, какие приемы рекомендовать для внедрения в спичечной промышленности.

Распространение опыта передовых людей производства — важнейший фактор дальнейшего подъема социалистической промышленности.

Наши работницы-этикетировщицы ездили в феврале 1952 г. на фабрику «Победа» для изучения опыта работы т. Плотниковой. Подойдя к ее станку,

УДК 66.013

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИЗОВАННОГО АРБОЛИТА ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Г.И. Игнатьева, Л.И. Левашко, Е.И. Байгильдеева

В статье рассматривается процесс получения нового теплоизоляционного материала на основе древесного заполнителя, цемента и технической пены. В качестве древесного заполнителя использованы отходы деревообработки в виде щепы, стружки, технологической муки. Представлены исследования полученных образцов на прочность при сжатии.

Ключевые слова: поризованный арболит, теплоизоляционный материал, древесные отходы

The paper provides information on new process of wood waste processing with receipt porous arbolit on the basis of wood inert material, cement and technical foam. Study of compression resistance have been detected depending on the kind of wood waste, in the capacity of which wood chips, shaving, technological meal.

Keywords: porosity arbolit, thermal insulation material, wood waste

За последние годы на российском строительном рынке появились десятки новых теплоизоляционных материалов, благодаря чему произошёл значительный прорыв в сфере энергосбережения. С развитием новых технологий, современные материалы стали более эффективными, экологически безопасными, отвечающими конкретным техническим задачам строительства. Это обеспечивает возможность возведения высотных строений, уменьшения толщины ограждающих конструкций, снижения массы зданий, экономии строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов [1].

В настоящее время остро встаёт проблема переработки отходов деревообрабатывающих производств. В России ранее, по причине общего спада экономики, опилки и станочная стружка практически не использовались и в основном направлялись в отвалы. Только в последнее время, в связи с наметившимся ростом производства в деревообрабатывающей промышленности, многие лесопильные и деревообрабатывающие предприятия стали искать применение мягким отходам [2]. Широкое распространение получило их использование в качестве дешевого древесного топлива в виде брикетов без применения связующих веществ. Кроме топлива, мягкие отходы в небольших количествах используются в гидролизном производстве и для изготовления арболита [3]. Однако наиболее перспективным направлением переработки мягких отходов является изготовление на их основе теплоизоляционных композиционных материалов.

К теплоизоляционным материалам относятся строительные материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции ограждающих

конструкций зданий и сооружений, технологического оборудования и трубопроводов. Такие материалы имеют низкую теплопроводность (при температуре 25°C коэффициент теплопроводности не более 0,175 Вт/(м°C)) и плотность (не выше 500 кг/м³) [4].

Одним из таких материалов является предлагаемый поризованный арболит, который внешне практически не отличается от обычных арболитных плит, но обладает меньшей плотностью и соответственно имеет лучшие теплозащитные свойства. Он может использоваться в различных областях, где традиционно применяются дерево и цемент - в строительстве, архитектуре, ландшафтном и интерьерном дизайне. Поризованный арболит включает несколько компонентов, три из которых являются основными - это древесные отходы, цемент марки М400 и техническая пена марки ПБ 2000, применяемая в основном для изготовления пенобетона. В качестве химических добавок использовались раствор стекла натриевого и хлорид кальция.

Технология производства поризованного арболита ничем не отличается от классической и включает операции измельчения древесины, сушки измельченной древесины, дозирования компонентов, их смешивания, прессование изделия, его сушку и выдержку.

Образцы изготавливались согласно ГОСТ 16381-77 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования».

Отходы (кусковые обрезки, фанерные обрезки, все виды стружек, древесная мука, горбыли и т.д.) предварительно измельчались в щековой дробилке, затем сушились до влажности менее

1% для предотвращения выделения влаги при смешивании со связующим, а также для улучшения адгезии. Хлорид кальция добавлялся в сухом виде, стекло натриевое жидкое в виде 2%-ного раствора. Все компоненты предварительно взвешивались.

Смешивание компонентов происходило при следующей последовательности их загрузки: древесные отходы, жидкое стекло, портландцемент М 400, вода, хлорид кальция. В полученную смесь вводили техническую пену (водный раствор пенообразователя). Процесс смешивания занимал около 5 мин. Полученная смесь укладывалась в пресс-форму. Далее в течение 10 минут осуществлялась подпрессовка и сушка смеси. Продолжительность сушки составляла 4 часа при температуре 70 С°. После сушильной камеры образцы выдерживались на открытом воздухе в течение 24 часов.

Испытаниям на прочность при сжатии подверглись образцы с соотношением компонентов, указанным в табл. 1.

Таблица 1 – Соотношение компонентов в образцах арболита

Компоненты образцов арболита	Образец №1, %	Образец №2, %	Образец №3, %
Древесные отходы	щепа 21,9	стружка 19,54	мука 23,04
Раствор стекла натриевого	2,42	1,16	3,26
Портланд-цемент М 400	26,6	25,6	31,41
Хлорид кальция	0,22	0,09	0,26
Вода	48,32	53,38	41,55
Техническая пена	0,54	0,23	0,54

Результаты испытаний на прочность представлены в виде графических зависимостей.

На рис. 1 представлен характер разрушения поризованного арболита на основе щепы. Максимальное усилие, превышение которого приводит к разрушению, составляет 6,13 кН.

На рис. 2 представлен характер разрушения поризованного арболита на основе стружки. Как показали исследования, при усилии свыше 5,92 кН он не разрушается, а сжимается.

На рис. 3 показан характер разрушения поризованного арболита на основе технологической муки. Максимальное усилие, которое выдерживает образец без разрушений - 5,3 кН.

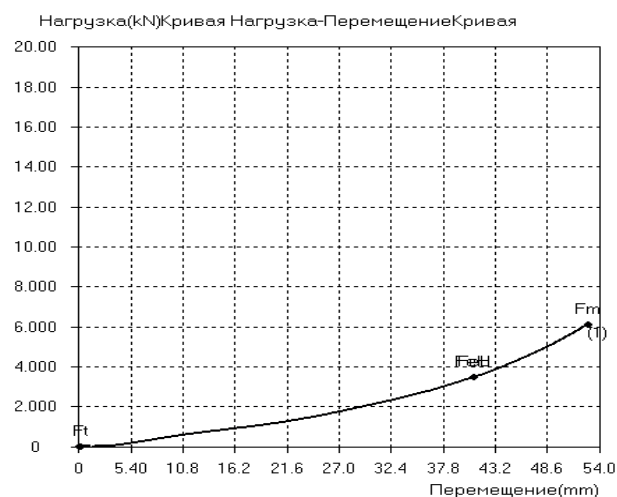


Рис. 1. Разрушение поризованного арболита на основе щепы

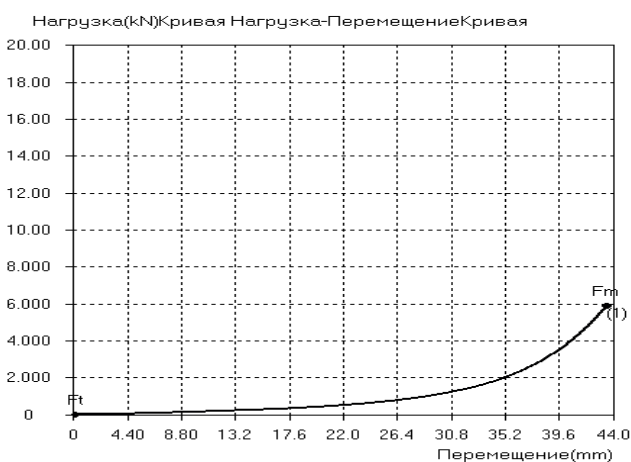


Рис. 2. Разрушение поризованного арболита на основе стружки

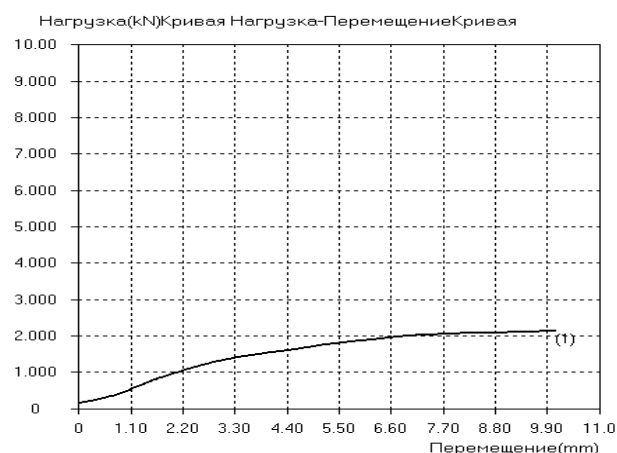


Рис. 3. Разрушение поризованного арболита на основе технологической муки

Плотность образцов определялась согласно ГОСТ 16381-77. Результаты представлены в табл.2. Плотность полученных образцов составляет 400 – 430 кг/ м³, т.е. плотность меньше 500 кг/ м³, что даёт соответственно, более низкую

теплопроводность (по сравнению с другими теплоизоляционными материалами).

Таблица 2 – Физико-механические характеристики образцов поризованного арболита

Древесный заполнитель образца	Прочность, кН	Плотность, кг/м ³
Щепа	6,13	412
Стружка	5,92	409
Технологическая мука	5,3	426

Малая плотность и теплопроводность при достаточно высокой прочности позволяют рекомендовать поризованный арболит для применения в качестве заменителя традиционных теплоизоляционных материалов.

Список литературы

1. Бобров Ю.Л. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учеб. пособие. М.: Academia, 2003. 268 с.
2. Тимербаев Н.Ф. Установка переработки древесных отходов в синтез-газ / Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 1. С. 21-22.
3. Ермолина А.В. Теплоизоляционный материал на основе древесноволокнистых продуктов / А.В. Ермолина, П.В. Миронов // Химия растительного сырья. 2011. №3.
4. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Взамен ГОСТ 16381-70; введ. 1977-07-01. М.: 1979. 4 с.

Г.И. Игнатьева – канд. техн. наук, доц. каф. переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета; **Е.И. Байгильдеева** – канд. техн. наук, доц. каф. переработки древесных материалов КНИТУ; **Л.И. Левашко** – асп. той же кафедры.

УДК 676.052

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПАРОВЗРЫВНОГО АВТОГИДРОЛИЗА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУЧАЕМОГО ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОДУКТА

Р.Г. Сафин, Д.Б. Просвириков, В.А. Салдаев

Представлена технология паровой обработки лигноцеллюлозного сырья (древесины), рассмотрены основные режимы обработки, проанализированы главные аспекты процесса, влияющие на выход, свойства и состав получаемого продукта, предложены возможные направления дальнейшего использования полученного продукта.

Ключевые слова: паровзрывной метод, целлюлоза, лигнин, сахара, химическая переработка, технология

The steam treatment technology of lignocellulosic materials (wood) is published, the basic modes of processing are considered, the main aspects of the process that affect the yield, properties and composition of the obtained product are analyzed, suggesting possible areas of further use of the product are proposed.

Keywords: steam explosion method, cellulose, lignin, sugar, chemical processing, technology

Технологии комплексной химической переработки древесины в настоящее время широко применяются в различных отраслях промышленности. Древесина является ценным сырьем для производства и получения большого количества продуктов. Большие объемы древесины подвергаются химической переработке. Сюда можно

отнести производство целлюлозы и продуктов из нее, термическую, гидролизную и экстракционную переработку древесины.

Химическая переработка древесины с целью получения технической целлюлозы требует разделения лигноцеллюлозного материала на основные полимерные компоненты (гемицеллюлозы,

целлюлозу и лигнин). В современных промышленных процессах получения целлюлозы (сульфатная и сульфитная технологии) лигнин разрушается под действием серосодержащих химических реагентов, а продукты распада гемицеллюлоз выводятся с отработанными реагентами. Причем, делигнификация проводится в течение нескольких часов с использованием концентрированных реагентов. Гидролизные технологии также подразумевают высокую продолжительность процесса, что существенно сказывается на производительности гидролизных предприятий. О вреде, наносимом окружающей среде традиционными технологиями химической переработки древесины, имеется достаточное количество информации для понимания и осознания проблемы.

Относительно недавно усилилось внимание к процессу обработки древесины острым паром высокого давления с целью активации полимерных компонентов, составляющих основу древесного материала. Такая предварительная обработка может проводиться для последующего низкотемпературного гидролиза полисахаридов, а также для выделения целлюлозы.

Водная (паровая) обработка лигносодержащего сырья представляет собой интересную альтернативу существующим способам химической переработки древесины вследствие следующих причин: 1) отсутствие химических реагентов; 2) безвредный по отношению к окружающей среде процесс; 3) гемицеллюлозы возможно переработать в сахара высокого выхода с низкой степенью образования побочных продуктов; 4) продукты переработки гемицеллюлоз представляют собой растворы олигомеров сахаров и/или простых сахаров, которые могут быть использованы для множества практических целей; 5) по сравнению с кислотным предгидролизом, отсутствуют проблемы, возникающие с коррозией оборудования вследствие умеренного уровня кислотности; 6) отсутствуют стадии отстоя и рециркуляции кислоты, что приводит к упрощенной структуре процесса; 7) физико-химические изменения, происходящие при обработке лигнина и целлюлозы, облегчают дальнейшее разделение и обработку этих фракций; 8) обработка лигноцеллюлозного материала перегретым паром с температурой 200-250 °С и с давлением 16-39 атм. и последующий сброс давления (паровой взрыв) приводят к мгновенному вскипанию влаги внутри материала, преодолению парами вскипания предела прочности материала при разрыве поперек волокон и разрыву твердых частиц материала на волокна; 9) полученная древесно-волоконистая

масса после паровзрывной обработки представляет собой компаунд, состоящий из несвязанных между собой растворов сахаров, остаточных нераспавшихся гемицеллюлоз, волокон целлюлозы и низкомолекулярного лигнина, которые легко можно разделить на отдельные компоненты.

В зависимости от условий обработки можно получить различные промежуточные продукты с характеристиками и свойствами, подходящими для дальнейшей переработки полученного материала в конечные продукты. Рассмотрим три основных пути паровой обработки древесного материала и физико-химические превращения, происходящие в каждом случае.

Обработка при низких температурах пара (130-150 °С) позволяет предварительно активировать полимерные компоненты древесины для последующего гидролиза. Древесные частицы загружаются в реактор, куда подается острый пар заданной температуры и давления. Материал прогревается в течение определенного времени. Во время прогрева происходят следующие явления: передача тепла от теплоносителя к частице, частичная конденсация пара на поверхности частицы, повышение температуры в слое частицы, нагрев конденсата, повышение давления в аппарате за счет подачи пара, проникновение конденсата внутрь частицы, автогидролиз гемицеллюлоз (гидролиз за счет ионов гидроксония, образовавшихся в результате повышения температуры и автоионизации воды) [1]. После того как весь объем материала в результате пропарки приобретает единую температуру и влажность, производится сброс давления. Образующийся в результате сброса давления фильтрационный поток паров вскипания изнутри частицы к поверхности, вызывает растягивающие усилия внутри материала, смещение волокон друг относительно друга, что приводит к увеличению удельной поверхности частицы, которое является положительным фактором для последующей обработки [2]. В результате гидролиза полисахариды гемицеллюлоз распадаются на простые сахара, которые в зависимости от времени и температуры обработки, могут распадаться на простые вещества (вода, углекислый газ и пр.). Распад гемицеллюлоз также способствует увеличению удельной поверхности частицы. Таким образом, в результате низкотемпературной паровой обработки образуется лигноцеллюлозный материал с увеличенной удельной поверхностью частиц с незначительно измененным каркасом. По химическим свойствам это совокупность лигноцеллюлозной матрицы и растворенных сахаров. Материал с подоб-

ными физико-химическими свойствами возможно использовать в кислотном (щелочном) гидролизе полисахаридов С6 группы с целью получения спиртов путем брожения гидролизата. Увеличенная удельная поверхность частиц способствует быстрому проникновению гидролизующего агента внутрь частицы, а отсутствие полисахаридов С5 групп и доступность полисахаридов С6 групп позволяет увеличить скорость гидролиза. Вместе оба фактора способствуют сокращению продолжительности процесса, увеличению производительности и более полному выходу сахаров с наименьшими затратами на гидролизующие агенты. Из полученных субстратов можно получить путем брожения этиловый спирт, дрожжи, ксилит [3]. Также в литературе имеется информация [4,5,6] о возможности переработки растительных сахаров в компоненты бензина через стадии получения многоатомных спиртов и их последующего жидкофазного риформинга до оксигенатов, способных путем каталитического синтеза образовывать основные компоненты бензина и топливные газы.

Обработка древесного материала в температурном диапазоне 150-200°C позволяет получить продукт с высокой удельной поверхностью, полным отсутствием полисахаридов С5 групп и дефрагментированным лигнином, имеющим низкую молекулярную массу.

Физические процессы пропаривания и перегрева аналогичны предыдущему случаю. В случае предварительной пропитки материала водой (слабым раствором кислоты) перед обработкой паром, жидкость, содержащаяся в материале, при нагреве под давлением пара будет переходить в перегретое (метастабильное) состояние. Температура жидкости будет повышаться в зависимости от температуры пара, а температура кипения будет повышаться в зависимости от давления (расхода) пара в реакторе.

Перемещение влаги внутрь материала осуществляется за счет градиента общего давления, при этом образующийся фронт жидкости формирует две зоны: влажную, где свободное пространство материала целиком заполнено влагой, и условно сухую [7].

После выдержки сырья в реакторе под высокой температурой и давлением производится сброс давления до атмосферного. Это вызывает вскипание перегретой жидкости, содержащейся в материале. Данный процесс сопровождается значительным увеличением количества образующейся паровой фазы, в результате чего в толще материала наблюдается быстрый подъем избы-

точного давления. Так как давление пара внутри материала превышает внешнее давление, это приводит к возникновению фильтрационного потока, направленного к поверхности частицы. Давление этого потока приводит к появлению растягивающих напряжений [8] в каркасе пористого материала и оказывает растягивающие усилия на стенки материала, т.е. пар совершает механическую работу. Сила давления в зависимости от температуры перегрева превышает предел прочности материала при разрыве поперек волокон и вызывает отделение волокон или их агломераций друг от друга, а в общем представлении разволокнение и дефибрирование частиц. Степень разволокнения будет зависеть от энергии, запасенной в перегретой жидкости, от количества перегретой жидкости и от скорости сброса давления (скорость декомпрессии). Величина запасенной энергии пропорциональна температуре перегрева.

Как было сказано выше, деструкции при высокотемпературной обработке подвергается лигнин с образованием низкомолекулярных фрагментов и полисахариды гемицеллюлоз, практически полностью распадающиеся до простых сахаров.

Низкая степень деградации целлюлозы наблюдается при обработке лигноцеллюлозного (древесного) сырья при температурах ниже 200 °С. Структурная модификация, вызванная продолжительным термогидролизом, вызывает увеличение реактивности твердых остатков подвергнутых паровому взрыву. Благоприятные эффекты, вызванные гидротермической обработкой, включают: 1) увеличение доступной площади реакционной поверхности, вызванное делигнификацией, распадом гемицеллюлоз и более высоким объемом пор; 2) микроструктурные изменения, включая потерю кристалличности, разделение и разволокнение. Вследствие этих факторов, гидротермическая обработка древесного сырья паровым взрывом может быть также представлена как предварительная обработка сырья для последующего ферментативного гидролиза целлюлозы [9]. Механизм реакции гидролитического распада целлюлозы является по существу аналогичным процессом, что и распад гемицеллюлоз, описанный выше. Однако, физико-химические свойства целлюлозы (линейная конфигурация, высокая степень полимеризации, кристаллическая структура) делают гидролиз более сложной, чем для гемицеллюлоз.

Лигнин в жидкой среде подвергается деградации и полимеризации. Состав растворимого

лигнина зависит от условий обработки и от исходного сырья. Растворение лигнина включает полный разрыв лигнин-карбогидратных связей и реакции деполимеризации лигнина. Сирингильные фрагменты лигнина являются наиболее восприимчивыми к гидротермической деградации. При высоких температурах паровзрывной обработки фракции растворенного лигнина увеличиваются со временем реакции до достижения максимального значения, а затем уменьшаются. Механизм реакции лигнина [10] состоит из двух ступеней: 1) быстрая стадия, в которой фрагменты лигнина с низкой молекулярной массой и высокой реактивностью растворяются за счет разрыва лигнин – карбогидратной связи; 2) медленная стадия, в которой полимеризация лигнина происходит в присутствии органических кислот, образованных при гидротермической обработке, до получения нерастворимых продуктов конденсации. Сахара и продукты их распада (фурфурол) также реагируют с лигнином. Образование нерастворимого лигнина за счет конденсации (так называемый псевдолигнин) приводит к уве-

личению лигнина Класона (кислотонерастворимого лигнина), содержащегося в твердом остатке после паровзрывной обработки.

Таким образом, древесно-волокнистая масса, полученная после паровзрывной обработки лигносодержащего сырья в диапазоне температур 150-200°C и последующего его разделения на волокна путем сброса давления представляет собой деструктурированный компаунд, который возможно разделить на условно чистые компоненты, такие как простые сахара, низкомолекулярный лигнин, реакционноспособная целлюлоза, остаточный лигнин и продукты его распада, а также небольшое количество летучих продуктов (главным образом, метанол, фурфурол, уксусная кислота). Полученный продукт возможно использовать в двух направлениях: 1) получение технической целлюлозы [11,12,13]; 2) получение порошковой целлюлозы и фильтрующих материалов на основе целлюлозы. Пример технологической схемы получения технической целлюлозы представлен на рисунке 1.

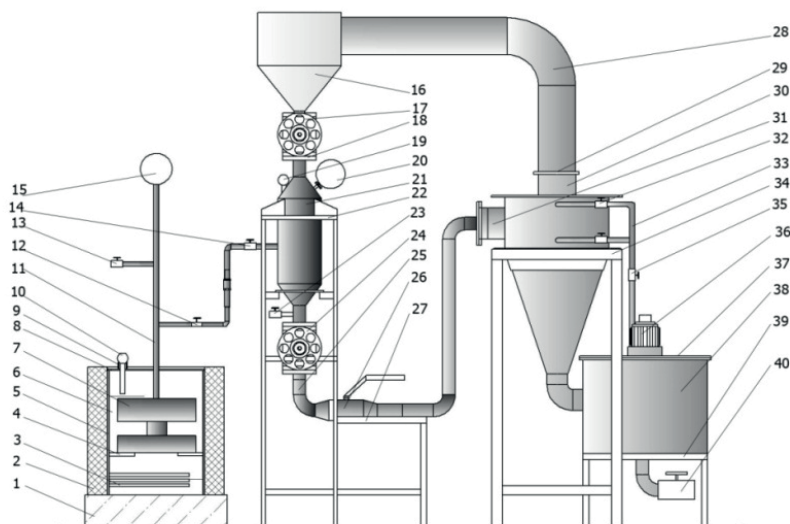


Рис. 1. Технологическая схема производства технической целлюлозы

Установка для получения технической целлюлозы путем паровзрывной обработки состоит из парогенератора 7, реактора 21, циклона 31 и экстрактора 38. Все основные узлы изготовлены из нержавеющей стали. Для подачи пара установлены паровые игольчатые краны, для герметизации цельносварного реактора установлены задвижки высокого давления и температуры на фланцевом соединении. Для резкого сброса давления установлен шаровый кран высокого давления. Установка оборудована манометрами и термометрами, а также предохранительным клапаном. Парогенератор установлен на упорах 4 ем-

кости 5, в которую залит теплоноситель 6, нагреваемый тэном 3. Парогенератор изолирован кирпичной кладкой 2, установлен на бетонном основании 1, и закрыт крышкой 8, снабженной штуцером 9 для установки термометра 10. Вода в парогенератор подается путем открытия вентиля 13 по паропроводу 11. При подаче напряжения на тэн вода в парогенераторе при закрытых вентилях 13 и 12 нагревается от теплоносителя до температуры 220 градусов и давления 23 атм.

Давление измеряется манометром 15, температура пара определяется через температуру теплоносителя с учетом поправочного коэффициен-

та. По достижении заданных параметров открывается вентиль 12 и 14 и пар подается в специальный реактор высокого давления 21. Предварительно загруженный щепой реактор, герметично закрывается задвижками 17 и 24. Реактор снабжен загрузочным бункером 16, манометром 20 и термопарой 19. Задвижки соединены с реактором фланцами. Реактор установлен на станине. Для удобства загрузки материал подается в виде суспензии с водой, которая сливается с реактора через вентиль 23. При подаче пара в реактор происходит нагрев щепы и гидролиз полисахаридов древесного вещества. Щепа выдерживается в реакторе в течение 5-10 минут под давлением пара 22-23 атмосферы. За это время происходит деструкция лигноуглеводного комплекса, характеризующаяся распадом гемицеллюлоз и деполимеризацией лигнина. Целлюлоза при этом не успевает гидролизироваться. После выдержки щепы в реакторе, открывается нижняя задвижка, материал проваливается в разгрузной трубопровод 25, и сразу же резко открывается сбросной клапан 26, установленный на станине 27, что приводит к разгерметизации реактора. В результате резкого перепада давления щепа в виде волокнистого полуфабриката «выстреливается» из реактора в циклон 31, установленный на станине 34, одновременно измельчаясь и разволокняясь за счет резкого сброса давления.

В циклон предварительно тангенциально, в режиме противотока подается экстрагент этанол – вода (9:1) по трубопроводу 33 путем открытия вентилей 32. Экстрагент поступает из экстрактора 38, снабженного насосом. В циклоне происходит конденсация пара, поступающего из реактора и частичная экстракция из автогидролизованного материала продуктов распада гемицеллюлоз. Несконденсировавшийся пар через выход циклона 30, соединенного фланцами 29 с отводящим паропроводом 28, идет на предварительный прогрев щепы в загрузочный бункер 16. Древесная масса из циклона поступает в экстрактор 38, снабженный электродвигателем 36, приводящим в движение мешалку. Экстрактор закрыт крышкой 37 и установлен на станине 39. В течение 10-15 минут происходит выщелачивание древесной массы раствором этанол-вода, после чего мешалка и насос выключаются, закрывается вентиль 35. Открывается вентиль 40, и через перфорированную насадку сливается отработанный экстрагент с продуктами распада гемицеллюлоз – сахарами. Древесная масса остается в экстракторе. После первой ступени экстракции в экстрактор подается 2% раствор гидроксида на-

трия, включается мешалка, и происходит экстракция остаточного лигнина из древесной массы в течение 10-15 минут при температуре экстрагента 25-30 градусов. Отработанный раствор также сливается через вентиль 40, а целлюлозная масса поступает на промывку.

Обработка материала при температурах выше 230°C способствует более полному разволокнению частиц, увеличению скорости деструктурирования лигнина, который также частично претерпевает структурные изменения при сбросе давления. При высокотемпературной обработке целлюлоза частично подвергается физико-химическим изменениям, продукты гидролиза полисахаридов гемицеллюлоз подвергаются вторичному распаду до простых веществ, наряду с которыми образуются продукты частичного распада лигнина (муравьиная кислота, метанол, изопропанол, уксусная кислота и пр.). Полученный в таких жестких условиях продукт может быть использован как основной компонент теплоизоляционного материала низкой плотности с различными добавками (например, для утепления стен и перегородок насыпным методом) или высокой плотности (теплоизоляционные плиты).

Таким образом, в зависимости от режимов предварительной обработки исходного сырья водяным паром, возможно получить лигноцеллюлозные составы с различными свойствами и характеристиками, что предопределяет дальнейшую технологическую схему переработки полученного продукта. Данная технология имеет низкую стоимость обработки из-за меньшего потребления химических реагентов и низкой степени коррозии оборудования. Композиционная и структурная модификация лигноцеллюлозного комплекса достигается как за счет реакций гидролиза, протекающих при обработке в реакторе, так и за счет использования эффекта от резкого сброса давления при разгерметизации системы, находящейся под избыточным давлением [14]. Такие преимущества рассмотренной выше технологии деревообработки дают основание для детальной проработки всех аспектов процесса, нахождения и установления закономерностей протекающих явлений, экономической оценки и сопоставления с традиционными технологиями.

Список литературы

1. Сафин Р.Г. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотех-

нического профиля КНИТУ / Р.Г. Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. №3. С. 22-28.

2. Зиятдинова Д.Ф. Исследование влияния высокотемпературной обработки на свойства продуктов, полученных методом паровзрывного гидролиза лигноцеллюлозного материала / Д.Ф. Зиятдинова, Р.Г. Сафин, Д.Б. Просвирников // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14. № 12. С. 58-66.

3. Сафин Р.Г. Технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУЛ, 2002. 668с.

4. Mariefel B. Valenzuela, Batch Aqueous-Phase Reforming of Woody Biomass / Mariefel B. Valenzuela, Christopher W. Jones, and Pradeep K. Agrawal // Energy & Fuels 2006, 20, 1744-1752.

5. J. Michael Robinson, Chemical conversion of biomass polysaccharides to liquid hydrocarbon fuels and chemicals / J. Michael Robinson, Estefani Banuelos, Wendell C. Barber // The University of Texas of the Permian Basin. P.224-227.

6. Bo Liu, Catalytic generation of hydrogen and chemicals from biomass derived polyols / The dissertation // University of Pittsburgh, 2008.

7. Schumann, T.E.W. // J. Franklin Inst. – 1929. Vol. 208. P. 405- 415.

8. Зиятдинова Д.Ф. Комплексная переработка древесных отходов паровзрывным методом в аппарате высокого давления / Д.Ф. Зиятдинова, Е.И. Байгильдеева, Р.Г. Сафин, Д.Б. Просвирни-

ков // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14. № 2.

9. Kokta, V. Bohuslav. Steam explosion pulping/ Aziz Ahmed. - Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry. 1998. P. 191- 213.

10. Garote, G. Hydrothermal processing of lignocellulosic materials / H. Dominguez, J.C. Parajo. Holz als Roh und Werkstoff. 1999. № 57. P. 191 – 202.

11. Зиятдинова Д. Ф. Получение целлюлозы путем автогидролиза / Д. Ф. Зиятдинова, Д. Б. Просвирников, Н. А. Кузьмин // Леса России в 21 веке: Материалы четвертой международной научно-практической интернет-конференции. 2010. С. 153 – 157.

12. Реактор для непрерывного автогидролиза: пат. 2143044 Рос. Федерация. 2009146594/12; заявл. 15.12.2009; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 18.

13. Установка для получения технической целлюлозы взрывным методом: положительное решение на выдачу патента по заявке № 2011109013/12.

14. Зиятдинова Д.Ф. Разработка опытно-промышленной установки для разделения лигноцеллюлозного материала на компоненты методом высокотемпературного парового гидролиза / Д.Ф. Зиятдинова, Р.Г. Сафин, Д.Б. Просвирников // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14. № 12. С. 93-101.

Р.Г. Сафин - д-р техн. наук, проф., зав. каф. переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, prosvirnikov_dmi@mail.ru; **Д.Б. Просвирников** - асп. каф. переработки древесных материалов КНИТУ; **В.А. Салдаев** - асп. каф. переработки древесных материалов КНИТУ.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Напоминаем, что подписная кампания проводится 2 раза в год (по полугодиям). В розничную продажу журнал не поступает, в год выходит 6 номеров; индекс журнала по каталогу газет и журналов Агентства «Роспечать» - 70243. Если вы не успели оформить подписку с января, это можно сделать с любого месяца.

Редакция

УДК 674.047.3:66.047.2.001.73

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗООЧИСТКИ ПРИ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Д.Ф. Зиатдинова, М.А. Мозохин

Проведен анализ современного состояния процесса сульфатной варки целлюлозы и утилизации образующихся вследствие данного процесса выдувных паров. На основании уравнений материального и теплового балансов, разработана математическая модель технологического процесса разгрузки варочного котла в выдувной резервуар при сульфатной варке целлюлозы. Приведена принципиальная схема установки для извлечения токсичных компонентов из паров вскипания.

Ключевые слова: целлюлоза, температура, давление, сброс давления, утилизация выдувных паров, конденсация смешением, древесная масса, газоочистка, сульфатная варка, математическая модель

The analysis of a current state of process of sulphatic cooking of cellulose and utilization being formed owing to this process blown pair is carried out. On the basis of the equations of material and thermal balances, the mathematical model of technological process of unloading of a cooking copper in the blown tank is developed at sulphatic cooking of cellulose. The schematic diagram of installation for extraction of toxic components from pair boiling up is provided.

Keywords: cellulose, temperature, pressure, pressure dumping, utilization blown pair, condensation by mixture, wood pulp, gas purification, sulphatic cooking, mathematical model

Деятельность предприятий, занимающихся химической переработкой древесины, сопровождается технологическими выделениями из работающих аппаратов и оборудования значительных количеств различных токсичных веществ в виде паров и газов. С целью предотвращения попадания их в атмосферу отходящие газы подвергаются очистке. Ярким представителем такого производства, загрязняющим атмосферу, является периодический процесс сульфатной варки целлюлозы. Наибольший выброс токсичных веществ: сероводорода, демитилсульфида, метилмеркаптана наблюдается при выгрузке содержимого варочных котлов в выдувной резервуар [1].

Теоретические исследования показали слабые и сильные стороны существующих способов очистки выбросов, среди которых на промышленных предприятиях для улавливания парогазовых выбросов используется абсорбция [2]. Но, исходя из недостатков этого способа, перспективным представляется улавливание токсичных паров высоких концентраций конденсацией при герметизации оборудования [3]. К тому же конденсация позволяет улавливать пары с высокой концентрацией вредных веществ непосредственно в зоне парообразования, что повышает ее эффективность. Кроме того, улов многокомпонентных паровых смесей методом конденсации можно сопровождать получением растворов, обогащенных как низкокипящими, так и высококипя-

щими компонентами [4]. Однако применение этого способа затруднено без совершенствования математических моделей, адекватно описывающих процесс и разработки инженерной методики расчета технологических режимов и конструктивных параметров оборудования для проведения процесса улавливания. Вместе с тем, для разработки математической модели могут быть использованы существующие исследования процесса конденсации отдельных веществ [5, 6].

Для анализа использованы принципы математического моделирования, основанные на решении системы дифференциальных уравнений переноса тепла и массы. На основании уравнений материального и теплового балансов, разработанная математическая модель технологического процесса разгрузки варочного котла в выдувной резервуар при сульфатной варке целлюлозы.

Математическую модель усовершенствованного процесса можно составить на основе уравнений материального и теплового балансов применительно к паровой и жидкой фазам [1].

Паровая фаза:

При идеальном перемешивании компонентов пара уравнение материального баланса по i -му паровому компоненту можно записать в виде

$$j_i F - Q_{\kappa} \rho_i = V_{\text{св}} \frac{d\rho_i}{d\tau}, \quad (1)$$

Первый член левой части определяет приток i -го компонента в паровую фазу за счет испаре-

ния; второй член – отвод i -го компонента из аппарата в систему удаления; правая часть – изменение массы i -го компонента в объеме аппарата.

Уравнение теплового баланса паровой смеси определяется по соотношению

$$\rho_{псм} c_{псм} V_{св} dT = c_{см} FT \left(\sum_{i=1}^2 j_i \right) d\tau - Q_k \rho_{псм} c_{псм} T d\tau \quad (2)$$

Левая часть уравнения – изменение теплосодержания смеси; первый член правой части – приток тепла с паровой смесью удаляемой с поверхности жидкости; второй член – отвод тепла из реактора за счет производительности конденсатора.

Жидкая фаза:

Дифференциальное уравнение переноса энергии для жидкой фазы имеет вид

$$c_{ж} m_{см} dT + c_{см} T dm_{см} + m_{см} T dc_{см} = \sum_{i=1}^n Q_{i3} c_i T_{in} d\tau - \sum_{i=1}^n j_i c_{жсi} T F d\tau - \sum_{i=1}^n j_i r_i F d\tau \quad (3)$$

Левая часть уравнения (3) определяет изменение теплосодержания жидкой смеси; первое слагаемое правой части характеризует приход тепла с загружаемыми компонентами; второе – потерю тела с уходящими парами компонентов; третье – расход тепла на парообразование.

Дифференциальное уравнение переноса массы можно записать соотношением

$$dm_{см} = \sum_{i=1}^n Q_{i3} d\tau - \sum_{i=1}^n j_i F d\tau \quad (4)$$

Левая часть уравнения определяет изменение массы i -го компонента в реакторе; первое слагаемое правой части характеризует изменение массы i -го компонента за счет загрузки компонента, второе – за счет испарения i -го компонента.

Совместное решение уравнений теплового и материального баланса для паровой и жидкой фазы позволяет определить кинетические зависимости технологического процесса.

С целью выявления параметров процесса был проведен ряд исследований. В качестве модельного раствора использовали черный щелок получаемый в процессе сульфатной варки древесной щепы, справочные данные на него наиболее полно представлены в литературе.

Перед каждым опытом контролировалась работоспособность приборов, проверялась теплоизоляция всех элементов, осуществлялась тарировка термопар. В ходе опытов регистрировались технологические параметры процесса: давление, температура. Отбор проб смеси проводился через 30 минут.

Экспериментальные данные снимались на установке (рис. 1) следующим образом: перед началом эксперимента модельный раствор загружался в реактор 1. С помощью вакуумного насоса 11, открыв все вентили, из системы откачивается инертный газ и закрывается вентиль 15.

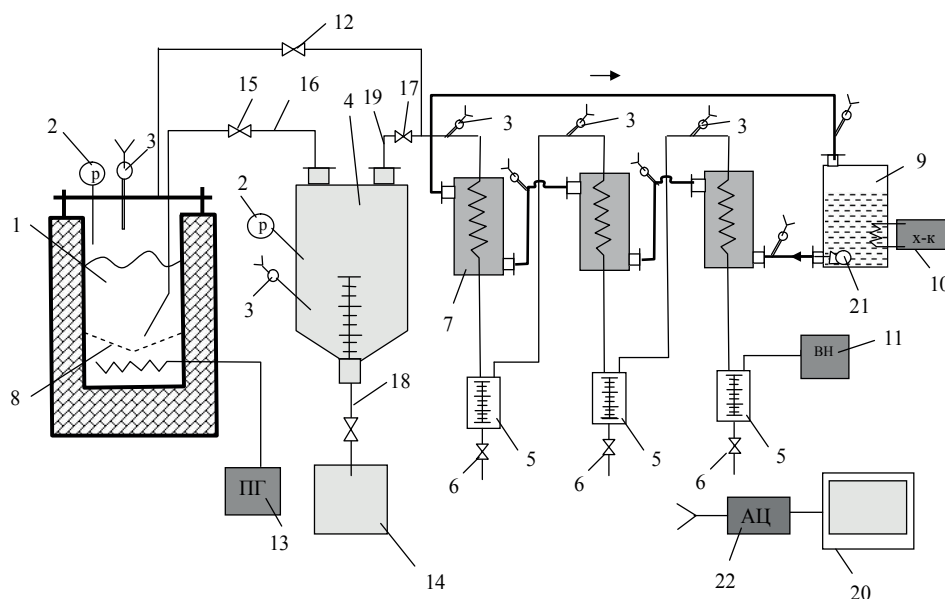


Рис. 1. Схема установки при последовательном соединении конденсаторов:

1 – реактор; 2 – манометр; 3 – датчик температуры; 4 – выдувной резервуар; 5 – тарированный сборник конденсата; 6, 12, 15, 17 – вентили; 7 – трехступенчатый поверхностный конденсатор; 8 – решетка; 9 – емкость для рассола; 10 – холодильник; 11 – вакуумный насос; 13 – парогенератор; 14 – емкость; 16 – выдувной трубопровод; 18, 19 – патрубок; 20 – монитор; 21 – центробежный насос; 22 – аналоговый цифровой

С помощью парогенератора 13 температура модельного раствора доводится до требуемого значения. Затем открывают вентили 15, 17 и проводят выгрузку варочного котла в выдувной резервуар.

Образовавшиеся пары вскипания направляются на конденсацию в трехступенчатый конденсатор смешения. Одновременно в конденсаторы подается охлаждающий рассол из емкости 9. Через определенные промежутки времени производится отбор проб.

Для имитации реального процесса в варочный котел – 1 загружалась древесная щепа и белый щелок (поставляемые с ОАО Марийский целлюлозно-бумажный комбинат) и осуществлялась варка в соответствии с технологическим регламентом.

На рис. 2 и рис. 3 представлены кинетические зависимости давления и температуры в варочном котле при сульфатной варке целлюлозы. Сопоставление опытных и расчетных данных позволяет сделать вывод об удовлетворительном описании реального процесса разработанной математической моделью. Температурная кривая процесса представлена на рисунке 3. В течении 2000сек осуществляется нагрев массы от 80°C до 170°C. Варка смеси происходит при 170°C в течение двух часов. Затем происходит выдувка массы в выдувной резервуар, находящийся под атмосферным давлением.

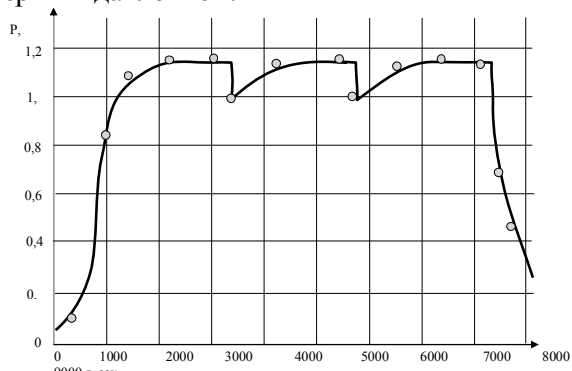


Рис. 2. Кинетические кривые давления в варочном котле

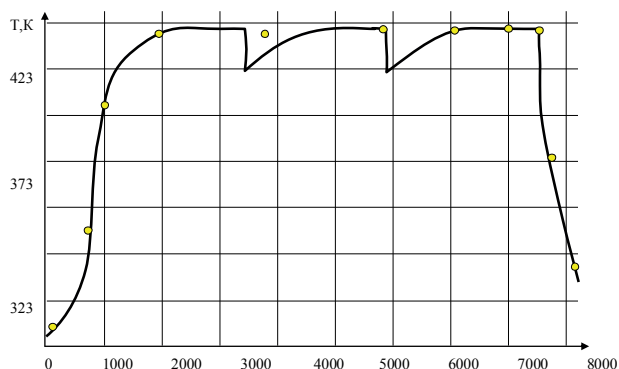


Рис. 3. Кинетическая кривая температуры процесса в варочном котле

Анализ вышеприведенных кривых показывает, что при двух проведенных сдвух происходит осцилирование давления, экспериментальные значения температуры процесса при этом практически не изменяются, это объясняется относительно малым количеством сдуваемых паров по сравнению с общей массой установки, не учитываемой математической моделью.

На рис. 4 приводятся экспериментальные и расчетные зависимости давления насыщения для чистых компонентов, находящихся в растворе черного щелока при выгрузке варочного котла. Обработка данных кривых позволяет определить коэффициенты уравнения Антуана для каждого компонента и рассчитать парциальное давление компонентов смеси при их различных концентрациях.

На рис. 5 приведена экспериментальная кинетическая зависимость интенсивности выгрузки [кг/с] варочного котла. Продолжительность выгрузки 10-40 мин. Расчетное давление выдувного резервуара 0,3 мПа. Экспериментальное снижение интенсивности выгрузки объясняется повышением давления в выдувном резервуаре в процессе выгрузки, что ведет к понижению движущей силы процесса выгрузки. Снижение давления в выдувном резервуаре можно достигнуть повышением производительности конденсаторов паров.

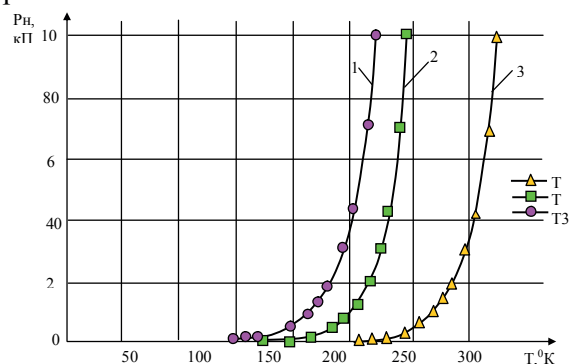


Рис. 4. Зависимость давления насыщения от температуры: 1 – метилмеркаптан, 2 – диметилсульфит, 3 – щелок

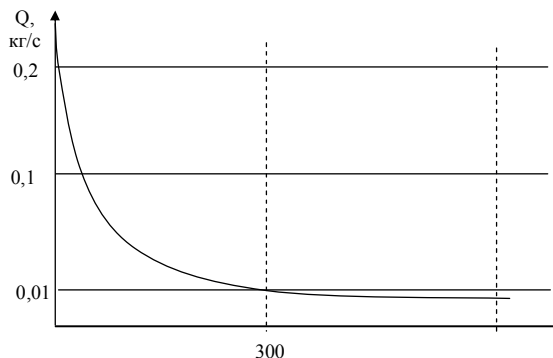


Рис. 5. Кинетическая зависимость интенсивности выгрузки варочного котла

На рис. 6 и 7 приведена зависимость производительности конденсатора от поверхности конденсации и температуры охлаждающего агента. Поверхность конденсации увеличивалась путем параллельного подключения конденсаторов. Рост производительности конденсатора с уменьшением температуры охлаждающего агента и увеличением поверхности конденсаторов отклоняется от линейного закона. Это объясняется изменением средней движущей силы процесса в процессе выгрузки варочного котла.

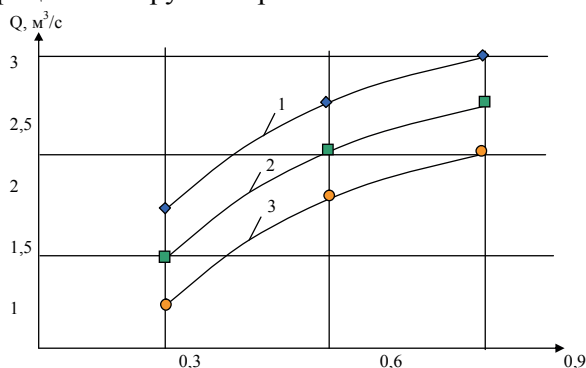


Рис. 6. Зависимость производительности конденсатора от поверхности конденсации при различных температурах охлаждающего агента: 1- 0°C ; 2- 20°C ; 3- 40°C

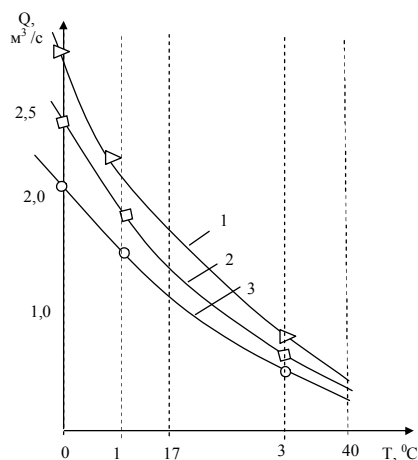


Рис. 7. Зависимость производительности конденсатора от начальной температуры охлаждающего агента в выдувном резервуаре: 1 – $F=0,9\text{ м}^2$; 2 – $F=0,6\text{ м}^2$; 3 – $F=0,3\text{ м}^2$

На рис.8 представлены кинетические зависимости концентрации токсичных компонентов в выдувном резервуаре.

Анализ кинетических кривых изменения концентраций показывает равномерный характер их изменения. Это подтверждает принятую модель идеального смешения компонентов паровой фазы.

Кинетическая зависимость плотности паровой фазы (рис. 9) также хорошо согласуется с характером изменения давления в выдувном резервуаре.

Результаты экспериментальных исследований и математического моделирования показывают, что при разгрузке варочного котла в соответствии с усовершенствованным технологическим процессом варки в выдувном резервуаре возникают избыточные давления, которые требуют внесения соответствующих поправок при расчете толщины обечаек выдувного резервуара.

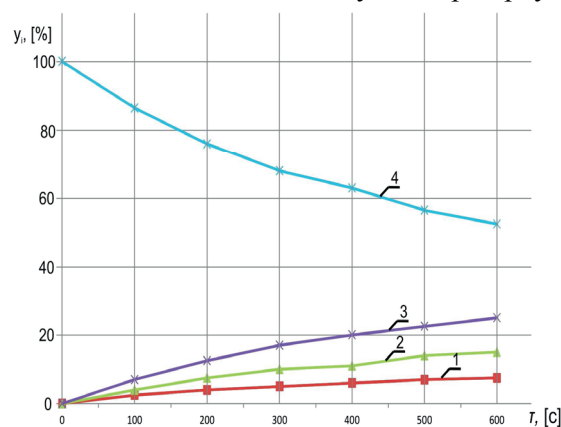


Рис. 8. Кинетическая зависимость плотности паровой фазы: 1- метилмеркаптан, 2- диметилсульфид, 3 – сероводород, 4- черный щелок

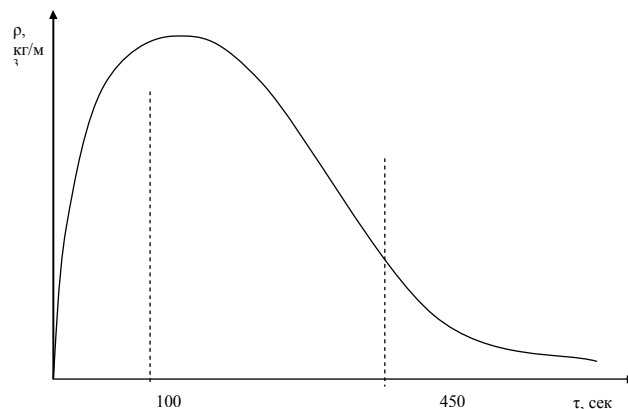


Рис. 9. Кинетическая зависимость плотности паровой фазы

Методика расчета конструктивных элементов установки сульфатной варки целлюлозы должна быть согласована с работой системы конденсации паров выдувки.

Проанализировано современное состояние системы газоочистки при сульфатной варке целлюлозы на МарЦБК и предложена схема реконструкции промышленной установки для улавливания паров с выдувного резервуара [4]. На пилотной установке для улавливания паров вскипания варочного котла при сульфатной варке целлюлозы (рис.10) была проверена усовершенствованная схема системы газоочистки при сульфатной варке целлюлозы.



Рис.10. Внешний вид пилотной установки

Анализ результатов испытаний пилотной установки подтвердил возможность промышленной реализации предложенного способа. Результаты полупромышленных испытаний показали, что разгрузка варочного котла предложенным способом позволяет не только снизить выбросы токсичных паров до ПДК, но и организовать сбор ценных компонентов.

По результатам полупромышленных испытаний и на основе инженерной методики расчета была спроектирована усовершенствованная технологическая схема процесса разгрузки варочного котла после сульфатной варки целлюлозы. На основе разработанной математической модели и результатов полупромышленного испытания были рассчитаны конструктивные и режимные параметры усовершенствованной технологической схемы.

На рис. 11 приведена принципиальная схема установки для извлечения токсичных компонентов из паров вскипания. В результате внедрения усовершенствованной технологической схемы процесса разгрузки варочного котла, обеспечивается улавливание паров диметилсульфида и метилмеркаптана. Экономическая эффективность внедрения усовершенствованной технологической схемы получается за счет величины предотвращенного экологического ущерба.

В результате внедрения усовершенствованной технологической схемы процесса разгрузки варочного котла, обеспечивается улавливание паров диметилсульфида и метилмеркаптана. Экономическая эффективность внедрения усовершенствованной технологической схемы получается за счет величины предотвращенного экологического ущерба.

В результате внедрения усовершенствованной технологической схемы процесса разгрузки варочного котла, обеспечивается улавливание паров диметилсульфида и метилмеркаптана. Экономическая эффективность внедрения усовершенствованной технологической схемы получается за счет величины предотвращенного экологического ущерба.

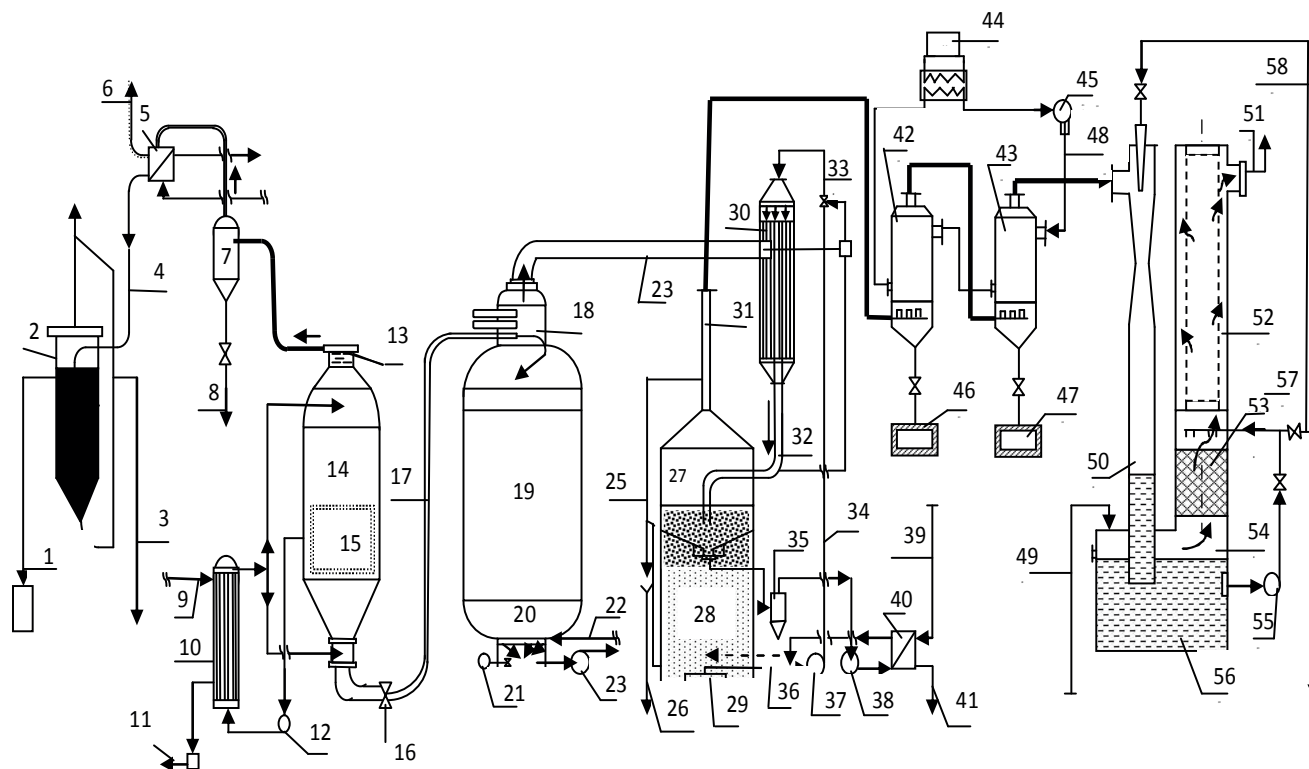


Рис. 11. Усовершенствованная схема процесса сульфатной варки целлюлозы (патенты РФ № 2425917, 2437972)

Основные обозначения:

j – поток пара, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
 F – поверхность испарения, м^2 ;
 Q_K – объемная производительность конденсатора, $\text{м}^3/\text{с}$;
 $V_{\text{св}}$ – свободный объем аппарата, м^3 ;

ρ – плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 τ – время, с ;
 c – теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;
 T – текущая температура, К ;
 m – масса смеси, кг ;
 Q_3 – загрузка компонента, $\text{кг}/\text{с}$.

Индексы:

i – компонент пара или жидкости;
ж – жидкость;
н – начальная;
п – пар;
см – смесь.

Список литературы

1. Ковернинский И.Н., Комаров В.И., Третьяков С.И., Богданович Н.И. Комплексная химическая переработка древесины: учеб. пособие. М.: Издательство Архангельского государственного технического университета, 2002. С. 30—50.

2. Сафин Р.Г. Технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств: учеб. пособие. М.: Изд-во КГТУ, 2000. 400 с.

3. Зиятдинова Д.Ф. Совершенствование технологий переработки древесных материалов, сопровождающихся выделением парогазовой фазы: монография. М.: Изд-во КГТУ, 2009. 144 с.

4. Способ получения сульфатной целлюлозы: пат. 2437972 Рос. Федерация. № 2010148167/12; заявл. 25.11.2010 опубл. 27.12.2011.

5. Сафин Р.Р. Анализ современного состояния лесопромышленного комплекса и перспективы его развития на базе кафедр лесотехнического профиля КГТУ / Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин // Вестник Казан. технол. ун-та. 2010. № 4. С. 120-126.

6. Тимербаев Н.Ф. Совершенствование технологических процессов, сопровождающихся выбросами токсичных веществ / Н.Ф.Тимербаев, В.Н.Башкиров, Д.Ф.Зиятдинова // Теплообменные процессы и аппараты химической технологии: межвузовский тематический сборник научных трудов. 2002. С.68-72.

7. Ефремов А.А. Комплексная переработка древесины методом взрывного автогидролиза / А.А. Ефремов, С.А. Кузнецова, М.Т. Баловсяк, В.А. Винк, Б.Н. Кузнецов // Сибирский химический журнал. 1992. № 6. С. 36-42

8. Фенгел Д. Древесина: учеб. пособие. М.: Лесная пром-сть, 1988. 511 с.

9. Ласкеев П.Х. Производство древесной массы: учеб. пособие. М.: Лесная пром-сть, 1967. 582 с.

Д.Ф. Зиятдинова – канд. техн. наук, докторант каф. переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, ziatdinova@rambler.ru; **М.А. Мозохин** – асп. той же кафедры.

Уважаемые авторы журнала!!!

Макет журнала двухколоночный, все подготовленные к изданию статьи, должны соответствовать всем требованиям к оформлению.

Параметры страницы:

верх – 3 см; низ – 2,5 см; левое поле – 1,8 см; правое поле – 1,8 см.

Основной размер шрифта статьи – 11, через 1 интервал (ключевые слова, аннотации оформляются кеглем 10). Абзац – 0,75 см.

Размер рисунков: ширина – не более 17,5 см; высота – не более 12 см. Название рисунков: шрифт – Arial кеглем 8 полужирный, выравнивание по ширине. **Размер таблицы** не должен превышать 17,5×12 см.

Формулы, представленные в статье, должны по размеру помещаться в одну полосу, т.е. иметь размер не более, чем 5×8 см (шрифт – Times New Roman).

При оформлении представляемых к публикации материалов необходимы следующие документы (по 1 экз.):

- УДК;
- экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати;
- сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, полное название учреждения, организации, предприятия; e-mail; телефон для связи.
- аннотации на английском и русском языках;
- ключевые слова (на русском и английском языках).

Редакция журнала оставляет за собой право редактирования рукописей!!!

УДК 674.047.3: 66.047.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ КОНВЕКТИВНЫХ МЕТОДАХ ПОДВОДА ТЕПЛА

Р.Р. Сафин, Ш.Р. Мухаметзянов

Предложена технология вакуум-осциллирующей сушки пиломатериалов, на стадии прогрева которой использован перегретый пар с целью интенсификации теплообменных процессов и релаксации сушильных напряжений. Приведены результаты математического моделирования, которые могут быть использованы при выдаче рекомендаций по режимным параметрам процесса.

Ключевые слова: сушка, вакуум, древесина

The technology of the oscillating vacuum lumber drying, heating stage at which the superheated steam is used to intensify the heat transfer processes and relaxation drying stresses. The results of mathematical modeling, which can be used for making recommendations on operational parameters of the process.

Keywords: drying, vacuum, wood

В последние годы деревообрабатывающая промышленность претерпевает существенные изменения, влекущие за собой переход на качественно новый уровень работы на рынке мебели и столярных изделий. На отечественный рынок поступает зарубежная высококонкурентная продукция, заставляя предприятия страны повышать качество изделий, в связи с этим встает вопрос переоснащения производственных мощностей. При этом одним из основных технологических процессов, оказывающих влияние на качество, себестоимость продукции и продолжительность производственного цикла, на деревообрабатывающих предприятиях является сушка древесины.

Проведенный литературный анализ показал, что наиболее перспективными в области сушки древесины являются, вакуумно-конвективные технологии, сушильный процесс в которых складывается из последовательно чередующихся стадий нагрева древесины и вакуумирования [1, 2]. Однако в существующих вакуум-конвективных камерах на стадии прогрева применяется горячий воздух, который приводит к удалению влаги с поверхностных слоев в процессе прогрева древесины, как следствие, снижению качества пиломатериала. Поэтому в данных типах сушилок требуется строгое регулирование влагосодержания среды. В то же время известно, что использование перегретого пара на стадии прогрева упрощает управление сушильной установкой и интенсифицирует стадию прогрева, одновременно выполняя роль промежуточной влаготеплообработки.

В связи с этим нами был предложен вакуум-осциллирующий способ сушки пиломатериалов в среде перегретого пара. Процесс сушки целесообразно начинать с откачки инертного газа из рабочей полости аппарата (см. рис. 1), что приводит к отсутствию фазового сопротивления и интенсификации процесса прогрева.

После создания вакуума начинается стадия прогрева, которую можно разделить на два периода:

1. прогрева материала при наличии фазовых переходов теплоносителя;
2. конвективного прогрева материала в среде перегретого пара.

Первый период начинается в момент подачи пара из парогенератора в камеру сушки и характеризуется конденсацией пара на холодной поверхности материала, вследствие чего начинается общий прогрев и увлажнение пиломатериала. Несконденсировавшаяся часть пара идет на создание паровой среды.

Материальный баланс по пару в этом случае можно представить в следующем виде

$$dm_g = dm_n + dm_k, \quad (1)$$

где количество пара, поступающего в камеру, за бесконечно малый промежуток времени определяется из соотношения

$$dm_g = \mu' \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{\frac{2k'}{k' + 1} \cdot \rho_{n2} \cdot P_{n2} \cdot \left[\left(\frac{P_n}{P_{n2}} \right)^{\frac{2}{k'}} - \left(\frac{P_n}{P_{n2}} \right)^{\frac{k' + 1}{k'}} \right]} d\tau \quad (2)$$

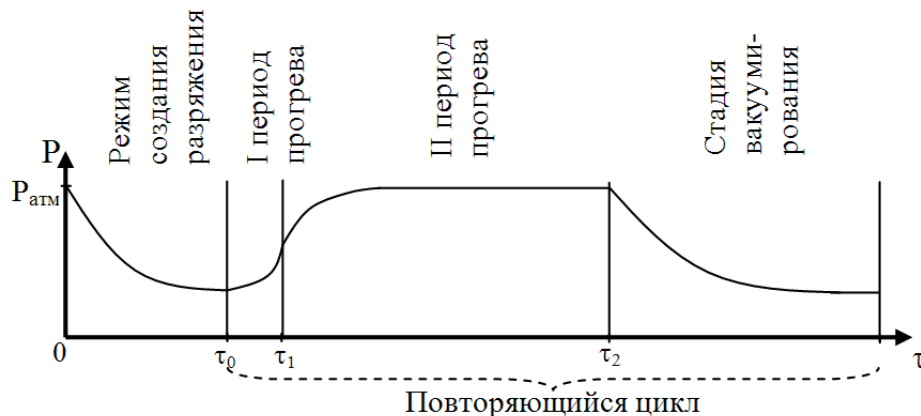


Рис. 1. Схема ведения вакуум-осциллирующей сушки пиломатериалов в среде перегретого пара

Выражение для определения количества пара, поступающего на повышение давления среды в свободном пространстве камеры сушки, имеет вид

$$dm_n = \frac{\mu \cdot V_{св}}{R} \cdot \frac{T \cdot dP - P \cdot dT}{T^2} \quad (3)$$

Пар, конденсирующийся на поверхности пиломатериала dm_k , вызывает его прогрев и частичное увлажнение. Для описания тепломассопереноса внутри пиломатериала воспользуемся дифференциальными уравнениями А.В. Лыкова [3], которые применительно к одномерной симметричной пластине и для однокомпонентной жидкости можно записать в виде

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a_m \cdot \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) + a_m \cdot \delta \cdot \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial T_m}{\partial \tau} = a_m \cdot \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right) + \varepsilon \cdot \frac{r}{c_m} \cdot \frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (5)$$

При отсутствии фазовых превращений внутри пластины в уравнении (5) критерий парообразования ε равен нулю. Тогда, дифференциальное уравнение сводится к уравнению теплопроводности Фурье

$$\frac{\partial T_m}{\partial \tau} = a_m \cdot \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right) \quad (6)$$

Расчет системы уравнений (3), (5) проводится при следующих краевых условиях

$$\frac{r \cdot dm_k}{F \cdot d\tau} = -\lambda \cdot \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0}, \quad (7)$$

$$U(0; x) = U_0, \quad (8)$$

$$T_m(0; x) = T_{m,0} \quad (9)$$

Выражение для влажности поверхности пиломатериала вытекает из условия максимально возможного влагосодержания данной породы

древесины [4]

$$U_{нов} = \frac{(\rho_{д.с} - \rho_{д.}) \cdot \rho_{жс}}{\rho_{д.с} \cdot \rho_{д.}} \quad (10)$$

После подачи в сушильную камеру определенной порции водяного пара начинается второй период прогрева материала. Для чего прекращается подача пара в камеру, в работе остаются калориферы и вентилятор для принудительного движения паровой среды. При этом наряду с переносом влаги внутрь древесины наблюдается снижение влагосодержания поверхности пиломатериала.

Прогрев материала в условиях вынужденного движения перегретого пара описывается системой уравнений (3), (5) при начальных условиях, представляющих собой поля температур и влажности по сечению материала после I периода стадии прогрева; граничные условия записываются выражениями

$$\alpha \cdot (T_n - T_{нов}) - j_{нов} \cdot r = -\lambda \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0}, \quad (11)$$

$$j_{нов} - \beta \cdot (\rho_{нов} - \rho) = 0, \quad (12)$$

при этом поток влаги к поверхности массообмена определяется соотношением

$$j_{нов} = \rho_0 \cdot \left(a_m \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=0} + a_m \cdot \delta \cdot \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0} \right) \quad (13)$$

Давление паровой среды в камере с достаточной для инженерных расчетов точностью может быть определено из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$P = \frac{(m_n + m_{с.м} \cdot \Delta \bar{U}) \cdot R \cdot T}{\mu \cdot V_{св}} \quad (14)$$

После прогрева пиломатериала включением конденсатора начинается стадия вакуумирования.

Стадию вакуумирования также можно подразделить на два периода: процесс понижения давления и выдержка нагретого материала в условиях вакуума; □

Интенсивности изменения давления и температуры паровой среды в процессе понижения давления определяются из выражений

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{F \cdot R \cdot T}{V_{св} \cdot \mu} \cdot j_{нов} - P \cdot \left(\frac{Q_{с.п}}{V_{св}} - \frac{1}{T} \cdot \frac{dT}{d\tau} \right), \quad (15)$$

$$\frac{dT}{d\tau} = \left[\frac{\alpha \cdot F \cdot R \cdot (T_{м.нов} - T)}{P \cdot \mu \cdot c \cdot V_{св}} - \frac{Q_{с.п}}{V_{св}} + \frac{F \cdot R \cdot T \cdot j}{V_{св} \cdot P \cdot \mu} \right] \cdot T. \quad (16)$$

Вследствие того, что в рабочей полости аппарата отсутствует инертный газ и имеются лишь водяные пары, фигурирующая в уравнениях (12), (13) объемная производительность системы удаления пара $Q_{с.п}$ будет равна объемной производительности конденсатора.

После создания в камере рабочего вакуума, материал еще сохраняет тепловую энергию достаточную для удаления влаги, поэтому высушиваемый пиломатериал выдерживается при остаточном давлении до снижения температуры в центре материала до некоторого значения. Тепломассоперенос в пиломатериале на стадии вакуумирования также описывается дифференциальными уравнениями Лыкова. Начальные условия представляют собой поля температур и влажности по сечению материала после стадии прогрева пиломатериала в среде перегретого пара. Граничные условия записываются в виде выражений

$$U_{нов} = a \cdot \left(\frac{P}{P_{нас}} \right)^n \quad (18)$$

$$-\lambda \cdot \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0} = j_{нов} \cdot r + T_{м.нов} \cdot c \cdot j_{нов} + \alpha \cdot (T_{м.нов} - T) \quad (19)$$

После завершения стадии вакуумирования цикл «прогрев-вакуум» повторяется. Количество циклов определяется толщиной пиломатериала, начальной и конечной влажностью и породой древесины.

Для проверки разработанной математической модели на адекватность была создана экспериментальная установка [5, 6]. В качестве модельного материала для математических расчетов и экспериментальных исследований кинетики сушки была выбрана древесина березы бородавчатой, в связи с наличием в справочной литера-

туре наиболее полных сведений о теплофизических и физико-механических свойствах данной породы.

Проверка модели на адекватность производилась на основе стандартной статистической обработки. Количественная оценка расхождения расчетных и экспериментальных значений находится в пределах 18 %, что позволяет сделать вывод о возможности использования модели для теоретического исследования вакуум-осциллирующего способа сушки пиломатериалов.

С целью выдачи рекомендаций по режимам вакуум-осциллирующей сушки было проведено моделирование процесса, которое показало:

1. Продолжительность прогрева снижается с повышением количества водяного пара в камере сушки, что объясняется интенсивным прогревом материала за счет конденсации (рис. 2).

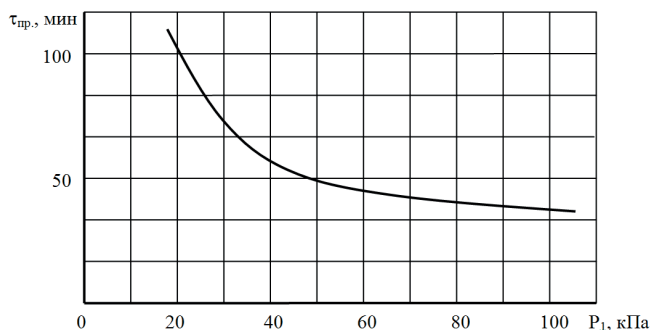


Рис. 2. Зависимость продолжительности стадии прогрева от давления в камере после первого периода

Поэтому, с одной стороны, целесообразным является максимально возможное повышение давления в камере в первом периоде прогрева. Однако, с другой стороны, чрезмерное увеличение количества влаги в аппарате приводит к значительному увлажнению материала в процессе прогрева и, как следствие, снижает величину влагосъема за один цикл сушки (рис. 3).

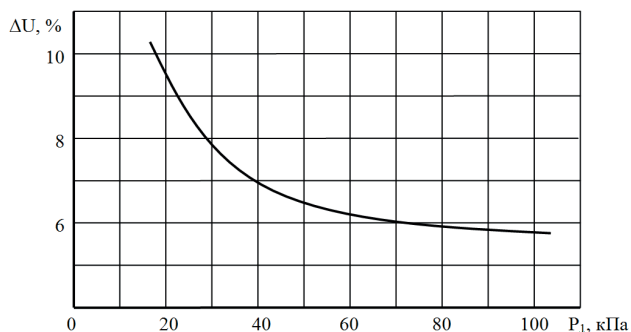


Рис. 3. Зависимость величины влагосъема за один цикл от давления в камере после первого периода

Вследствие чего, была определена величина давления среды в первом периоде в зависимости от влагосодержания высушиваемой древесины (рис. 4). Таким образом, для создания максимального влагосъема при минимальной продолжительности стадии прогрева древесины необходимо задаваться новой величиной давления P_1 , зависящей от влагосодержания образца. Так, при высокой начальной влажности древесины, когда капилляры практически полностью заполнены свободной влагой и дальнейшее увлажнение не приведет к значительному повышению влагосодержания прогрев древесины целесообразно проводить увеличивая продолжительность первого периода прогрева. При дальнейшем процессе сушки, когда влагосодержание материала падает, на первый план выходит прогрев в среде перегретого пара.

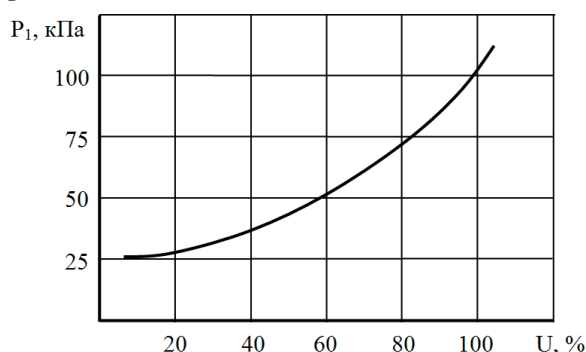


Рис. 4. Зависимость давления в первом периоде от величины интегрального влагосодержания пиломатериала в начале цикла «прогрев – вакуум»

2. Второй период прогрева целесообразно вести при высокой температуре перегретого пара (рис. 5), ограниченной предельной величиной градиента влажности и значением температуры, оказывающим негативное влияние на физико-механические свойства древесины.

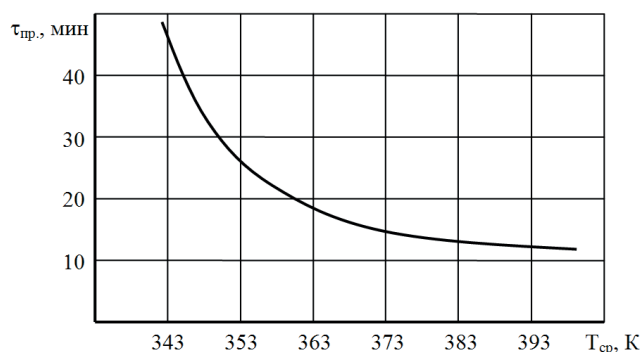


Рис. 5. Зависимость времени повышения температуры в центре пиломатериала (при $S = 40$ мм) на 20 К от температуры среды во втором периоде прогрева

3. Моделирование стадии вакуумирования показало, что величина влагосъема зависит от

остаточного давления в камере. Из рис. 6 видно, что величина влагосъема с березового пиломатериала влагосодержанием 70 % и температурой 373 К с ростом остаточного давления снижается.

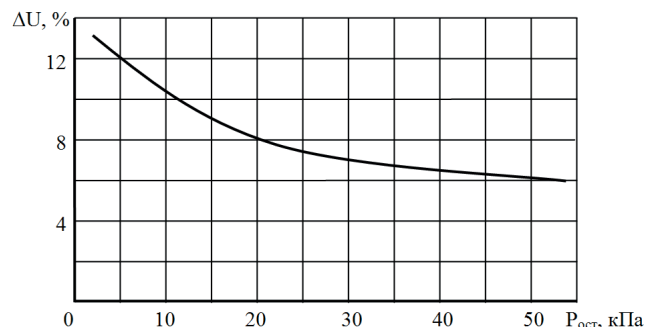


Рис. 6. Зависимость величины влагосъема от остаточного давления в камере

4. Для определения рациональной продолжительности стадии вакуумирования была исследована зависимость длительности процесса сушки березового пиломатериала до влажности $U_{кон} = 12$ % от остаточного градиента температуры, до которой выдерживался материал при пониженном давлении. Полученная зависимость представлена на рис. 7. Из графика видно, что выдержка под вакуумом целесообразна до значения градиента температуры равного 1,2 – 1,3 К/мм, дальнейшая выдержка увеличивает продолжительность процесса сушки.

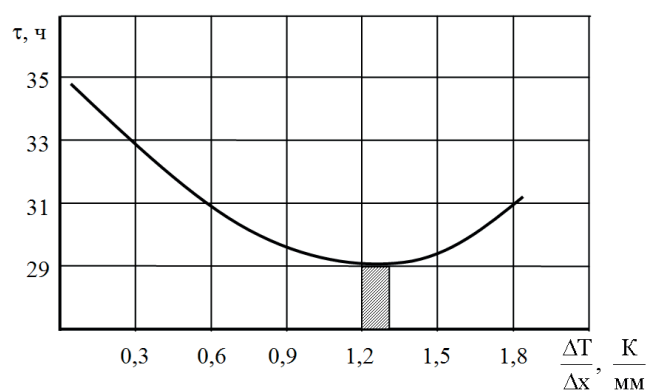


Рис. 7. Зависимость продолжительности процесса сушки от конечной величины перепада температуры по толщине образца

Результаты математического моделирования могут быть использованы при выдаче рекомендаций по режимным параметрам процесса вакуум-осциллирующей сушки пиломатериалов.

На основе аналитического и патентного исследования была разработана сушильная установка для реализации предлагаемого способа сушки. Проведенный технико-экономический анализ подтвердил эффективность созданного

аппарата для сушки твердых пород древесины по сравнению с традиционными конвективными способами, вследствие сокращения длительности процесса более чем в 4 раза без ущерба качеству высушиваемой древесины.

Условные обозначения

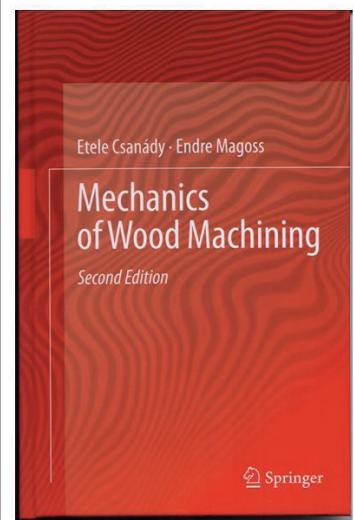
T – температура, К; P – давление, Па; m – масса, кг; V – объем, m^3 ; ρ – плотность, kg/m^3 ; U – влагосодержание материала, kg/kg ; W – влажность материала, %; μ – молекулярная масса, $kg/kmol$; c – удельная теплоемкость, $J/(kg \cdot K)$; g – скрытая теплота парообразования, J/kg ; ε – критерий парообразования; R – универсальная газовая постоянная, $J/(kmol \cdot K)$; a , n – коэффициенты в уравнении изотермы Фрейндлиха; λ – коэффициент теплопроводности, $J/(m \cdot s \cdot K)$; a_t – коэффициент температуропроводности, m^2/s ; a_m – коэффициент массопроводности, m^2/s ; δ – относительный термоградиентный коэффициент, $1/K$; α – коэффициент теплоотдачи, $J/(m^2 \cdot s \cdot K)$; β – коэффициент массоотдачи, m/s ; τ – текущее время, с; F – площадь поверхности пиломатериалов; j – поток массы, $kg/(m^2 \cdot s)$; $\Delta \bar{U}$ – изменение интегрального влагосодержания материала, kg/kg . Индексы: в – пар, поступающий в камеру из парогенератора; п – пар; ср – среда; к – пар, конденсирующийся на поверхности пиломатериалов; пг – парогенератор; м – материал; с.м – сухой материал; пов – поверхность; св – свобод-

ный; б – базисная; дв – древесинное вещество; 1 – состояние после первого периода прогрева.

Список литературы

1. Кришер О. Научные основы техники сушки: учеб. пособие. М.: Иностранная литература, 1961. 232 с.
2. Сафин Р.Р. Технологические режимы вакуумной сушки пиломатериалов при конвективных методах подвода тепла // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 3. С. 68-70.
3. Лыков М.В. Теория сушки: учеб. пособие. М.: Наука, 1968. 472 с.
4. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. М.: Лесн. пром-ть, 1989. 296 с.
5. Сафин Р.Р. Экспериментальные исследования в области вакуум-конвективной сушки пиломатериалов / Р.Р. Сафин, В.А. Лашков, Р.Г. Сафин, Л.Г. Голубев // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Химико-лесной комплекс – научное и кадровое обеспечение в XXI веке. Проблемы и решения», 2000. С. 110-111.
6. Сафин Р.Р. Исследование конвективной сушки пиломатериалов при стационарном пониженном давлении / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Р.Г. Сафин, Е.К. Воронин // Труды IV Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины», 2004. С. 523 – 526.

Р.Р. Сафин – д-р техн. наук, проф., зав. каф. архитектуры и дизайна изделий из древесины Казанского национального исследовательского технологического университета, cfaby@mail.ru; **Ш.Р. Мухаметзянов** – инженер ООО «НПП «Термотехнологии», г. Казань.



ETELE CSANÁDY, ENDRE MAGOSS
MECHANICS OF WOOD MACHINING
 Hardcover: 209 pages. Publisher: Springer; 2nd ed. 2013 edition (July 15, 2012)
 Language: English
 ISBN-10: 3642299547, ISBN-13: 978-3642299544
 Product Dimensions: 9.2 x 6.3 x 0.7 inches

This new textbook on the “Mechanics of Wood Machining” combines the quantitative, mathematical analysis of the mechanisms of wood processing with practical recommendations and solutions. The book contains new theoretical and experimental approaches and offers a clear and systematic overview of the theory of wood cutting, thermal loading in wood-cutting tools, dynamic behaviour of tool and work piece, optimum choice of operational parameters and energy consumption, the wear process of the tools, and the general regularities of wood surface roughness.

Этот новый учебник по «Механика обработки древесины» сочетает в себе количественный, математический анализ механизмов переработки древесины с практическими рекомендациями и решениями. Книга содержит новые теоретические и экспериментальные подходы и предлагает четкий и систематический обзор теории резания древесины, тепловой нагрузки в дереворежущем инструменте, динамическое поведение инструмента и заготовки, оптимальный выбор рабочих параметров и потребления энергии, процесс износа из инструментов, и общие закономерности древесины шероховатости поверхности.

УДК 674.047.3: 66.047.92

ОСЦИЛЛИРУЮЩАЯ СУШКА В ГИДРОФИЛЬНЫХ ЖИДКОСТЯХ

Н.Р. Галяветдинов, А.Р. Зиятдинова

Предложена технология вакуум-осциллирующей сушки древесины в гидрофильных жидкостях. Для этого создана сушильная установка для исследования сушки-пропитки крупномерной массивной древесины в гидрофильных жидкостях при пониженном давлении.

Ключевые слова: сушка, вакуум, древесина

The technology of vacuum drying wood oscillating in hydrophilic liquids. For this purpose, a drying facility for the study of large-sized dry-impregnation of solid wood in hydrophilic liquids under reduced pressure.

Keywords: drying, vacuum, wood

Малозэтажное деревянное домостроение – динамично развивающийся сектор отечественного стройкомплекса. С учетом принятия национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» значение рынка малоэтажного строительства в России значительно возросло. Его объемы устойчиво составляют более 30 процентов ежегодно вводимого нового жилфонда страны. Древесина была и остается традиционно приоритетным материалом для индивидуального жилищного строительства. Сегодня доля деревянных конструкций (стены, перекрытия, элементы крыши и др.), изделий (окна, двери, щиты полов и перегородок), деталей (обшивка, плинтусы, наличники и т.п.) в общей стоимости стройматериалов для частного дома составляет от 50 (при кирпичных стенах) до 90 процентов (в деревянных домах). Поэтому все малоэтажное жилищное строительство часто называют деревянным домостроением, даже если стены здания возведены из кирпича или блоков. К известным преимуществам именно деревянного дома следует добавить лишь один главный факт: его строительство почти на треть дешевле, чем строительство кирпичного дома.

В последнее время строительство деревянных домов в основном осуществляют из оцилиндрованного бревна. При использовании в качестве строительного материала клееного бруса обходится в 2 раза дороже, чем использование оцилиндрованных бревен.

Достоинством оцилиндрованного бревна является:

- ровная округлая форма, которая позволяет достичь при строительстве дома их плотного соединения;
- высокая точность изготовления срубов из оцилиндрованных бревен. Это позволяет избежать характерного для рубленых бревен чередо-

вания в обязательной последовательности комель (прилегающая к корню часть дерева) к вершине и их кропотливой подгонки друг к другу.

Традиционный способ строительства домов-срубов из оцилиндрованного бревна имеет много недостатков, к числу которых можно отнести продолжительность атмосферной сушки бревен на открытых площадях, что в свою очередь значительно ухудшает конечный результат сушки, из-за появления на бревнах продольных трещин, возникающих в результате неравномерной сушки. Также данная технология требует наличия значительных площадей для сушки бревен [1]. Учитывая качество, не надо забывать и о низкой биостойкости и огнестойкости высушенных бревен, что очень сокращает их срок службы и увеличивает риск возникновения пожаров в домах, построенных данным способом.

С целью устранения перечисленных недостатков были проведены исследования в области сушки оцилиндрованных бревен в гидрофильных жидкостях [2]. Для этого была создана сушильная установка для исследования сушки-пропитки крупномерной массивной древесины в гидрофильных жидкостях при пониженном давлении [3], схема и фото которой представлены на рис. 1 и рис. 2.

Данная установка представляет собой герметичную цилиндрическую обечайку 1 с крышкой 2.

Для передачи теплоты от теплоносителя к сушильному агенту используется масляная рубашка 3. Нагрев масла происходит в емкости 4, с помощью электронагревателей. Движение горячей органической жидкости между емкостью 4 и теплоиспользующим аппаратом 1 (вакуумная сушилка) осуществляется с помощью циркуляционного насоса 5.

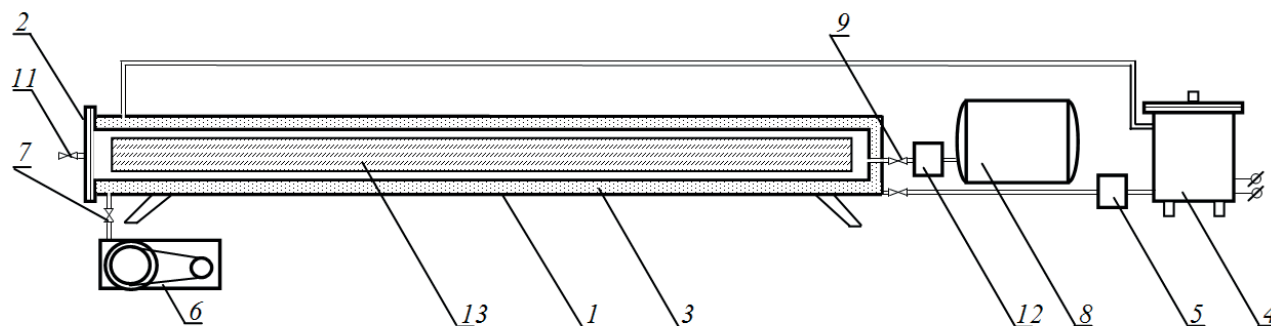


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Внутреннее пространство корпуса 1 сообщено с вакуумным насосом 6 с помощью патрубка 7, с резервуаром для гидрофильной жидкости 8 через вентиль 9, а с атмосферой – через патрубок 11. Гидрофильная жидкость закачивается в камеру 1 при помощи насоса 12.



Рис. 2. Фото экспериментальной установки

Установка работает следующим образом. В камеру 1, укладывается оцилиндрованное бревно 13, после чего герметично закрывают крышкой 2.

При открытом вентиле 9 с помощью насоса 12 подается агент сушки (гидрофильная жидкость).

Нагретое масло с помощью насоса 5 циркулирует в масляной рубашке 3 и нагревает гидрофильную жидкость до заданной температуры. Происходит процесс нагрева древесины в камере. После завершения процесса нагрева, гидрофильная жидкость из камеры с помощью насоса сливается в резервуар. Далее начинается стадия вакуумирования. Для этого включают вакуум насос.

Цикл прогрев-вакуумирование повторяются несколько раз, до достижения заданной конечной влажности древесины.

В качестве материалов для экспериментальных исследований совмещенной сушки-пропитки были взяты образцы различных пород древесины (сосна, ель, пихта), диаметром 180, длиной 3000 мм. Сушильный процесс проводился при температуре 80 °С, при вакуумировании остаточное давление составляло 20 кПа.

По полученным результатам экспериментальных исследований предложенного вакуум осциллирующей сушки древесины в гидрофильных жидкостях были построены зависимости, для различных образцов, при одинаковых исходных параметрах системы (рис. 3 и рис. 4).

Из представленных зависимостей видно, что при сушке древесины при постоянной температуре в камере, продолжительность процесса выше, чем осциллирующим способом. Анализ кривых показывает, что в начале процесса происходит интенсивное испарение влаги из материала.

Полученные результаты научной обработки экспериментальных данных по опытно-исследовательским процессам осциллирующей сушки в гидрофобных жидкостях при пониженном давлении позволяют расширить границы эксперимента для дальнейшего его изучения и определить рациональные режимные параметры данного способа.

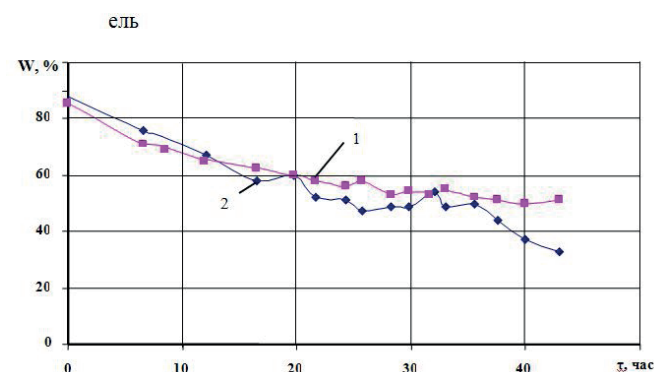
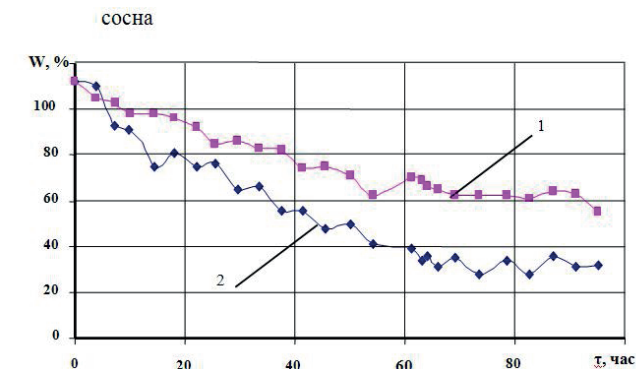


Рис. 3. Кинетические кривые сушки древесины: 1 – сушка при постоянной температуре; 2 – осциллирующий способ сушки

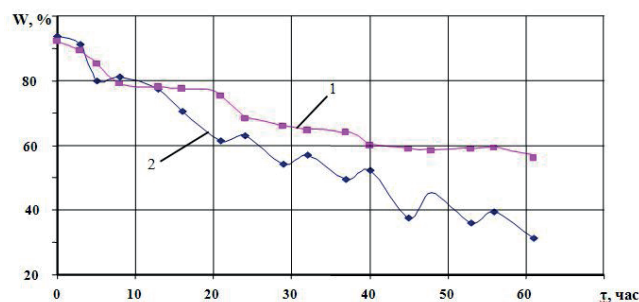


Рис. 4. Кинетические кривые сушки древесины пихты: 1 – сушка при постоянной температуре; 2 – осциллирующий способ сушки

Список литературы

1. Лыков М.В. Теория сушки: учеб. пособие. М.: Наука, 1968. 472 с.
2. Наумов А.Г. Разработка технологии сушки оцилиндрованной древесины в гидрофильных жидкостях // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 1. С. 18-20.
3. Сафин Р.Р. Исследование конвективной сушки пиломатериалов при стационарном пониженном давлении / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Р.Г. Сафин, Е.К. Воронин // Труды IV Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины», 2004. С. 523 – 526.

Н.Р. Галяветдинов – канд. техн. наук, главный инженер ООО «ИнвестСтрой-Технологии», г. Чебоксары, pour777@mail.ru; А.Р. Зиятдинова – мл. науч. сотрудник ООО «ИнвестСтрой-Технологии».

УДК 674.047.3: 66.047.92

ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ

Р.Р. Хасаншин, Ф.Г. Валиев

Представлены результаты исследований целесообразности использования процесса термомодифицирования древесных частиц при производстве древесно-наполненных композитов. Установлено, что термическая обработка в интервале температур 160 – 200 °C способствует существенному снижению равновесной влажности, давления набухания и содержания «цементных ядов».

Ключевые слова: древесные отходы, термическая обработка, влажность, набухание

The results of the feasibility study on the use of the process termomodifitsirovaniya wood particles in the production of wood-filled composites. Found that the heat treatment in the temperature range 160 - 200 °C helps significantly reduce the equilibrium moisture content and swelling pressure "cement poisons".

Keywords: wood waste, heat treatment, moisture, swelling

На лесоперерабатывающих и деревообрабатывающих предприятиях лесного комплекса в

процессе работы образуется большое количество отходов. В то же время одним из наиболее пер-

спективных и популярных материалов для строительства в Европе и США являются древесно-наполненные композиты, в частности опилкобетон, арболит и цементно-стружечные плиты [1, 2]. Многолетняя эксплуатация зданий из этих и подобных им материалов позволяет судить о достаточно хороших эксплуатационных характеристиках, высоких экологических и энергосберегающих свойствах. Однако древесный наполнитель, использующийся в этих материалах, наряду с присущими ему ценными свойствами (малая средняя плотность, хорошая смачиваемость, легкость обработки и др.) имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение материала высокой прочности:

- повышенная химическая агрессивность, наличие «цементных ядов»;
- значительные объемно-влажностные деформации и развитие давления набухания;
- резко выраженная анизотропия;
- высокая проницаемость;
- низкая адгезия по отношению к цементному камню;
- значительная упругость при уплотнении смеси.

При этом традиционные методы модификации древесины (механические, химические) практически исчерпали свои возможности. Поэтому в последние годы как в России, так и зарубежом ведутся исследования по созданию и разработке новых технологий, основанных преимущественно на физических воздействиях на древесное сырье, которые позволили бы модифицировать древесные частицы с целью повышения качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одними из таких возможных способов повышения качества и устойчивости к различным воздействиям высокомолекулярных волокнистых материалов являются применение плазмы и высокотемпературной тепловой обработки без доступа кислорода воздуха [3]. При этом известно, что, устанавливая необходимые параметры режима термической обработки древесины, можно получить требуемый материал с целевой областью применения. Термическая обработка приводит к существенным изменениям в структуре древесины: по мере нагрева из ее состава удаляются смолы, воски, жиры, фенолы, элементы гемицеллюлозы и глюкозы. В результате древесина становится устойчивой к гниению, не подвержена воздействию плесени, поражению различными микроорганизмами и грибом, повышается биологическая стойкость материала. Термическая обработка позволяет придать

древесине уникальные влагоотталкивающие и эксплуатационные свойства, высокую формоустойчивость и стабильность геометрических размеров, при этом улучшается устойчивость древесины к сжатию и снижается уровень внутренних напряжений в материале.

В связи с этим, на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины КГТУ были проведены исследования по целесообразности использования термического модифицирования древесного наполнителя в процессе производства композиционных материалов. Для проведения опытов в качестве основного материала была взята измельченная древесина осины, размеры которой составили в среднем $2 \times 6 \times 1$ мм. Термомодифицирование древесной стружки проводилось при различных температурах в диапазоне от 100 до 200 °C с шагом в 20° в течении 1, 2, 3 и 4 часов. После проведения термического модифицирования одна часть полученной стружки подверглась дальнейшему исследованию (определению равновесной влажности, давления набухания и изменения количества редуцирующих веществ в древесине), другая – направлялась для создания арболита с последующим исследованием его прочностных характеристик.

Определение равновесной влажности термически обработанной древесной стружки осуществлялось путем выдержки в эксикаторе с относительной влажностью среды равной 100 %. Исследования по определению равновесной влажности измельченной древесины в зависимости от температуры обработки показали, что в диапазоне температур агента до 120 °C изменения данного физического параметра носят не существенный характер (рис. 1 и 2). Заметное снижение равновесной влажности происходит при достижении температуры агента обработки 160 °C.

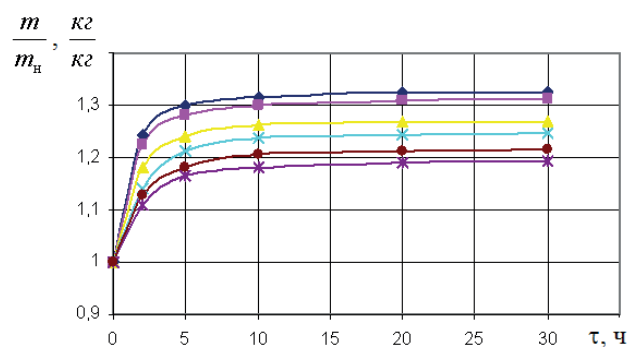


Рис. 1. Кинетика относительной массы измельченной древесины в процессе выдержки в насыщенном паре

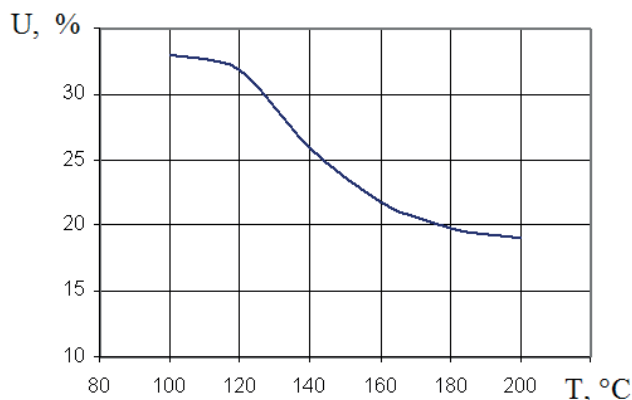


Рис. 2. Равновесная влажность измельченной древесины в зависимости от температуры обработки

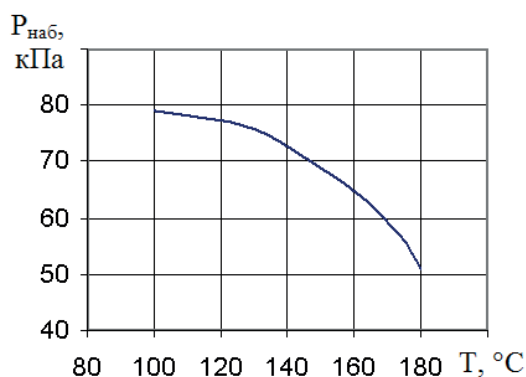


Рис. 3. Давление набухания древесины в зависимости от температуры обработки

Результаты исследований изменения одного из основных недостатков древесного заполнителя – развития давления набухания в зависимости от температуры обработки представлены на рис. 3. Анализ данных показывает существенное снижение значения давления набухания древесных частиц при увеличении температуры обработки до 160 °C и выше. Таким образом, в качестве нижней границы температуры термомодифицирования древесных частиц в процессе производства древесно-наполненных композитов следует принять 160 °C и повышать температуру обработки в зависимости от условий эксплуатации композиционного материала.

Как было сказано ранее, определяющим недостатком древесины по отношению к цементному камню является «цементные яды». В связи с этим при производстве композиционных материалов, в частности арболита, должны использоваться специальные добавки, нейтрализующие благоприятно влияющие на древесину. Количество данных добавок должно соответствовать содержанию водорастворимых веществ в древесине. Таким образом в лабораторных условиях были проведены опыты по определению содержания водорастворимых редуцирующих веществ

в древесном заполнителе в зависимости от вида обработки: необработанная камерно-сухая древесина, термомодифицированная древесина и древесина, обработанная ВЧ-плазмой.

Метод определения водорастворимых редуцирующих веществ основан на восстановлении сахарами основной соли двухвалентной меди до ее закиси. Содержание сахара определяют по количеству перманганата калия, прошедшего на титрование двухвалентного железа, образовавшегося в результате реакции трехвалентного железа с закисью меди.

Порядок проведения анализа заключается в следующем. Вначале производят подготовку водной вытяжки, для этого дробленку измельчают до размеров опилок (0,2 – 2 мм), хорошо перемешивают, подсушивают до воздушно-сухого состояния и хранят в плотно закрытой склянке. Перед анализом определяют влажность пробы и все расчеты в дальнейшем ведут на сухую навеску (высушенную при 85 °C). Для приготовления вытяжки берут 2 г пробы (дробленки), взвешивают ее с точностью 0,0002 г, помещают в коническую колбу емкостью 250 мм и приливают 10 мл дистиллированной воды. Колбу закрывают пробкой и ставят в термостат при 25 °C. Экстрагирование проводят в течение 48 ч, периодически перемешивая содержимое колбы. Затем вытяжку отфильтровывают. В коническую колбу емкостью 150 мм вливают 20 мл раствора сульфата меди и 20 мл щелочного раствора сегнетовой соли. Перемешивают и добавляют в нее 20 мл водной вытяжки из дробленки, снова перемешивают и нагревают до кипения. С момента появления первого пузырька раствор кипятят 3 мин (по песочным часам) и фильтруют в колбу Буназена через воронку Шотта с фильтром № 2, на который предварительно помещают небольшое количество асбеста. Осадок на асбесте промывают 100 – 150 мл горячей воды. Затем фильтр с осадком, покрытым водой, переставляют на чистую колбу Буназена. Осадок обрабатывают 20 мл раствора железоаммонийных квасцов. После растворения осадка подключают водоструйный насос и асбест промывают холодной водой до нейтральной реакции промывных вод. Фильтрат титруют 0,1 раствором перманганата калия до появления устойчивой розовой окраски. Различным объемам перманганата калия, идущего на титрование, соответствует определенное количество сахаров.

После проведения данного исследования получены следующие результаты. Содержание водорастворимых редуцирующих веществ составляет:

- в необработанной древесине – 43 мг;
- древесины, обработанной ВЧ-плазмой – 32,4 мг;
- в термомодифицированной древесине – 25,7 мг.

Таким образом, следует отметить практически двукратное снижение содержания водорастворимых редуцирующих веществ в термомодифицированной древесине по сравнению с необработанной и заметное уменьшение по сравнению древесиной, обработанной ВЧ-плазмой. Вследствие уменьшения редуцирующих веществ повышаются адгезионные свойства древесины с цементным камнем, что, в свою очередь, способствует нарастанию прочности композиционного материала.

Наиболее широкое применение как стеновой материал для наружных стен и внутренних перегородок среди древесно-наполненных композитов на цементном вяжущем нашел арболит. Поскольку в зависимости от назначения предъявляются различные требования по несущей способности, прочности и теплопроводности, то целесообразно изготавливать изделия из арболита также с различными свойствами. С небольшим содержанием цемента в смеси, а, следовательно, и более дешевые изделия можно использовать, для перегородок и других малонагруженных конструкций. К тому же вследствие большого содержания в изделиях стружки эти стены будут обладать хорошими теплоизоляционными свойствами и, имея крупнопористую структуру, этот материал позволит свести к минимуму расход энергии на обогрев и вентиляцию сооружений и тем самым обеспечить хороший воздухообмен. Для наружных стен зданий и несущих внутренних капитальных стен требуются изделия более прочные, поэтому в смесь вводится большое количество цемента и соответственно меньше стружки. Таким образом, варьируя содержание в смеси цемента и стружки, можно получать изделия различного назначения и способствовать минимизации затрат на производство арболита. В связи с этим интерес представляет поиск наиболее оптимального количественного содержания компонентов данного композиционного материала, в частности древесного заполнителя, и его методов предварительной обработки в зависимо-

сти от требуемых эксплуатационных параметров. В результате проведенных исследований по определению предела прочности на сжатие арболита, полученного из термически обработанных древесных частиц и прошедшего многократное увлажнение и сушку с количеством циклов равное 10, получена графическая зависимость, представленная на рис. 4.

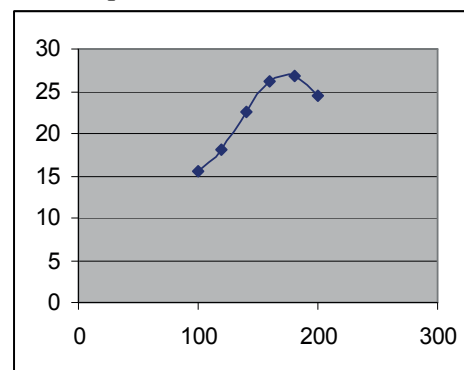


Рис. 4. Предел прочности на сжатие образцов арболита, изготовленных из предварительно термомодифицированных древесных частиц, в зависимости от температуры термомодифицирования

Из графика следует вывод, что предварительное термомодифицирование древесных частиц в процессе изготовления арболита позволяет значительно увеличить прочностные характеристики данного материала и, как следствие, расширить области его возможного использования.

Список литературы

1. Коротаев Э.И., Клименко М.И. Использование древесных опилок: учеб. пособие. М.: Лесная пром-сть, 1974. 143 с.
2. Тимербаев Н.Ф. Повышение эффективности энергетического использования древесных отходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Лесная пром-сть, 2007. 16 с.
3. Сафин Р.Р. Исследование вакуумно-кондуктивного процесса модифицирующей термообработки древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, М.К. Герасимов, Д.А. Ахметова // Деревообрабатывающая промышленность. 2009. № 3. С. 9-11.

УДК 674.02 / 674.04

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Д.А. Ахметова, Р.В. Данилова

Проведены экспериментальные исследования по термомодифицированию пиломатериалов в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов. Предложенная технология позволяет не только значительно интенсифицировать процесс, но снизить энергозатраты за счет предотвращения потерь тепла в окружающую среду.

Ключевые слова: древесина, термомодификация, энергосбережение

Experimental researches on thermomodification of saw-timbers are spent in conditions vacuum-conductive devices. The offered technology allows not only to intensify process considerably, but it allows to lower power inputs at the expense of prevention of losses of heat in environment.

Keywords: wood, thermomodifikatsiya, energy saving

Повышение эффективности деревообрабатывающих производств и коэффициента использования древесины местных и привозных пород в настоящее время для России является одной из актуальных задач. Без инновационных технологий и разработки новой концепции глубокой переработки эта задача не решается даже при использовании новейшего импортного оборудования. Нужна новая базовая технология, позволяющая пересмотреть вопросы использования древесины, в том числе низкосортной, для нужд деревянного домостроения и мебельного производства.

По-новому посмотреть на привычные конструкции и изделия из древесины, модернизировать их в соответствии с новыми возможностями и современными требованиями позволяет технология термомодификации древесины, поднимающая глубину переработки и продукцию из древесины на новый конкурентоспособный уровень.

Вследствие постепенного сужения возможных областей использования химически обработанной древесины и всё более ужесточающихся требований к самим химическим составам, что, в частности, видно из запрета Еврокомиссией применять древесину, обработанную антисептиками,

содержащими соли тяжелых металлов, рынок потребления термообработанной древесины в последние годы постоянно расширяется. Кроме того, в странах Евросоюза уже запрещено применять в качестве упаковочного материала для отправки грузов древесину, не прошедшую термообработку.

О темпах роста европейского рынка термомодифицирования древесины можно судить по следующим цифрам: в 2000 году в Европе было использовано около 70 тыс. м³ термодревесины, а в 2004 году – уже около 125 тыс. м³; в настоящее время, по имеющимся данным, объем обрабатываемой и применяемой термодревесины достигает 300 тыс. м³. Подобные темпы роста вполне объяснимы, поскольку термообработка значительно улучшает эксплуатационные свойства древесины: повышается биологическая стойкость, снижается равновесная влажность, сокращается коэффициент разбухания древесины при увлажнении, существенно уменьшается возможность проникновения воды в материал, увеличивается твердость, улучшаются декоративные свойства и т.д.

Емкость российского рынка термомодифицированной древесины, согласно предваритель-

ным анализам, составляет не менее 100-125 тыс. м³ в год. Однако в настоящее время развитие российского рынка термодревесины сдерживается, во-первых, низкой позиционированностью как среди пиломатериалов, так и среди продуктов глубокой переработки древесины и, во-вторых, из-за высоких цен, поскольку практически всё имеющееся в России оборудование зарубежного производства и поэтому предприятия завышают цену для максимально возможного снижения срока их окупаемости.

При этом известные в настоящее время технологии термомодифицирования древесины в процессе термообработки для защиты материала от кислорода, а также подвода тепловой энергии используют водяной пар в различных состояниях (насыщенный или перегретый) или жидкую среду, что зачастую приводит к быстрому износу дорогостоящего оборудования, вследствие воздействия высокотемпературной агрессивной среды. Кроме того, все известные способы термомодифицирования рациональны лишь для крупнотоннажных производств, ввиду высоких энергозатрат на ведение процесса. В тоже время в деревообрабатывающем производстве широкое применение нашли вакуумно-кондуктивные сушильные камеры [2], которые ввиду своего конструктивного решения как раз и целесообразны для предприятий малых форм предпринимательства, поскольку отличаются повышенным энергосбережением, вследствие исключения тепловых потерь в окружающую среду. Однако возможность использования вакуумно-кондуктивной технологии применительно к термомодифицированию древесины до сих пор никем не был исследован.

При этом использование вакуума позволяет не только предотвратить потери тепла в окружающую среду и избежать воспламенения древесины, но произвести улов ценных летучих компонентов, удаляемых из неё в процессе воздействия высокой температуры. Кроме того, подвод тепла от нагретой поверхности позволяет значительно интенсифицировать процесс, а использование дополнительной подпрессовки материала

дает возможность получить новый вид термодревесины с улучшенными свойствами.

Поэтому на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины Казанского государственного технологического университета были проведены экспериментальные исследования по термомодификации пиломатериалов в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов.

При термомодифицировании древесины в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов в качестве нагревательных элементов предлагается использовать металлические плиты специальной конструкции (рис. 1), представляющие собой две перфорированные металлические пластины с установленными между ними электронагревательными кабелями. Перфорация металлических пластин обеспечивает отвод с поверхности пиломатериала испаряющейся влаги и продуктов разложения древесины.

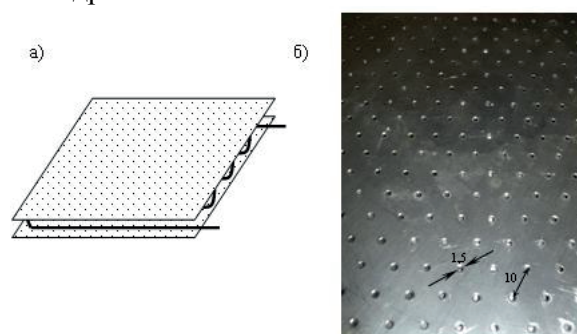


Рис. 1. Нагревательный элемент: а – схема; б – внешний вид

Разрежение в аппарате осуществляется с помощью линии вакуумирования, включающей внутренний и внешний конденсаторы и вакуумный насос. С целью проведения кондиционирующей обработки материала установка может быть дополнена парогенератором.

При формировании штабеля пиломатериалы укладываются между двумя нагревательными элементами, таким образом, что подвод тепловой энергии осуществлялся одновременно к обоим пластям пиломатериала, обеспечивая симметричное распределение температуры и влажности древесины.

Процесс термомодифицирования древесины можно представить как совокупность стадий прогрева, сушки, непосредственно термического модифицирования и охлаждения (рис. 2).

Процесс начинается с прогрева высушиваемой древесины путем включения в работу нагре-

вательных элементов. Процесс осуществляется при атмосферном давлении среды с целью минимизации удаления влаги из материала в процессе прогрева, что особенно важно в зимний период времени.

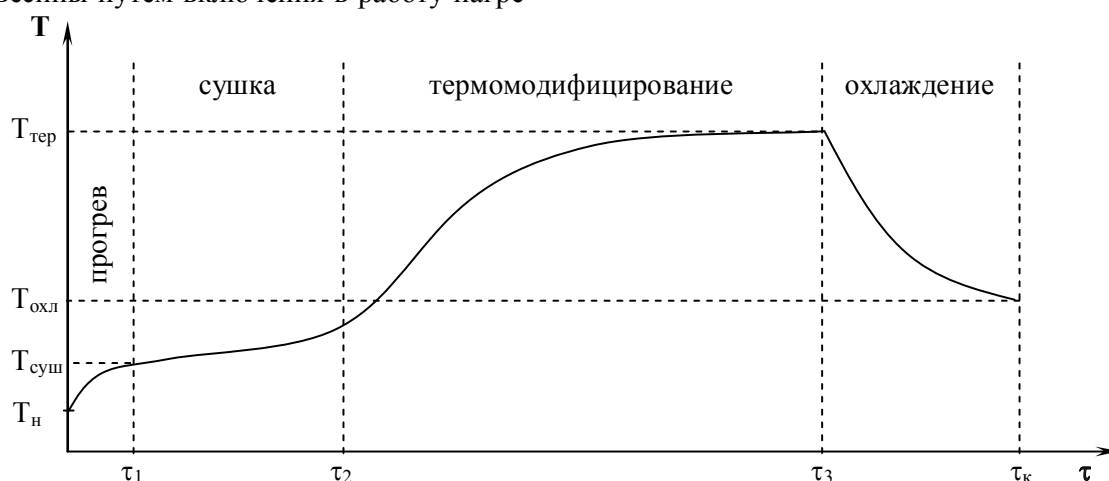


Рис. 2. Схема ведения процесса термомодифицирования древесины

Начало стадии сушки до абсолютно сухого состояния материала τ_1 ознаменовывается достижением древесиной заданной температуры сушки $T_{\text{суш}}$ (рис. 2). При этом начальная влажность древесины, подвергающейся термомодифицированию, в зависимости от условий производства может быть различной: при наличии на предприятии конвективных сушильных камер целесообразна традиционная сушка пиломатериалов (в этом случае начальная влажность древесины, подготовленной к термическому модифицированию, составляет 7 - 12 %); при отсутствии возможности предварительной сторонней подсушки пиломатериалов – удаление влаги из древесины возможно непосредственно в вакуумно-кондуктивной камере. В этом случае нами предлагается технология вакуумно-кондуктивной сушки с периодическим подводом тепловой энергии, которая основана на чередовании стадий прогрева и вакуумирования [2, 3]. На стадии прогрева происходит накопление тепловой энергии, после чего включением конденсатора и ва-

куумного насоса начинается стадия вакуумирования, в процессе которой происходит интенсивное удаление влаги из древесины через перфорации нагревательных пластин. В процессе вакуумирования происходит отключение электронагревательных элементов, и сушка древесины происходит за счет предварительно аккумулированной тепловой энергии. При отсутствии подвода тепла извне температура материала падает, а вследствие того, что испарение идет с поверхности, её температура ниже температуры в центре материала. Возникающий температурный градиент совпадает по направлению с градиентом влагосодержания и тем самым интенсифицирует перенос удаляемой влаги. После создания в камере рабочего вакуума, материал еще сохраняет тепловую энергию достаточную для удаления влаги, поэтому высушиваемый пиломатериал выдерживается при остаточном давлении до снижения температуры в центре материала до значения, при котором градиент температуры не будет оказывать существенного влияния на процесс удале-

ния влаги. После завершения стадии вакуумирования цикл «прогрев-вакуум» повторяется. Количество циклов определяется толщиной пиломатериала и породой древесины.

Предложенная технология вакуумно-кондуктивной сушки с периодическим подводом тепловой энергии позволяет избежать больших перепадов влажности по толщине пиломатериала, и, как следствие, значительных сушильных напряжений и больших остаточных деформаций.

В конце процесса сушки, когда среднее влажесодержание пиломатериала снизится до 10 - 12 %, проводят досушку пиломатериала до абсолютно сухого состояния по традиционной вакуумно-кондуктивной технологии: осуществляют постоянный подвод тепловой энергии к материалу при одновременном разрежении в аппарате.

Последующее повышение температуры древесины до 423 °K вызывает начало стадии термического распада. При этом начинается разложение наименее термостойких компонентов древесины с выделением реакционной воды, углекислоты, и некоторых других продуктов, изменяется химический и элементарный состав древесины. Стадия начального разложения древесины эндотермична, и поэтому проводится при подводе тепловой энергии. С целью предотвращения самопроизвольного возгорания древесины процесс термомодифицирования проводят в условиях вакуума, для этого в работу включены конденсаторы для улова летучих компонентов и водокольцевой вакуумный насос. Температура 543 °K определяет начало экзотермической реакции, что может привести к неконтролируемому разложению древесины, поэтому температура нагревательных элементов $T_{\text{тер}}$, при которой происходит термическое модифицирование, не должна превышать 533 °K.

После окончания процесса термомодифицирования древесину необходимо лишить способности самовозгораться. Для этого древесину необходимо охладить до $T_{\text{охл}} = 393 - 403$ °K. С этой целью при выключенном вакуумном насосе в камеру подают водяной пар из парогенератора.

Пар, попадая в вакуумное пространство, моментально охлаждается до соответствующей температуры насыщения, а дальнейший контакт с горячим термодеревом вызывает его перегрев, поэтому для поддержания в камере заданной температуры среды в работе остается внутренний конденсатор. После снижения температуры термодерева до заданного значения производят разгерметизацию камеры и извлечение материала. Кондиционирующую обработку производят в штабелях в специально отведенном для этого помещении.

Сосновые пиломатериалы, полученные в результате проведенных экспериментальных исследований по термомодифицированию, были подвергнуты анализу цветовой гаммы в зависимости от температуры и продолжительности тепловой обработки. Для проведения цветового анализа предварительно была отсканирована текстура полученной термомодифицированной древесины и с помощью компьютерной программы Instant Color Picker v. 2.5.0.23 был получен цветовой код в системе кодировки цвета RGB. Система кодировки цвета RGB – самая естественная система, построена на 3 основных цветах. Каждый из цветов R-Красный, G-Зеленый и B-Синий имеет один из 256 уровней интенсивности. Эту систему еще называют аддитивной, потому что с увеличением яркости отдельных цветов результирующий цвет тоже становится ярче. При равной интенсивности всех трех цветов, получаются градации серого, при максимальной яркости – белый, при отсутствии – черный. С точки зрения обработки изображения на экране компьютера, эта цветовая модель является наиболее удобной, так как обеспечивает доступ ко всем 16 миллионам цветов, которые могут быть выведены на экран. На основе полученных таким образом цветовых кодов были построены графические зависимости изменения интенсивности составляющих цветовой гаммы (красного, зеленого и синего) термодревесины сосны в зависимости от температуры и продолжительности обработки, представленные на рис. 3.

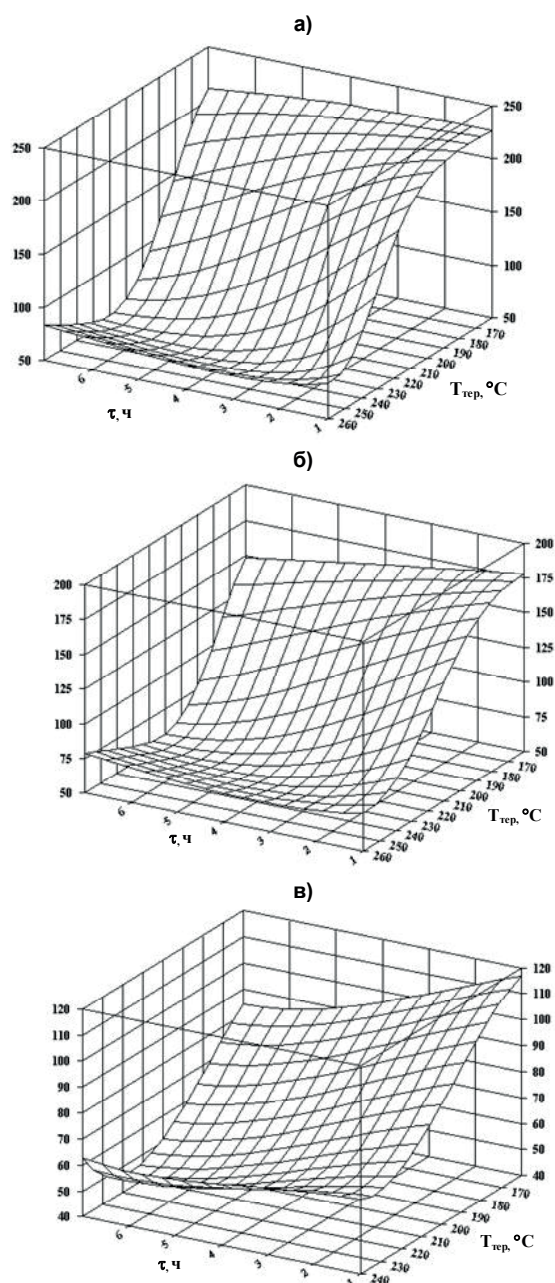


Рис. 3. Изменение составляющих цветовой гаммы сосны в зависимости от температуры и продолжительности обработки: а – интенсивность красного цвета; б – интенсивность зеленого цвета; в – интенсивность синего цвета

В результате аппроксимации экспериментальных данных получены аналитические уравнения интенсивности составляющих цветовой гаммы сосны в зависимости от температуры и продолжительности обработки:

$$R = \frac{204.1187 - 9.797\tau - 1.58t + 0.1386\tau^2 + 0.0031t^2 + 0.0378\tau \cdot t}{1 - 0.056\tau - 0.0081t + 0.00067\tau^2 + 1.66 \cdot 10^{-5}t^2 + 0.00025\tau \cdot t}$$

$$G = \frac{157.33 - 8.449\tau - 1.245t + 0.132\tau^2 + 0.002556t^2 + 0.032\tau \cdot t}{1 - 0.052\tau - 0.00846t + 0.000485\tau^2 + 1.88 \cdot 10^{-5}t^2 + 0.00023\tau \cdot t}$$

$$B = -1217.088 + 44.48\tau + 22.112t - 0.3375\tau^2 - 0.118t^2 - 0.571\tau \cdot t + 0.12\tau^3 + 0.0002t + 0.00164\tau \cdot t^2 - 0.00375\tau^2 \cdot t$$

Величина достоверности аппроксимации R^2 для представленных аналитических уравнений составляет более 0,993.

Таким образом, задавая температуру и продолжительность обработки, можно прогнозировать интенсивности красного, зеленого и синего составляющих для последующего визуального представления цвета термомодифицированной древесины с помощью стандартных компьютерных программ.

Список литературы

1. Сафин Р.Р. Вакуумно-кондуктивная сушка капиллярнопористых коллоидных материалов с периодическим подводом тепловой энергии / Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, Л.Р. Юнусов, Д.А. Ахметова // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2007. Т. 50. Вып. 11. С. 88-89.
2. Сафин Р.Р. Совершенствование режимов сушки пиломатериалов в вакуумно-кондуктивных камерах / Р.Р. Сафин, З.Р. Мустафин, А.Н. Чернышёв // Деревообрабатывающая промышленность. 2007. № 2. С. 6-7.
3. Мухаметзянов Ш.Р. Способ обработки термомодифицированной древесины // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 2.

УДК 674.047.3: 66.047.92

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В ПРОЦЕССЕ СУШКИ-ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Е.А. Белякова, Т.А. Бодылевская

Проведены исследования вакуумной сушки-пропитки древесины в жидких средах. Разработана математическая модель процесса.

Ключевые слова: древесина, сушка, жидкость, математическая модель

Investigations of vacuum drying-impregnation in liquid media. Developed a mathematical model of the process.

Keywords: wood, drying, liquid, a mathematical model

Одним из наиболее ликвидных лесных товаров как у нас в стране, так и за рубежом в настоящее время являются пропитанные деревянные шпалы. Спрос на них стабилен и не подвержен колебаниям. Более того, в будущем прогнозируется дефицит пропитанных шпал. В настоящее время в России действуют 10 шпалопродовольных заводов, все они входят в структуру МПС и расположены преимущественно в европейской части страны. Производительность каждого из заводов составляет от 100 до 6000 тыс. м³ в год. При самом скромном техническом оснащении процесса пропитки данные предприятия занимают огромные территории, вследствие использования в технологической цепи естественной атмосферной сушки шпал-заготовок.

Размещение таких крупных предприятий приводит к удорожанию готового продукта и ухудшению экологической ситуации в регионе. Кроме того, возникает ряд сложностей в обеспечении заводов сырьем и материалами. Мировая практика, в частности Финляндии, показала большую эффективность малых заводов, с производительностью от 10 до 30 тыс. м³ в год. Располагать такие заводы целесообразно в непосредственной близости к производству шпал.

В тоже время известная технология сушки древесины в жидкостях [1] до сих пор остается недостаточно востребованной, вследствие отсутствия должного технического обеспечения и рациональных технологических режимов ведения процесса. Кроме того, в качестве недостатка существующей технологии в литературе отмечается низкое качество сушки, обусловленное значительным перепадом влажности по толщине и действием высоких температур, поскольку основным видом влагопереноса в материале является молярное перемещение пара под действием градиента избыточного давления. По традицион-

ной технологии давление над пиломатериалом складывается из суммы барометрического давления и давления столба гидрофобной жидкости.

В связи с этим на кафедре переработки древесных материалов Казанского государственного технологического университета были проведены исследования вакуумной сушки-пропитки древесины в жидких средах. В данной технологии сушильным агентом является пропитывающий состав, над поверхностью которого в процессе сушки создается разрежение, поэтому удаление влаги из материала происходит под действием молярного переноса, которое возможно при температуре выше точки кипения воды при давлении столба пропитывающей жидкости. Такая схема ведения процесса позволяет снизить температуру среды и тем самым предотвратить изменение физико-механических свойств древесины, вызванных продолжительным действием повышенных температур. Кроме того, мягкие температурные режимы позволяют избежать возникновения значительного градиента температуры, а значит и перепада влажности по сечению древесины.

Для теоретического исследования рассматриваемого способа сушки-пропитки была разработана математическая модель процесса.

Для движущейся жидкой среды дифференциальное уравнение переноса энергии в прямоугольных координатах с учетом стока тепла к материалу и замены субстанциональной производной её выражением согласно [2] принимает вид

$$c_{ж} \rho_{ж} \left(\frac{\partial T}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial T}{\partial x} + w_y \frac{\partial T}{\partial y} + w_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = (1) \\ = \lambda_{ж} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \gamma_m.$$

Функция стока тепла в этом случае может

быть определена выражением

$$\gamma_m = \alpha \cdot (T_m - T_{m.пов}) \cdot F_m^*, \quad (2)$$

где F_m^* – приведенная площадь материала – характеризует поверхность нагреваемых пиломатериалов, приходящуюся на 1 м^3 теплоносителя, который находится в сушильной камере.

Так как поток полностью заполняет пространство сушильной камеры, то можно считать, что теплоноситель одновременно обтекает все отдельные элементы штабеля. Тогда, рассматривая одномерную модель обтекания материала и пренебрегая молекулярной теплопроводностью теплоносителя, выражение (1) с учетом уравнения (2) запишем в виде

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + w_z \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\lambda_{жс}}{c_{жс} \rho_{жс}} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\alpha \cdot (T_m - T_{m.пов}) \cdot F_m^*}{c_{жс} \rho_{жс}}. \quad (3)$$

Анализ конструктивных особенностей аппаратов для тепловой обработки различных материалов в жидкостях свидетельствует, что нагревательные элементы располагаются в нижней части камеры, поэтому в уравнении (3) определяющим геометрическим размером z является расстояние по вертикали от калорифера, а скорость w_z – является скоростью естественной конвекции.

Изменение температуры жидкой среды вызывает тепло- и массообмен между теплоносителем и поверхностными слоями древесины, что в свою очередь приводит к тепломассопереносу внутри пиломатериала, для описания которого используются дифференциальные уравнения А.В. Лыкова [3]:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a_m \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) + a_m \delta \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right) + \frac{k_p}{\rho_0} \left(\frac{\partial^2 p_m}{\partial x^2} \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial T_m}{\partial \tau} = \frac{a_m r \varepsilon}{c} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) + \left(a_m + \frac{a_m r \varepsilon \delta}{c} \right) \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right) + \frac{a_m r \varepsilon \delta_p}{c} \left(\frac{\partial^2 p_m}{\partial x^2} \right), \quad (5)$$

$$\frac{\partial p_m}{\partial \tau} = \left(a_p - \frac{a_m \varepsilon \delta_p}{c_p} \right) \left(\frac{\partial^2 p_m}{\partial x^2} \right) - \frac{a_m \varepsilon}{c_p} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) - \frac{a_m \varepsilon \delta}{c_p} \left(\frac{\partial^2 T_m}{\partial x^2} \right). \quad (6)$$

Расчет системы дифференциальных уравнений (3) – (6) производится с помощью следующих краевых условий

начальные условия

$$T_{жс}(0; x) = T_{жс.0},$$

$$U(0; x) = U_0,$$

$$T_m(0; x) = T_{m.0},$$

$$p_m(0; x) = P_{атм}.$$

граничные условия

$$T(\tau, 0) = T_{пов.кал},$$

$$j_{пов} - \beta \cdot (\rho_{пов} - \rho) = 0,$$

$$\alpha \cdot (T - T_{m.пов}) - j_{пов} \cdot r = -\lambda \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0},$$

$$p_{m.пов} = P_{жс}.$$

Поток влаги к поверхности массообмена можно определить из соотношения [2]

$$j_{пов} = \rho_0 \left(a_m \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=0} + a_m \delta \frac{\partial T_m}{\partial x} \Big|_{x=0} + \frac{k_p}{\rho_{ср}} \frac{\partial p_m}{\partial x} \Big|_{x=0} \right).$$

В процессе сушки древесины по мере удаления влаги плотность её потока изнутри материала к поверхности постепенно падает, что в результате приводит к выравниванию взаимнообратных потоков естественной влаги и окружающей материал жидкости, стремящейся проникнуть в капилляры древесины (в том случае если жидкость смачивает пиломатериал). В этот момент начинается пропитка древесины, которую можно рассматривать как движение смачивающей жидкости в капилляре с защемленным газом. При этом основное влияние на продвижение жидкости в капилляре оказывают процессы растворения и диффузии находящихся в капилляре водяных паров в пропитывающую жидкость.

Скорость движения жидкости в тупиковом капилляре, скорость растворения и диффузии защемленного в нем газа описывается уравнением [4]

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{\alpha^* \cdot k \cdot R \cdot T_m \sqrt{D}}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\tau}},$$

где

$$\alpha^* = \frac{2\sigma_{жс} \cdot \cos \theta}{r_{кап} \cdot P + 2\sigma_{жс} \cdot \cos \theta}.$$

Для определения меры смачивания пористого тела получена зависимость [4]

$$\cos \theta = 1 - \varphi_m \sqrt{\frac{1}{3(1 - C_{пов})} \left(\frac{1}{h^2} \sqrt{\frac{2\sigma_{жс}}{\rho_{жс} g}} - \frac{1}{2} \right)}.$$

На основании экспериментальных исследований для поверхностной пористости древесины

установлена зависимость [5]

$$C_{нов} = 146(1 - 0,649\rho_{с.м}) - \frac{100}{\rho_{д.в.}}$$

Плотность потока пропитывающей жидкости определим из выражения

$$j_{жс} = \rho_{жс} \cdot \frac{dx}{d\tau}$$

Представленная математическая модель позволяет полностью описать процессы, протекающие при вакуумной сушке-пропитке древе-

сины в гидрофобных жидкостях.

Для проверки предложенной математической модели на адекватность была создана экспериментальная установка, представленная на рис. 1 и 2, которая состоит из вакуумной камеры 1 с крышкой 2, с внутренней стороны которой смонтирован электронный датчик веса 3. Сигнал от датчика 3 преобразуется АЦП 4 и поступает в ЭВМ 5 для записи и дальнейшей обработки.

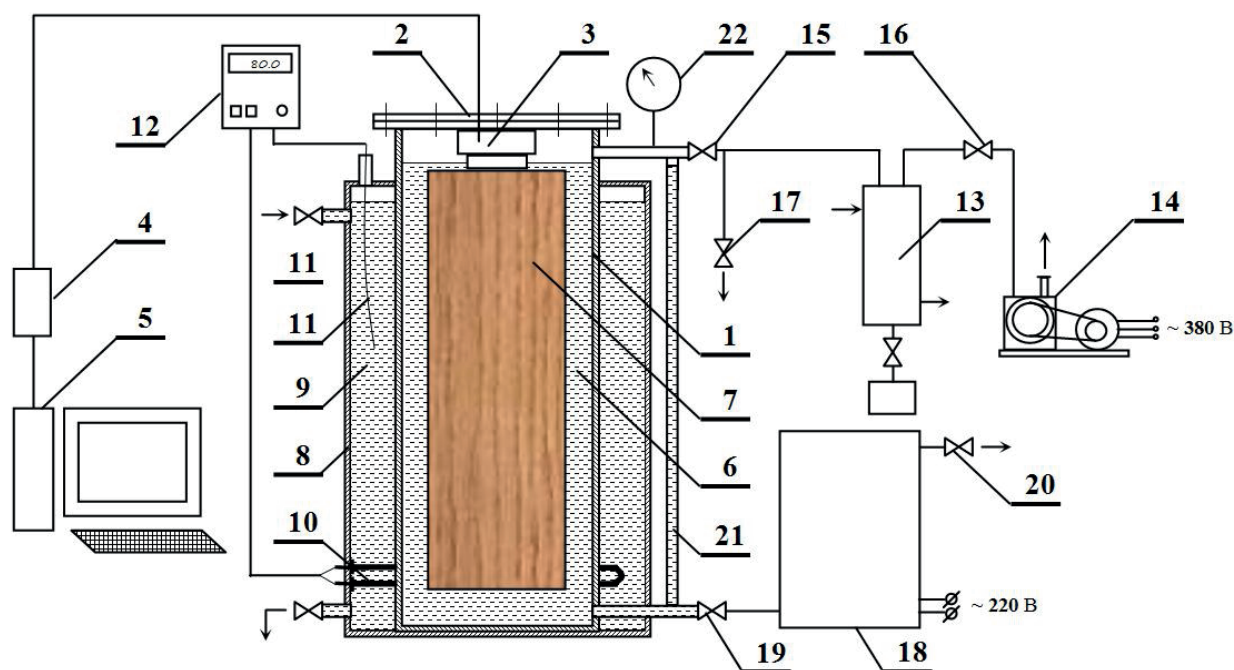


Рис. 1. Установка для исследования кинетики совмещенной вакуумной сушки-пропитки пиломатериала



Рис. 2 Фото установки

Вакуумная камера 1 заполнена гидрофобной жидкостью 6, с погруженной в неё исследуемым образцом 7. Камера 1 снабжена рубашкой 8, теплоноситель 9 которой получает тепловую энергию от трубчатого электронагревателя 10. Температура теплоносителя 9 контролируется с помощью погруженной в него термопары 11 и электронного регулятора ТРМ ОВЕН1 (поз. 12). Внутренняя полость камеры 1 сообщается с линией вакуумирования, состоящей из конденсатора 13 со стеклянным мерным сборником конденсата и вакуум-насоса 14, – через вентили 15 и 16, а также с атмосферой – через вентиль 17 и с емкостью 18 для хранения гидрофобной жидкости 6 – через вентиль 19. Емкость 18 снабжена электрической системой обогрева для предварительного прогрева гидрофобной жидкости, а внутренняя полость емкости сообщается с атмосферой через вентиль 20. Для определения уровня гидрофобной жидкости в камере 1 используется

мерная трубка 21. Давление разряжения в полости аппарата контролируется с помощью манометра 22.

Методика проведения исследований на представленной установке состоит из трех этапов: подготовки исследуемых образцов, проведения экспериментов и компьютерной обработки полученных результатов.

Подготовка исследуемых образцов предполагает выбор крупномерного сортамента и определение его начальной массы, объема и влажности. В экспериментах по изучению совмещенной сушки-пропитки древесины используются образцы длиной 1 м, выпиленные из промышленных шпал-заготовок или оцилиндрованных бревен. Из оставшейся части заготовки выпиляются два среза: один для определения среднего влагосодержания, второй – для дальнейшего определения позонной влажности. По среднему влагосодержанию древесины определяется теоретическое значение массы всей влаги, содержащейся в исследуемом образце. Для определения начальной массы образец взвешивается на электронных весах с точностью 1 г. Объем исследуемого образца определяется с помощью замеров штангенциркулем и служит для нахождения объема вытесненной жидкости.

Подготовленный таким образом к проведению экспериментальных исследований образец помещается в вакуумную камеру 1, после герметизации которой с помощью крышки 2 в работу включается вакуумный насос 14. При открытых вентилях 15, 16, 19 и 20 и закрытом 17 начинается создание вакуума в аппарате и заполнение его предварительно нагретой гидрофобной жидкостью из емкости 18. После подъема уровня жидкости до определенного значения, контролируемого с помощью мерной трубки 21, подача агента сушки в камеру 1 прекращается, для чего перекрывается вентиль 19. Давление в камере 1 понижается до создания максимально возможного разряжения, определяемого техническими характеристиками вакуумного насоса 14, после чего перекрывается вентиль 16 и производится выключение вакуум-насоса 14. Поскольку в аппарате отсутствуют неконденсирующиеся газы, дальнейшее поддержание давления в камере 1 на заданном значении осуществляется с помощью конденсатора 13.

Погруженный в гидрофобную жидкость исследуемый образец под действием силы Архимеда оказывает давление на смонтированный на крышке электронный датчик 3. В процессе сушки влажной древесины её плотность снижается, в

результате чего возрастает подъемная сила, действующая на шпалу. Регистрируя изменение результирующей силы, возможно определение изменения средней плотности исследуемого образца в процессе проведения эксперимента. Средняя плотность образца может быть определена по формуле

$$\bar{\rho}_m = \frac{F_{рез} - g \cdot V \cdot \rho_{ж}}{g \cdot V}.$$

В процессе проведения эксперимента фиксируется изменение уровня гидрофобной жидкости в камере 1 с помощью мерной трубки 21. Изменение объема гидрофобной жидкости в аппарате за вычетом объема данной жидкости, удаленной системой вакуумирования и собранной в мерном сборнике конденсатора 13, характеризует количество жидкости, ушедшей на пропитку древесины.

Продолжительность процесса сушки в предложенном аппарате лимитируется массой образовавшегося конденсата приблизительно равной теоретическому значению массы влаги в образце перед началом эксперимента. После окончания сушки в зависимости от плана эксперимент заканчивается или начинается процесс пропитки путем отключения нагревательных элементов 10 и охлаждения всей конструкции. Для этого из рубашки 8 сливается теплоноситель 9 и подается хладагент. Открытием вентиля 17 над поверхностью гидрофобной жидкости создается атмосферное давление. При охлаждении древесины давление в полостях клеток снижается отчасти за счет собственно температурного эффекта, а главным образом за счет конденсации водяного пара. В результате образовавшегося перепада давлений жидкость проникает в древесину. Продолжительность данной стадии эксперимента определяется снижением скорости роста плотности образца.

После окончания эксперимента образец подвергается детальному исследованию, при котором определяются конечные влажность, масса и объем, а также плотность образца в его непропитанной части с целью точного определения массы жидкости, пропитавшей древесину.

Результаты проведенных исследований представлены в виде графических зависимостей на рис. 3, где сплошными линиями изображены данные, полученные расчетным путем, точками – результаты экспериментов.

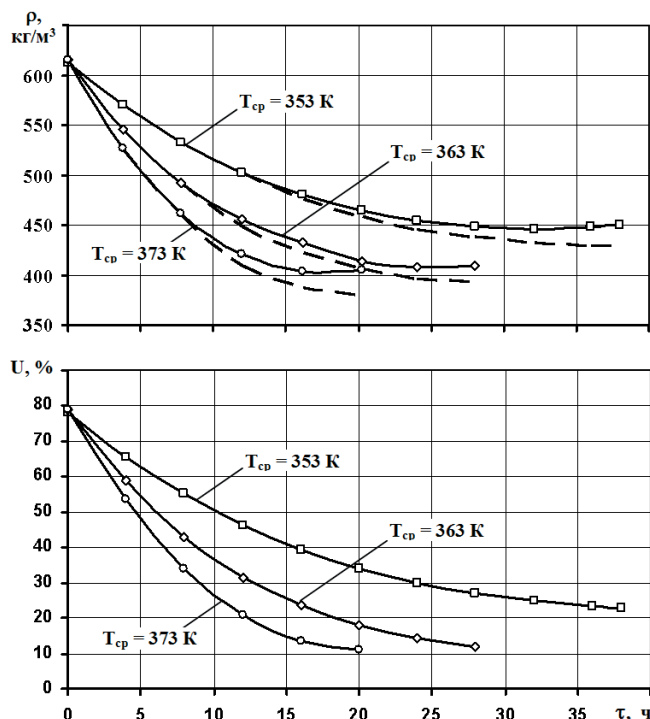


Рис. 3. Кинетические кривые изменения плотности и средней влажности сосновой доски в процессе сушки в жидкостях

Анализ полученных зависимостей свидетельствует, что при удалении свободной влаги из древесины пропитка последней агентом обработки не происходит (плотность образца постоянно снижается). Это объясняется наличием внутреннего избыточного давления, возникающего вследствие вскипания свободной влаги в материале и препятствующего проникновению пропитывающего состава. При удалении связанной влаги, когда интенсивного молярного переноса не наблюдается, начинается пропитка древесины: кривая плотности образца начинает расти, после чего наблюдается стабилизация значения плот-

ности. Снижение температуры среды в этом периоде при одновременном повышении давления в аппарате до атмосферного приводит к интенсификации процесса пропитки, вследствие конденсации водяных паров в поверхностных зонах древесины и созданию разрежения в полостях клеток.

Проверкой на адекватность установлено, что максимальное расхождение между расчетными и экспериментальными данными не превышает 18 %. При этом сопоставление результатов математического моделирования и экспериментальных исследований показало, что принятие критерия фазового перехода в уравнениях тепломассопереноса внутри материала $\varepsilon = 0,9$ вводит наименьшую ошибку в расчеты.

Список литературы

1. Наумов А.Г. Разработка технологии сушки оцилиндрованной древесины в гидрофильных жидкостях // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 1. С. 18-20.
2. Протодяконов И.О., Марцулевич Н.А. Явления переноса в процессах химической технологии: учеб. пособие. М.: Химия, 1981. 264 с.
3. Лыков М.В. Теория сушки: учеб. пособие. М.: Наука, 1968. 472 с.
4. Дерягин Б.В. О диффузионном извлечении из пористых материалов в процессе капиллярной пропитки / Б.В. Дерягин, М.А. Альтшуллер // Коллоидный журнал. 1946. Т.8. № 1 – 2.
5. Пятакин В.И., Тишин Ю.Г., Базаров С.М. Техническая гидродинамика древесины: учеб. пособие. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 304 с.

Е.А. Белякова – канд. техн. наук, доц. каф. архитектуры и дизайна изделий из древесины Казанского национального исследовательского технологического университета, elena.aleksandr@mail.ru; **Т.А. Бодылевская** – студ. каф. архитектуры и дизайна изделий из древесины КНИТУ.

Уважаемые рекламодатели!

Требования к рекламным модулям смотрите на сайте журнала www.dop1952.ru.
По вопросам размещения рекламы обращайтесь по телефону: 8-902-329-8098.

УДК 684.4.05

ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО: МИРОВОЗЗРЕНИЕ И ТЕХНИКА

В.А. Попов

Отношение плотника к материалу в старые времена во многом определяло характер обработки и формы создаваемых изделий.

Ключевые слова: плотник, древесина, рубка, венец, клеть

The relation of the carpenter to a material in olden days in many respects defined nature of processing and shapes of the created products.

Keywords: carpenter, wood, sizing, timber set, framework

Специфика строительной древесины состоит в том, что она более чем какой-либо другой материал, влияет на конструктивные и художественные особенности возводимых из нее построек. В зависимости от применяемого инструмента и способа обработки получаемые сортаменты обладают специфическими геометрическими характеристиками – своими формой, размерами и пропорциями, в значительной степени предопределяющими тектонику будущего сооружения.

За тысячелетия существования деревянного зодчества приемы работы с деревом были отработаны до совершенства [1, 2]. Нам остается только не потерять этот уникальный опыт и использовать его, даже когда кажется, что он устарел.

Сегодняшнее отношение к древесине в значительной степени сформировалось под влиянием постепенного вытеснения этого материала из строительной отрасли, связанного с такими важными аспектами, как истребление лесов и сравнительная недолговечность древесины. Оскудение лесных запасов стимулировало развитие техники раскря, в результате чего древесина все больше стала использоваться в виде досок и брусьев. А это, в свою очередь, повлекло изменение восприятия ее как строительного материала: в сознании плотника стало укореняться мнение, что древесине можно придать такую форму, с которой удобнее работать.

Мировоззрение древнего плотника воспринимало дерево как природный организм со своей уже готовой формой. В настоящее время мы учитываем в основном направление волокон, наличие сучков и другие особенности *внутреннего* строения древесины, но в доиндустриальную эпоху едва ли не важнейшим регламентирующим фактором в деревообработке считалась внешняя форма древесного ствола, которая сохранялась

даже при производстве предметов обихода (рис. 1).

В отличие от керамики или камня древесина изначально – живое существо. В сознании древнего человека оно одушевлялось. В язычестве «лесных» народов до сих пор важнейшими сакральными элементами являются священные рощи и отдельные деревья, на намеренное повреждение или уничтожение которых существует табу. В русских деревнях имелось множество запретов и ограничений, связанных с народными поверьями. Например, считалось, что нельзя рубить старые деревья – они должны были умереть естественной смертью. Не годились на постройку деревья, выращенные человеком или растущие на бывшей дороге. Такие же запреты касались деревьев, упавших при рубке в сторону севера или зависших в кронах других деревьев и т. д. Обычно заготовка строительного леса предварялась молитвенной просьбой к лесному божеству, после чего можно было браться за топор.



Рис. 1. Ступа и гроб-колода в экспозиции краеведческого музея г. Яранск Кировской обл.

Отсюда естественно вытекает, что при строительстве дома плотник старался сохранить, насколько возможно, естественную форму ствола, а смекалка и творческое чутье подсказывали ему, как ту или иную природную особенность дерева приспособить для жизненных нужд. Древний строитель подчинял не природу своим запросам, а свои запросы природе; поэтому старые деревянные постройки столь органично сочетаются с их природным окружением, что кажется, будто они и сами выросли здесь естественным образом.

В странах, богатых лесом, деревянные строительные конструкции издавна сложились как бескаркасные, в которых бревна укладываются друг на друга, образуя глухую стену. В русской терминологии бревно, освобожденное от коры и имеющее длину, равную длине будущей стены, называется *самцом*. Четыре или более самца, соединенные друг с другом в определенную геометрическую фигуру и лежащие в одной плоскости, образуют *венец*. Венец имеет конфигурацию и размеры, соответствующие плану возводимой постройки. Из отдельных венцов набирается *клеть*. Клеть – это первооснова любого рубленого строения, которое может состоять либо из одной клетки, накрытой крышей, либо из состыкованных или поставленных одна на другую клеток.

Конструктивно важно, чтобы венцы в клетке плотно прилегали друг к другу, а концы самцов в отдельном венце были бы надежно скреплены. Для выполнения первого условия в каждом самце вырубается продольный паз, повторяющий очертания нижележащего самца. В паз прокладывается межвенцовый утеплитель (мох, пакля, джут и др.). В наше время паз чаще всего вырубается в нижней стороне бревна (тогда он лучше защищен от атмосферных осадков), но в старину делали паз и сверху, и даже с двух сторон. Сохранившиеся дома, рубленые с двойной припазовкой, в силу их редкости достойны занять место в музеях деревянного зодчества.

Для того, чтобы связать концы бревен в углах венца, существуют разные способы рубки. Самые распространенные – «в обло» и «в лапу». Способ рубки «в обло» (по-другому – «в чашу», «с остатком») предполагает, что концы самцов выступают за пределы стены; это предохраняет углы клетки от зимнего промерзания. Недостаток данного способа в том, что внутренние размеры клетки сокращаются по сравнению с длиной употребляемых бревен. Способ «в лапу» позволяет использовать бревна на полную длину, но углы

клетки получаются менее защищенными от холода. К тому же этот способ более трудоемкий, так как количество сопрягаемых поверхностей в угловом соединении увеличивается, соответственно увеличиваются и требования к точности рубки.

Клеть, доведенная в высоту до уровня потолка, может на этом заканчиваться. Тогда сверху устанавливаются стропила и сооружается крыша. Такое объемно-планировочное решение родилось как отклик на сокращение ресурса деловой древесины в XIX веке. Более древний вариант требовал большего количества самцов, но насколько блестящим было его конструктивное решение! Две противоположных стены клетки не завершались на уровне потолка, а продолжались выше, приобретая вид бревенчатых треугольников (получивших название *самцовых фронтонов* (поз. 1 рис. 2)). Разнообразия объемных решений это не давало – крыши таких домов неизбежно были двускатными, но в арсенале плотника было множество и других средств выразительности. Зато совершенствование данного способа перекрытия привело к созданию безгвоздевых самцовых крыш – замечательного изобретения древних мастеров.

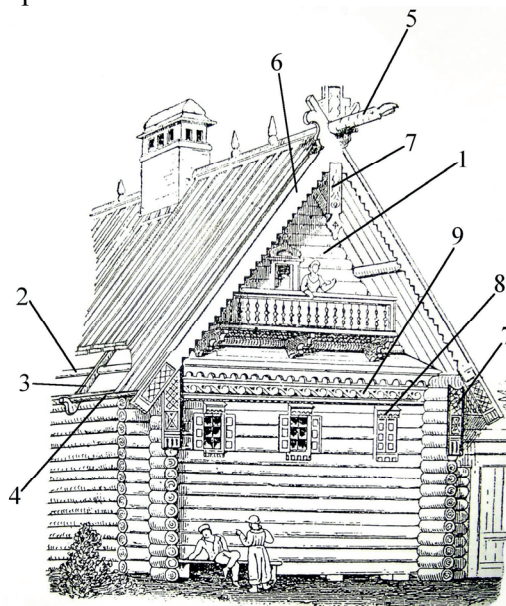


Рис. 2. Архитектура деревянного дома с самцовой крышей

Края обоих самцовых фронтонов соединяются горизонтально уложенными тонкими бревнами – *слегами* (поз. 2 рис. 2). Концы слег выходят за пределы стен, чтобы обеспечить выступы крыши. Поперек слег (то есть по скату крыши) укладываются жерди – *курицы* (поз. 3 рис. 2). Соединения слег с самцами и курицами осуществ-

ляются замками – врубками одного элемента в другой. Особенность куриц в том, что изготавливаются они из тонких стволов елей, выданных из земли с корнями. У ели один корень всегда крупнее других и расположен перпендикулярно стволу (так называемая *кокора* – рис. 3).



Рис. 3. Кокора – ствол ели с корнем

Такая особенность строения всячески использовалась: в строительстве речных судов, производстве орудий труда, изготовлении бытовых предметов. Свое применение эта часть елового ствола нашла и в безгвоздевой крыше, где получающийся при удалении всех лишних корней крюк поддерживает нижнее горизонтальное бревно кровли – *поток* (или *водотечник* – поз. 4 рис. 2). В верхней стороне потока выдалбливается по всей длине желоб, который служит не только для отвода дождевой воды (как следует из его названия), но еще и в качестве упора для нижних концов кровельного теса. Верхние концы тесин закрепляются аналогичным по устройству бревном – *охлупнем* (или *шеломом* – поз. 5 рис. 2), в котором также вырубается продольный желоб (но уже, соответственно, в его нижней стороне). Охлупень завершает крышу, образуя ее конек, и для этого наиболее заметного элемента старались подбирать ствол с сильно развитым комлем. Из комлевого утолщения, завершающего самцовый фронтон фасада дома, вырезали фигуру, стилизованную под голову или торс какого-либо животного. Другие заметные элементы крыши – выглядывающие из-под водотечника курицы (рис. 4). Им тоже стремились придать зооморфный вид, на который может сподвигнуть фантазию плотника форма корня-крюка (отсюда своеобразное название этой детали).

Скульптурный характер обработки охлупня и куриц говорит о стремлении добиться единства постройки с природной средой. Каждую природ-

ную особенность дерева плотники старались использовать в том виде, в каком она уже существует изначально и только слегка «подправляли» ее, придавая ей художественную форму. При этом мастера проявляли не только безупречный эстетический вкус, но и настоящее инженерное мышление, благодаря чему все части дерева – ствол, корни, сучья – использовались с наибольшей отдачей, работая как элементы конструкции.

С развитием техники обработки древесины и под влиянием «городской» архитектуры на фасадах домов стали появляться чисто декоративные элементы. Торцы подкровельных слег закрывались обычно резными досками – *причелинами* (поз. 6 рис. 2), из-под которых в композиционно значимых местах свешивались другие резные доски – *полотенца* (поз. 7 рис. 2). Над окнами дома помещали украшенные резьбой *очелья* (поз. 8 рис. 2). Выше очелей по линии карниза проходила еще одна резная доска – *подзор* (поз. 9 рис. 2). Эти элементы несколько затушевывали работу конструкции дома. Отсюда был один шаг до обшивки бревенчатых стен досками с целью «подтянуть» казавшуюся непритязательной деревянную архитектуру до уровня каменной.

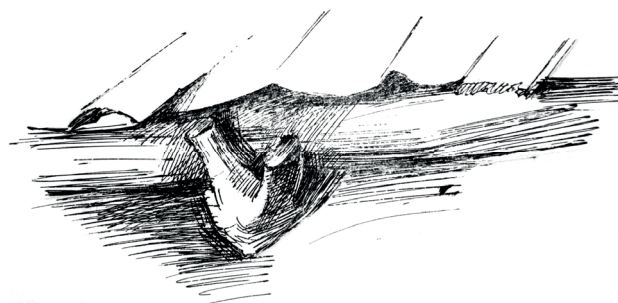


Рис. 4. Фрагмент крыши с курицей (рис. К. Ивановой)

Самцовые крыши постепенно уступили место крышам со стропильной системой. Вместе с ними стали исчезать курицы, потоки, охлупни, а также другие специфические составляющие, которые были конструктивно обусловлены и в совокупности продлевали срок службы дома. Дома этого типа в настоящее время все реже и реже встречаются в виде единичных экземпляров в некоторых селах и деревнях и представляют немалую ценность как образцы ушедшей в прошлое строительной техники.

В 2005 году студентами Марийского государственного технического университета (сейчас Поволжский государственный технологический университет) под руководством автора этих строк был изучен старинный жилой дом архаического типа в деревне Савино – пригороде Йош-

кар-Олы. На основе натурных обследований, стилистического анализа и бесед со старожилами дом был датирован серединой XIX века. Что же помогло деревянной постройке столь успешно сохраниться в течение полутора столетий?

Можно назвать общие требования, которые в комплексе соблюдены и в отношении савинского дома. Сводятся они к следующему:

1) тщательный подбор древесины для разных частей будущей постройки. Известно, например, что для ремонта рассматриваемого дома в 1888 году заготавливали еловый лес в нескольких десятках(!) километрах от Савина, на вершине холма, где имелись благоприятные условия для формирования у растущих деревьев здоровой, крепкой древесины (прежде всего – хороший дренаж);

2) заготовка строительного леса в зимний период, когда физико-химические процессы в древесине минимизированы, и выдерживание его перед обработкой в условиях воздушной сушки до воздушно-сухого состояния (18–23% влажности);

3) анализ гидрологических условий места будущего строительства и, при необходимости, проведение соответствующих превентивных мероприятий (отвод поверхностных вод, устройство надежного фундамента и др.);

4) защита нижних венцов сруба, прежде всего окладного венца (то есть венца, лежащего непосредственно на фундаменте или на грунте), который для этого осмолялся или обжигался;

5) конструктивные мероприятия по защите древесины. В савинском доме применены такие архитектурно-технические решения, как сильный вынос крыши над фасадом, уменьшение диаметров бревен от верхних к нижним, высокая подибица, обеспечение свободного омывания воздухом соединений деревянных частей;

6) своевременная замена подгнивших самцов.

Важное значение имел и характер обработки поверхностей бревен. Древняя техника тески топором предполагала прижимание щеки топора к бревну с отскоком жала, что обеспечивало приминание волокон, уменьшение образования задиров и создание гладкой поверхности. Таким способом препятствовали проникновению влаги в поры и волокна древесины.

Используется ли ныне хоть часть того опыта, что был наработан веками? – Современное дере-

вянное домостроение, увлекшись новыми технологиями и материалами, далеко отошло от старых приемов. Плюсом нынешних архитектурных решений деревянных домов стал возврат к открытой поверхности бревна, древесина перестала маскироваться под каменные строения. В производстве же была сделана ставка на химические защитные средства, изменяющие не столько характер самой древесины, сколько характер ее взаимодействия с окружающей средой. Перерезанные в ходе оцилиндровывания (а это сейчас основной способ индустриального изготовления срубных построек) годовичные слои требуют постоянного «допинга» в виде защитной пропитки.

Древние мастера обладали более тонким пониманием взаимосвязей в природе. Интуитивно они исходили из того, что любой материал имеет свойство запоминать свое нынешнее состояние и в последующем стремится к нему вернуться. Поэтому так сложно обставлялись процесс заготовки древесины и ее первичная обработка. В общих словах это можно выразить так: переход древесины из состояния растущего дерева в состояние элемента строительной конструкции для нее (древесины) должен быть максимально щадящим. В этом – залог будущего долголетия возводимой постройки.

Совокупность конструктивных и технологических приемов в прошлом позволяла обеспечивать срок службы срубных домов до 200 и более лет. Доказать эффективность современных альтернативных способов можно будет только через десятилетия. Пока же не следует забывать и о традиционных приемах работы с деревом, которые за многие века были доведены до совершенства. Очевидно, что нужно не противопоставлять им современные разработки, а объединять их, обогащая уникальный опыт русского деревянного домостроения.

Список литературы

1. Красовский М.В. Энциклопедия русской архитектуры. Деревянное зодчество. М.: СПб., 2005. С. 24.
2. Красовский М.В. Энциклопедия русской архитектуры. С. 210.
3. Русская архитектура первой половины XVIII века. Исследования и материалы. Под ред. акад. И.Э. Грабаря. М., 1954. С. 39.

УДК 684.4.05

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СФЕРЕ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

А.В. Сафина

В Республике Татарстан наблюдается диспропорция в наличии лесных ресурсов и размещении предприятий по их глубокой переработке. В работе рассматриваются вопросы о необходимости модернизации существующего промышленного потенциала и создании новых узлов переработки древесины. Предусматривается создание на территории республики комплекса деревообрабатывающих предприятий совмещающих в себе фанерное, лесопильное и деревообрабатывающее производство.

Ключевые слова: переработка, лесопроизводство, потребность

In Republic Tatarstan the disproportion available wood resources and accommodation of the enterprises on their deep processing is observed. In thesis questions on necessity of modernization of the existing industrial potential and creation of new units of processing of wood are considered.

Keywords: processing, wood products, the need for

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) России - один из важнейших секторов её экономики. Одной из проблем развития ЛПК является недостаточное количество высокотехнологичных производств по глубокой механической, химической и энергетической переработке древесины. Экологически разрешенный годовой объем лесопользования России составляет 570 млн. м³, что примерно в 4 раза больше фактического использования. При этом ЛПК страны обеспечивает только 1,9 % ее годового валового внутреннего продукта и 3,7 % годового объема производства российской промышленности. В структуре экспорта лесопроизводства преобладает необработанная древесина, что определяет низкую долю России на мировом рынке готовых лесоматериалов (2,4 %) [1].

Стоимость произведенной продукции в расчете на 1 кубометр заготовленной древесины в Российской Федерации составляет 67 долларов США, в то время как в развитых лесопромышленных странах этот показатель в 3,5-5 раз выше. ЛПК России отличается низким коэффициентом использования расчетной лесосеки и самой низкой (среди развитых стран) эффективностью лесопользования: на глубокую переработку идет лишь 20% добываемой древесины, тогда как в развитых странах - 80% (в странах Скандинавии - 85%) [2].

Таким образом, деятельность лесопромышленного комплекса, в силу низкой степени развития производств по глубокой переработке древесины, в настоящее время не отвечает экономиче-

ским интересам государства как собственника лесного фонда. Экстенсивное и непропорциональное развитие лесоперерабатывающих предприятий привели к сокращению площади высокопродуктивных хвойных пород и одновременно накоплению менее ценных мягколиственных насаждений, особенно в европейской части России.

Лесопромышленному комплексу Татарстана необходимо также решать задачу полного освоения расчетной лесосеки и глубокой переработки низкокачественной древесины.

Расчетная лесосека Республики Татарстан, определяющая научно-обоснованный размер рубки, установлена в объеме 1371,7 тыс. куб. метров, а объем лесозаготовок составляет лишь не более 40 %. Преобладающими породами являются осина, запас которой составляет 10,6 млн. м³, береза - 6,35 млн. м³, дуб - 1,45 млн. м³, липа - 1,18 млн. м³ и сосна - 0,57 млн. м³. Как видно, больший удельный вес приходится на мягколиственные породы, имеющие низкотоварный характер.

Запасы древесины основных пород (осины, березы и дуба) сосредоточены по трем регионам [3]:

- 1) «Междуречье» - территория между Волгой, Камой и Вяткой;
- 2) «Закамье» - территория между Камой и Волгой;
- 3) «Заволжье» - территория за Волгой.

Первый регион отличается наибольшими годовыми объемами лесозаготовки и деревообра-

ботки. Здесь расположены крупные фанерные предприятия (Зеленодольский фанерный завод - ЗФЗ и Поволжский фанерно-мебельный комбинат ПФМК), Васильевский ЛПК и многие мелкие деревообрабатывающие и мебельные предприятия. ПФМК и ЗФЗ, используя благоприятную конъюнктуру по сбыту фанеры, обеспечивая необходимое качество продукции, добились выхода на рынки дальнего зарубежья и реализуют на экспорт - до 90% и 85% соответственно производимой фанеры. Переход ПФМК и ЗФЗ на глубокую переработку и максимальное использование древесины обеспечило многократное возрастание выхода товарной продукции (в стоимостном выражении) из 1 м³ заготовленной древесины до 3000 руб. Эти предприятия сегодня наиболее успешные в деревообрабатывающей промышленности республики. Развита сфера деревообработки и в некоторых лесхозах, например: Сабинском, Арском, Камском, Мамадышском. Расчётная лесосека здесь осваивается на 60%.

Значительно хуже с освоением лесных ресурсов в регионе «Закамье», в котором сосредоточено примерно 80% всего природного запаса древесины на территории Татарстана, а расчётная лесосека осваивается лишь на 16%. В этом регионе, в отличие от «Междуречья», нет ни одного крупного лесопромышленного предприятия.

Так, в Альметьевской экономической зоне суммарный объём эксплуатационного природного запаса древесины берёзы, осины и дуба составляет 9,45 млн. м³, а соответствующая расчётная лесосека - 0,52 млн. м³. Между тем 9 лесхозов, расположенных в этой зоне, ежегодно заготавливают в сумме лишь около 60 тыс. м³ древесины, что составляет всего 12,5% соответствующей расчётной лесосеки. Таким образом, леса этой зоны стареют и выпадают из оборота, не принося экономике республики существенной пользы.

Аналогичная ситуация - в Черемшанской экономической зоне: в ней объём эксплуатационного природного запаса древесины осины составляет 3,0 млн. м³, а расчётная лесосека - 0,3 млн. м³ [4].

Выход товарной продукции (в стоимостном выражении) из 1 м³ заготовленной древесины по совокупности лесхозов республики весьма низок: он составляет в среднем чуть больше 400 руб.

Таким образом, в Татарстане наблюдается диспропорция в наличии лесных ресурсов и размещении предприятий по их глубокой переработке. Поэтому в республике назрела необходимость в модернизации существующего промышленного потенциала и создании новых узлов пе-

реработки древесины. Целесообразно создать в этих зонах комплекс деревообрабатывающих предприятий совмещающих в себе фанерное, лесопильное и деревообрабатывающее производство. Совокупное производство такого комплекса можно было бы снабжать с одной биржи сырья, и оно могло бы иметь единое энергетическое хозяйство.

В рамках «Программы развития лесопромышленного комплекса РТ» предусматривается разработка принципиальной схемы размещения деревообрабатывающих производств. Согласно схеме в «Закамье», где произрастают три четверти лесов республики, предусмотрено строительство двух лесоперерабатывающих комбинатов (Альметьевский и Черемшанский) и организация деревообрабатывающих производств еще в трёх пунктах, располагающих менее значительными запасами сырья.

На Альметьевском комбинате предполагается производить 25 - 30 тыс. м³ фанеры листовой и гнутой, 100 тыс. м³ древесно-стружечных плит и до 10 - 15 тыс. м³ продукции механической переработки древесины (погонажа, бруса и щита из массива древесины, строительной столярки). Сырьевая база этого комбината включает леса 8 лесхозов с ликвидной лесосекой главного пользования 464 тыс. м³.

Второй деревообрабатывающий комбинат предлагается построить в районе рек Малый и Большой Черемшан с местом базирования в с. Мамыково. Для организации производства фанеры березового сырья в лесах этой зоны недостаточно, а по осине ликвидная лесосека составляет около 300 тыс. м³. Здесь предлагается построить деревообрабатывающий комбинат с потреблением сырья 250 - 260 тыс. м³ в год. При этом из низкокачественной древесины будут производиться древесные плиты, а из здоровой - продукция деревообработки.

На базе использования лесов Мензелинского, Болгарского и частично Алькеевского лесхозов должны быть организованы узлы по производству всевозможных изделий (погонажа, клееного щита и бруса, окон, дверей и др.) для строительства и мебельного производства, а также для изготовления товаров народного потребления. Годовая потребность этих производств в сырье - от 30 до 80 тыс. м³, она будет покрываться за счет рубок главного пользования.

В «Междуречье» предлагается организовать три аналогичных узла переработки древесины: Сабинский (до 100 тыс. м³) в п. Иштуган - на базе использования лесов Сабинского и частично Ар-

ского лесхозов, Камский (до 100 тыс. м³) в п. Камский леспромхоз - с сырьевой базой Камского, Кзыл-Юлдузского и частично Мамадышского лесхозов, Лаишевский (30 тыс. м³) в п. Державино с использованием своих лесов.

В «Заволжье» предлагается организовать один пункт деревообработки в г. Апастово - на сырьевой базе Кайбицкого и Буинского лесхозов.

Реализация масштабной Программы дальнейшего развития лесопромышленного комплекса РТ возможна лишь при должном уровне инвестирования структурной перестройки отрасли. Для осуществления нужной модернизации лесопромышленного комплекса потребуются капиталовложения в сумме до 1 млрд. руб. Источниками финансирования могут быть: средства федерального бюджета согласно проекту федеральной целевой программы «Развитие мощностей по глубокой переработке древесины и освоение новых лесных массивов до 2015 года»; собственные средства предприятий; средства местных бюджетов; заемные средства и вложения отечественных и зарубежных инвесторов.

В силу малой лесистости территории республики и преобладания мягколиственных лесов капиталовложения со стороны зарубежных инвесторов могут быть незначительными. Вероятность поступления федеральных бюджетных средств в модернизацию деревообработки в лесхозах также мала. При существующей структуре лесного хозяйства, характеризующейся тем, что лесопромышленное производство является частью ГУП, приход в леса республики частных инвесторов затруднён. Такое положение дел может измениться, если в процессе реформирования системы государственного управления лесным хозяйством за лесхозами как ГУП останутся лишь управленческо-контрольные функции, а право осуществлять производственную деятельность в области лесозаготовки и деревообработки государство передаст частным организациям, уч-

редителями которых будут лесхозы. Для того чтобы убедить частных инвесторов в целесообразности вложения финансов в лесной сектор республики необходимо провести модернизацию сферы лесопромышленной деятельности за счёт бюджетных средств.

Перечисленные преобразования и успешная реализация Программы позволят увеличить удельную долю объема глубокой переработки всей заготавливаемой древесины, создать свыше 3,5 тыс. рабочих мест и повысить среднемесячную заработную плату, а также обеспечат повышение конкурентоспособности отечественной лесопroduкции как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Список литературы

- 1. Передерий П.Ф.** Современное состояние лесопромышленного комплекса России и концепция стратегии его развития в период до 2020 г. // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2008. № 3. С. 4-8.
- 2. Агафонова И.П.** Деревообрабатывающая промышленность России: современное состояние и пути достижения необходимого уровня развития // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2003. № 4. С. 19-23.
- 3. Реутов Ю.М.** Первоочередные и стратегические задачи развития лесного комплекса Татарстана // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2007. № 5. С. 24-26.
- 4. Хайрутдинов Ф.Ю.** Лесопромышленный комплекс Татарстана: современное состояние, актуальные задачи развития и эффективные пути их решения / Ф.Ю. Хайрутдинов, С.П.Мухин, А.В. Козлов. // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2004. № 2. С. 4-7.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Н. Грачев – д-р техн. наук, доц. каф. переработки древесных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета,

И.А. Валеев – канд. техн. наук, доц. каф. архитектуры и дизайна изделий из древесины КНИТУ

В современных условиях при наблюдаемой тенденции роста тарифов на энергоносители, особенно актуальной становится проблема энергосбережения в производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Доля энергетических затрат в структуре себестоимости продукции деревообрабатывающего предприятия, потребляющего, как правило, покупную дорогостоящую тепловую энергию, достигает значительных величин (20-30 %), что говорит о высокой энергоемкости производства.

В тоже время в результате деятельности предприятий лесопромышленного комплекса в

России ежегодно образуется порядка 70 млн. тонн древесных отходов, большая часть которых, как правило, остается невостребованной, ухудшая пожарную безопасность и экологическую обстановку в местах расположения предприятий. Поэтому энергетическое использование древесных отходов на предприятиях деревообрабатывающей промышленности является одним из важных направлений повышения эффективности производства и умелого ведения технологических процессов в рыночных условиях хозяйствования предприятий.

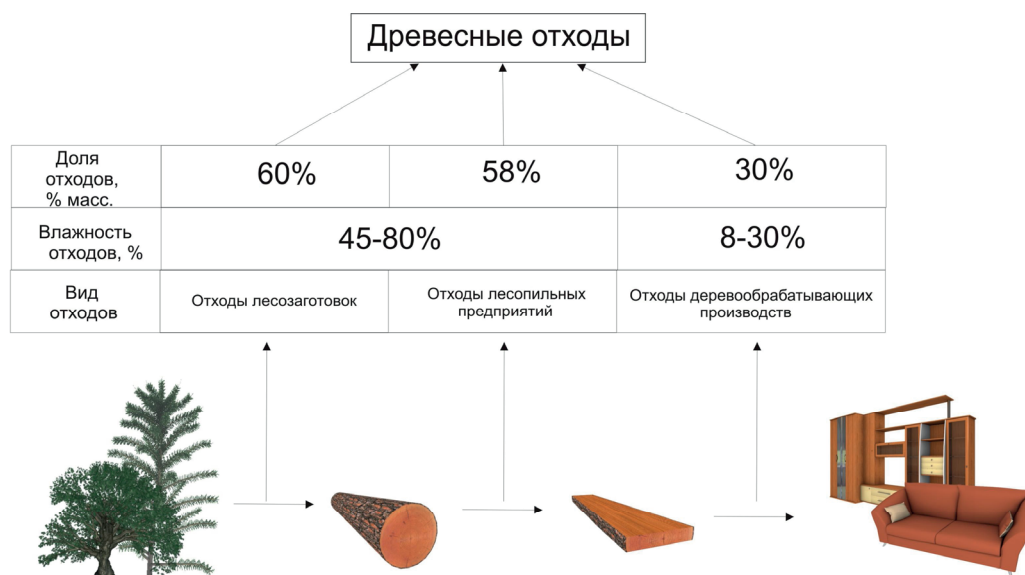


Рис. 1. Структура древесных отходов

Следует отметить, что помимо экономической эффективности использование некондиционной древесины в качестве источника энергии имеет ряд других преимуществ, среди которых можно выделить следующее:

- высокая реакционная способность древесины позволяет сжигать ее при более низкой температуре, что уменьшает выбросы окислов азота;
- минимальное содержание серы и фосфора 0,1% позволяет снизить температуру отходящих газов до 110-120 °С;

- и наконец, если производство биомассы соизмеримо с ее энергетическим использованием, то содержание углекислого газа в атмосфере остается неизменным.

В настоящее время можно выделить три активно развивающихся направления энергетической переработки древесных отходов – это газификация, пиролиз и прямое сжигание. Последнее является одним из наиболее распространенных в России направлений развития безотходных технологий. При этом в большинстве случаев в конструкциях котлов, предлагаемых для деревообрабатывающих предприятий, заложены слоевые

методы сжигания топлива, отличающиеся своей простотой и надежностью при низких капитальных вложениях.

Однако нестабильная влажность и разнообразный гранулометрический состав древесных отходов в сочетании с низким показателем транспортабельности зачастую снижают эффективность прямого сжигания. Поэтому по ряду отечественных и зарубежных коммерческих технологий предусмотрено использование рубительных машин для выравнивания гранулометрического состава. При этом затраты на измельчение древесных отходов в технологическую щепу в среднем составляют 5 кВт/м³. Повышение транспортабельности до уровня традиционных энергоносителей обеспечивается гранулированием и брикетированием древесных отходов.

Наиболее существенным недостатком древесных отходов как топлива является их нестабильное влагосодержание, которое в зависимости от вида древесных отходов колеблется в пределах 8 – 80%. Известно, что сжигание древесины с высокой влажностью приводит к снижению теплотворной способности и, как следствие, увеличению расхода топлива (рис. 2).

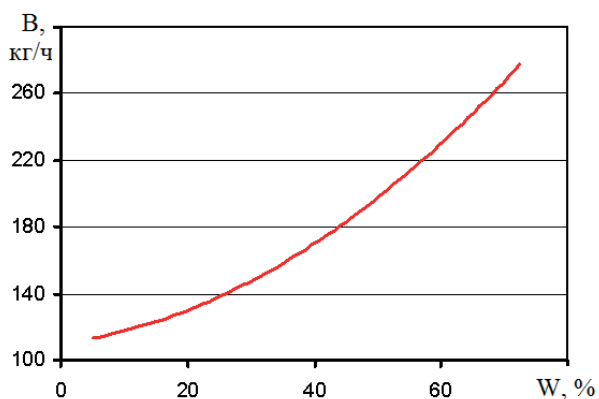


Рис. 2. Зависимость изменения расхода древесного топлива от его начального влагосодержания

Поэтому сотрудниками КНИТУ представлена возможность предварительной подсушки древесных отходов отходящими топочными газами котельной установки (рис. 3). Согласно данной схеме древесные отходы с начальным влагосодержанием загружаются в сушильный бункер, где происходит процесс сушки древесных отходов отходящими топочными газами, поступающими из котла. Затем высушенные древесные частицы дозатором подаются в топку, где происходит процесс сгорания древесных отходов. Образовавшиеся при сжигании топочные газы из топки подаются в котел на охлаждение до требуемой температуры с одновременной утилиза-

цией тепла. Затем охлажденные топочные газы из котла подаются в сушильный бункер. Отработанные в сушильном бункере газы через дымовую трубу выбрасываются в воздушный бассейн. Применение сушильного бункера позволяет снизить расход топлива в среднем на 5-15 % за счет снижения начального влагосодержания древесных отходов перед сжиганием.

При проектировании топочных устройств в последние годы всё больше находят применение принципы газификации, представляющие собой технологии высокотемпературного окисления древесины с ограниченным доступом воздуха и получением генераторного газа. Химический состав получаемого газа включает инертные (CO₂, N₂) и горючие (CO, H₂, CH₄) компоненты, последующее сжигание которых осуществляется в камере сгорания. Газовые выбросы при сжигании отходов по данной схеме по количественному и качественному составу близки к выбросам при работе котлов на природном газе. Таким образом, использование подобных технических решений позволяет не только получать дешевую тепловую энергию, но и решать экологическую проблему.

Однако не всегда все отходы удаётся сжечь, поскольку предприятие может не нуждаться в таком количестве тепловой энергии, например, в лесных хозяйствах, практикующихся на распиловке и вывозе сырого леса.

В связи с этим рассмотрим другой путь эффективного использования древесины как возобновляющегося источника энергии на примере пиролиза древесины – высокотемпературной перегонки древесины без доступа воздуха. Простота аппаратного оформления, разнообразие получаемых продуктов и лёгкость регулирования системных параметров делают этот метод не менее перспективным. При пиролизе древесины получают:

- древесный уголь, пользующийся устойчивым спросом как в России так и за рубежом, и находящий применение в быту, химической, металлургической, медицинской и других промышленности;
- жижку – продукт конденсации парогазовой смеси, при дальнейшей переработке которой получают ветеринарные и копильные препараты, смолу древесно-омыленную, а также древесно-смолянные креозотовые масла, отличающиеся антисептическими свойствами и используемые для обработки юфтевых кож на кожевенных заводах взамен токсичного оксидифенила;

- неконденсирующиеся газы, которые можно использовать как для проведения самого процесса пиролиза, так и для получения дешёвой энергии при его сжигании.



Рис. 3. Котельная установка

Однако в большинстве существующих устройств жижка и горючие газы не улавливаются и ценные компоненты просто выбрасываются в атмосферу. В тоже время на рынке представлены аппараты с регулированием давления обрабатываемой среды, и позволяющие контролировать выход тех или иных продуктов в зависимости от спроса: при повышении давления среды увеличивают выход древесного угля, при снижении – повышают выход летучих с последующей их конденсацией. Кроме того, предложены установки с предварительной подсушкой сырья и последующим интенсивным охлаждением полученного угля охлажденными газами, что позволяет значительно повысить производительность и эффективность процесса.

Затрагивая вопрос энергосбережения на деревообрабатывающих предприятиях, нельзя обойти стороной самый энергоемкий процесс данной отрасли – сушку древесины. Продолжительность сушки на большинстве деревообрабатывающих предприятий страны занимает от двух недель до двух месяцев в зависимости от сортамента высушиваемого пиломатериала, при этом происходит значительное потребление тепло- и электроэнергии. Поэтому сушка древесины – достаточно дорогостоящий процесс. Но даже при высоких издержках рассматриваемого процесса не удастся избежать низкого качества высушиваемого пиломатериала, поскольку на предприятиях зачастую работают устаревшие конструкции сушильных камер. В рыночных условиях, становясь субъектом товарно-денежных отноше-

ний, обладающим экономической самостоятельностью и полностью отвечающим за результаты своей хозяйственной деятельности, предприятие должно особое внимание уделить качеству конечного продукта, что обеспечит его высокую конкурентоспособность и устойчивость положения на рынке. Поэтому техническое перевооружение деревообрабатывающих производств современными сушильными камерами является неотъемлемой задачей энергосберегающей политики.

При этом необходимо отметить необходимость формирования ситуационного подхода к производственному процессу, который представляет собой согласование внутреннего функционирования предприятия с требованиями стоящих перед ним задач, его техническим оснащением и запросами потребителей. Главной предпосылкой ситуационного подхода является то, что методы сушки и соответствующее оборудование необходимо выбирать только после ознакомления с конкретными обстоятельствами, в которых приходится осуществлять производство.

Так, при покупке оборудования должна учитываться специфика производства: если предприятие ориентировано на выпуск небольших партий продукции из ценных твердых пород древесины, например, дуба, целесообразным является приобретение сушильных камер использующих вакуумную технологию. Если же предприятие ставит целью массовый выпуск столярно-строительных изделий из недорогих пород, то получаемый при эксплуатации вакуумной камеры экономический эффект «компенсируется» высокой стоимостью сушильного оборудования и сложностью ведения процесса, поэтому для сушки последних целесообразными являются конвективные технологии. Однако следует отметить, что существует множество как вакуумных, так и традиционных конвективных способов сушки и каждая из них имеет свою нишу, поэтому к выбору того или иного способа сушки нужно относиться очень внимательно. Разумным подходом в данном случае является приглашение специалистов-консультантов, обладающих профессионализмом в области сушки, способных рекомендовать необходимое оборудование или произвести корректировку технологии с учетом специфики производства. Поскольку бывает достаточно в уже существующей камере внедрить передовые технологии сушки, отойдя от стандартных режимов, и тем самым сократить издержки и повысить качество получаемой продукции.

В частности, применение нестандартных

режимов «работа-пауза» для конвективных сушильных камер позволяет не только отказаться от использования водяного пара, но и осуществить экономию электроэнергии (примерно в 1,6 раза), за счет отключения циркуляционных вентиляторов на стадии выдержки пиломатериалов и существенно упростить систему автоматического регулирования процесса сушки. При использовании данной технологии сушки для паровых лесосушильных камер помимо снижения затрат электроэнергии получен эффект 30 % экономии водяного пара, поскольку отпадает необходимость проведения конечной и промежуточных влаготеплообработок, а также кондиционирования.

Новый подход к организации производства и переход на современные энергосберегающие технологии позволяют деревообрабатывающим

предприятиям снизить энергоемкость продукции и тем самым ослабить зависимость ее себестоимости от тарифов на топливо и энергию, повысить качество продукции, расширить рынок сбыта и постепенно восстановить утраченные позиции на внутреннем и внешнем рынке.

По оценкам специалистов, на реализацию энергосберегающих программ российским предприятиям необходимо выделить 25-35 % от их годовых затрат на энергоресурсы, что реально снизит энергозатраты на 30 % [6]. Причем, окупятся энергосберегающие программы достаточно быстро, примерно за год. Если учесть, что средний срок окупаемости крупных инвестиций составляет 6-7 лет, то энергосберегающие технологии представляют большой интерес для инвесторов.

ПЕРЕДОВЫЕ КАДРЫ ДЛЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

А.И. Шургин – канд. с.х наук, директор Межрегионального отраслевого ресурсного центра в области лесного хозяйства Поволжского государственного технологического университета,

М.Н. Волдаев - канд. техн. наук, зам. директора Межрегионального отраслевого ресурсного центра в области лесного хозяйства ПГТУ.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, отмечено, что в середине текущего десятилетия российская экономика оказалась перед долговременными системными вызовами, отражающими как мировые тенденции, так и внутренние барьеры развития. Стратегической целью государственной политики в области образования является повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям общества и каждого гражданина.

В рамках достижения этой цели предполагается решение ряда приоритетных задач, в том числе задач создания современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров, формирования механизмов оценки качества и востребованности образовательных услуг с участием потребителей, участие в международных сопоставительных исследованиях. Согласно проекту Государственной программы «Развитие лесного хозяйства» на 2012–2020 годы к 2020 году ежегодный объём заготовки древесины увеличится

вдвое и составит порядка 270 млн куб. м в год, протяжённость лесных дорог увеличится на 7 тыс. км. Это в свою очередь потребует масштабного технического перевооружения отрасли, внедрения передовых производственных технологий, что невозможно без обеспечения передовыми высококвалифицированными инженерно-техническими и рабочими кадрами.

На базе Поволжского государственного технологического университета (далее ПГТУ) в рамках выполнения государственного контракта № 12.P20.11.0001 от 24 августа 2011 года по проекту «Модернизация системы начального профессионального и среднего профессионального образования для подготовки специалистов в области лесного хозяйства на базе отраслевого межрегионального ресурсного центра» (Федеральная целевая программа развития образования на 2011-2015 гг.) создан Межрегиональный отраслевой ресурсный центр в области лесного хозяйства (далее МОРЦ). Целью деятельности центра является обеспечение модернизации отраслевого профессионального образования разработкой и внедрением в образовательные учреждения сети на базе центра новых образовательных программ.

Сегодня в сеть образовательных учреждений на базе ресурсного центра входит 31 образовательное учреждение из 5 федеральных округов Российской Федерации. Данные образовательные учреждения обеспечивают подготовку по программам среднего и начального профессионального образования в области всего лесного комплекса: лесного и лесопаркового хозяйства, лесной промышленности, деревоперерабатывающей промышленности, садово-паркового строительства. Одно из приоритетных направлений деятельности – формирование и внедрение устойчивой системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров и специалистов в области эксплуатации и обслуживания многооперационных лесозаготовительных машин. Работа в данном направлении планируется в два этапа:

- ближнесрочный – формирование новых практикоориентированных программ и организация подготовки машинистов трелевочных и лесозаготовительных машин, формирование системы сертификации квалификаций;

- среднесрочный - формирование новых практикоориентированных программ и организация подготовки диагностов, сервисных механиков многооперационной лесозаготовительной техники, завершение формирования системы сертификации квалификаций.

Согласно 1190 харвестеров и 1809 форвардеров. Расчетная потребность исходя из прогнозируемого роста объемов лесозаготовок - 500 операторов харвестеров в год, 1000 операторов форвардеров в год. Функционирование предлагаемой системы подготовки кадров основывается на следующих базовых принципах: принцип сетевого взаимодействия, принцип концентрации

ресурсов, принцип вовлечения работодателей, принцип сертификации квалификаций. Принцип сетевого взаимодействия обеспечивает возможность вовлечения в процесс обучения образовательные учреждения из всех субъектов РФ на основе общей методологической базы.

Многоуровневая система оценки профессиональных компетенций позволяет обеспечить отбор обучающихся для освоения элитных компетенций. Инновационные практикоориентированные программы в соответствии с реальными потребностями отрасли, новые образовательные технологии, передовое учебно-производственное оборудование, отслеживание и внедрение в образовательную деятельность передовых достижений отраслевой и образовательной науки, тесное взаимодействие с работодателем должны обеспечить подготовку востребованных работодателем кадров. Предлагаемая система подготовки кадров получила высокую оценку на Всероссийских семинарах, посвященных вопросам модернизации профессионального образования.

В рамках деятельности МОРЦ для использования в образовательной деятельности закуплено современное лесозаготовительное оборудование (трактор КХ-451 (рис. 1) и форвардер Komatsu 840.4 (рис. 2)).

На базе ПГТУ с целью отработки логики образовательного процесса и повышения квалификации будущих инструкторов совместно со специалистами ООО «Сервис промышленных машин» (г. Чебоксары) проведена подготовка специалистов ПГТУ. Разрабатываются новые программы. Следует отметить и профориентационную роль данной системы вообще и материально-технической базы подготовки согласно предлагаемой системе в частности.



Рис. 1. Трактор КХ-451



Рис. 2. Форвардер Komatsu 840.4

Одно из основных предназначений создаваемого центра по подготовке высококвалифицированных рабочих кадров - формирование имиджа лесной отрасли как отрасли высокотехнологичной и обладающей значительным потенциалом. Внедрение в образовательный процесс эффективной системы подготовки востребован-

ных работодателем передовых кадров обеспечит переход лесной отрасли на новую технологическую ступень, что в свою очередь позволит более продуктивно внедрять современное производственное оборудование, достичь планируемых показателей в части объемов заготовок древесины, повысить культуру производства в целом.

ФАХВЕРК: ТЕХНОЛОГИЯ С 700 ЛЕТНЕЙ ИСТОРИЕЙ

Наталья Баскаева - коммерческий директор ООО "Домверк", www.domwerk.ru

Понятие фахверк (Fachwerk) пришло из немецкого языка и дословно означает «каркас» или «каркасная конструкция». Это тип строительной конструкции, при котором несущей основой служит секция из диагональных (под различным углом) балок из древесины хвойных пород, пространство между которыми заполняется глинобитным материалом, стеклом, кирпичом, деревом. Особенностью фахверковых домов (рис. 1) является то, что деревянные балки видны как снаружи дома, так и изнутри, что и создает неповторимый стиль, аналогов которому нет.

Фахверк: тогда и сегодня

Первые фахверковые дома в своем классическом виде были построены в XV веке в Германии и быстро стали очень популярным в Европе, особенно в северной ее части (от Бретани до Польши). За несколько столетий фахверковые дома претерпели существенные изменения и сейчас можно выделить три основных направления по странам: это Западная Европа (Германия), Скандинавия (Финляндия) и Италия.

Немецкие дома отличаются практичностью, функциональностью и внешней строгостью. Они делаются очень добротно и обстоятельно, все

основательно просчитывается. Второе направление – это скандинавские страны, причем именно в Финляндии можно увидеть самые характерные дома, с присущей им прагматичностью и консервативностью. Среди используемых материалов преобладает дерево: бревна или профилированный клееный брус. В своей внешней холодности они сходны с западноевропейским направлением. Итальянской архитектуре присуща яркость и неординарность, в домостроении преобладает натуральный цвет древесины.

Главным отличием современных фахверковых домов является разнообразие используемых материалов. В первую очередь по-новому стали делать каркас, используя для его изготовления самый прогрессивный деревянный стройматериал – клееный брус. Известно, что клееная древесина с течением времени не изменяет своей геометрии, поэтому дома из клееного бруса не дают усадки и не деформируются, они также имеют прочную конструкцию, не продуваются и не подвержены промерзанию. Принцип построения каркаса особых изменений не претерпел: те же балки, стойки, ригели, раскосы. Как и в старых фахверковых домах, он служит несущей основой, передающей нагрузку на фундамент.



Рис. 1. Дом в стиле фахверк

Конструктивные изменения коснулись и стен. В современном фахверке стены по-прежнему служат лишь ограждающими конструкциями, никакой нагрузки они не несут. А это дает возможность использовать при их возведении самые разнообразные материалы, которые обеспечивают комфортность проживания и долговечность дома из бруса. Благодаря жесткой обшивке создается тепловой контур с высокими тепло- и звукоизолирующими свойствами. В качестве утеплителя обычно используется минеральная вата из кварцевого или базальтового волокна, но можно использовать и газобетон, кирпич, камень и другие материалы.

Все чаще дома в стиле фахверк строятся с высокой степенью остекления (рис. 2), а сочетания вертикальных и горизонтальных деревянных балок создают неповторимый орнамент, который можно встретить в странах, где фахверк зарождался – в Германии и Франции.



Рис. 2. Дом в стиле фахверк с высокой степенью остекления

Особенности и достоинства фахверковых домов

Средний срок строительства дома «под ключ», в зависимости от сложности проекта и уровня отделочных работ, занимает от шести месяцев до года. Фахверковые дома технически достаточно сложные и требуют высокой квалификации персонала на каждом этапе строительства, от проектирования до изготовления и сборки.

Фахверк отличается высокой устойчивостью к подвижкам фундамента, а также к сейсмической активности, благодаря использованию конструкции из клееного бруса у него отсутствует усадка. Применение точных соединений деталей — на потайной шип, на шип «ласточкин хвост», врубками и так далее — обеспечивает прочность и долговечность конструкции. Современными материалами, применяемые в качестве утеплителя, позволяют фахверковым домам с успехом выдерживать низкие температуры зимой, а летом, при черепичной крыше, обеспечивать необходимую прохладу.

Современный фахверк влаго- и пожароустойчив, ему не страшны жуки-древоточцы. Несущие элементы конструкции покрывают черным, белым, серым или прозрачным тоном защитного состава, сделанного из натуральных масел, который и позволяет сохранять дом из клееного бруса сухим и трудновоспламеняемым, а также способствует созданию высокой устойчивости к погодным условиям и ультрафиолетовым

лучам. С помощью клееных деревянных балок можно свободно перекрывать большие пролеты, а значит, помещения могут быть сколь угодно просторными. Фахверковые дома достаточно легкие, поэтому возможно использование мелкозаглубленного фундамента, а это дает существенное сокращение сроков и затрат на строительство.

Подводя итог, можно сказать, что фахверковые дома отличаются надежностью, практичностью и долговечностью, кроме того, они предоставляют практически неограниченные возможности в архитектурном плане.

Компания «Домверк» – единственная российская строительная компания, которая занимается продвижением технологии фахверк в промышленных объемах уже более 10-ти лет. «Дом-

верк» обеспечивает полный цикл деревообработки: от лесозаготовки до изготовления различных изделий и конструкций из дерева, а также строительство домов из клееного бруса и элитных домов «фахверк». На лесобрабатывающем заводе смонтированы две автоматизированные промышленные линии, которые не имеют аналогов в России, так как разработаны по индивидуальному заказу: это линия склейки и ламинирования бруса, а также его шлифовки и окраски.

Использование исключительно экологически чистых материалов, наличие современного оборудования от ведущих производителей и следование самым строгим европейским стандартам качества позволяет компании «Домверк» строить надежные и высокотехнологичные дома любой сложности.

КАК БЫСТРО И ГАРАНТИРОВАНО СЕРТИФИЦИРОВАТЬ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО FSC/PEFC?

Максим Тришкин - руководитель отдела лесной сертификации Forgis Oy, www.forgis.fi +358-50-4424266, maxim.trishkin@forgis.fi, skype: [forgis.maxim.trishkin](https://www.skype.com/partner/forgis.maxim.trishkin)

С 1 марта 2013 г. вступает в силу закон, запрещающий ввоз не сертифицированных древесины и товаров из древесины в Европейский союз. Аналогичный закон Лейси вводится в США. Фактически это означает что, не сертифицированная продукция не сможет попасть на рынки ЕС и США. Министерством природных ресурсов России введены «Зеленые стандарты», которые так же требуют использования сертифицированной древесины на олимпийских объектах, возводимых в Сочи к Олимпиаде 2014 года. В этих условиях возможности для сбыта продукции не сертифицированного предприятия сокращаются. При этом компания, занимающаяся лесным бизнесом, недополучает часть прибыли за счет более высокой стоимости сертифицированной продукции. Имидж компании, как ответственного лесопромышленника, в сравнении с конкурентами ухудшается и снижается ее инвестиционная привлекательность.

Для получения сертификата необходимо провести аудит цепи поставок предприятия. Однако проведение аудита сертификационной компанией еще не гарантирует получение сертификата. Зачастую первый аудит лишь подтверждает неготовность компании. Этим пользуются сертификационные фирмы и проводят два аудита. За-

чем платить дважды? Кроме того, на международных рынках востребованы оба сертификата FSC и PEFC, поэтому аудиторские компании проводят два аудита, не учитывая того, что системы очень похожи между собой и практически можно выдать 2 сертификата по результатам 1 сдвоенного аудита.

Практический опыт всех компаний в России показывает, что для удержания сертификата после первого аудита требуется выделение сотрудника, занимающегося вопросами лесной сертификации. Затраты на сотрудника составляют от 360 000 до 720 000 рублей в год (без учета стоимости его обучения). Можно ли снизить эти затраты, передав эту работу на аутсорсинг профессионалам?

Компания FORGIS Oy (Йоэнсуу, Финляндия) предлагает вам услуги направленные на быстрое гарантированное получение и удержание сертификатов:

1. Подготовка по цепочке поставок FSC и PEFC: проведение предварительного аудита предприятия, обучение сотрудников компании по лесной сертификации, внедрение системы управления сертифицированной продукцией (5 тыс. евро).

2. Проведение основного аудита по цепочке поставок FSC и PEFC (3 тыс. евро нашим партнером, или другой компанией, если стоимость будет ниже).

3. Сопровождение сертификата цепочки поставок в течение 1 года после получения сертификата всех работ, связанных с сертификацией, направленное на удержание сертификата после второго аудита (2 тыс. евро в год).

Выберите из наших услуг только то, что нужно Вам! В случае заключения договора на подготовку к сертификации и сопровождение мы предлагаем вам получить оба сертификата (PEFC и FSC) по цене одного.

При использовании предлагаемого нами подхода вы сэкономите время и гарантированно получите сертификат в течение 3 месяцев с даты начала работ. Проведение аудита сразу по 2 системам и после специальной подготовки компании, а так же аутсорсинг сопровождения позволит вам сократить затраты как минимум на 8 000 евро. Сертифицированная продукция компании получит более высокий статус на рынке и улучшится имидж Вашей компании. После выдачи сертификатов сразу по двум системам вы получите признание и одобрение в лице инвесторов и собственников. Это позволит Вам обезопасить продажи продукции в меняющихся между-

народных требованиях, что является самым важным для развития бизнеса. Уже сегодня крупнейшие международные компании, работающие в России, доплачивают 30 руб./м³, если древесина сертифицирована.

Мы гарантируем результат своей работы. Если вы останетесь недовольны качеством оказанных услуг, мы вернем вам всю сумму в течении 2 недель без вопросов и оформления ненужных документов. Компания Forgis Oy имеет успешный опыт выполнения лесных проектов в России. Среди наших клиентов Монди СЛПК, ММ-Хольц Ефимовский, Хасслахер Норика Тимбер, Газпром космические системы и др. Сотрудники компании являются аккредитованными аудиторами по системам FSC, PEFC, ISO. Отзывы клиентов и действующие сертификаты, подтверждающие квалификацию, готовы выслать по запросу.

Для того чтобы начать сертификационный процесс, сообщите нам свое решение по электронной почте. Мы свяжемся с вами для согласования даты приезда наших специалистов к вам на предприятие и подготовки договора.

P.S. Мы гарантируем получение вами сертификатов в течение 3 месяцев с момента начала работ.

КАК СОКРАТИТЬ ЗАТРАТЫ НА ДРЕВЕСИНУ, НЕ СНИЖАЯ ОБЪЕМОВ ЗАГОТОВКИ?

Вадим Гольцев – менеджер по работе с ключевыми клиентами Forgis Oy, www.forgis.fi
+358-400 761 310, vadim.goltsev@forgis.fi

Потенциал лесного бизнеса в России не реализован, к такому выводу пришли эксперты ООН, готовящие прогноз развития лесного комплекса России до 2030 г. Исследования на Северо-западе России, в которых принимали участие сотрудники нашей компании, показали, что для успешного развития лесозаготовительного бизнеса компаниям необходимо стратегическое планирование лесных дорог и логистики заготовки. Но что же делать в условиях, когда инвестиции в строительство новых дорог в пределах арендной базы рискованны? С каждым годом расстояние вывозки увеличивается, и затраты на древесину растут. Учитывая, что ряд компаний работают на своей арендной базе несколько лет, то такой сценарий развития событий угрожает устойчивости

бизнеса, особенно если нет возможности сменить арендную базу. Можно ли изменить эту тенденцию увеличения затрат? Есть ли возможности для ежегодного сокращения затрат? Знаете ли вы где можно дешево заготовить и дешево вывезти, или затратить на древесину больше, но за это получить значительную экономию за счет ее транспортировки?

В Финляндии новые лесные дороги уже практически не строят, а затраты на заготовку и транспортировку древесины увеличиваются не более чем на инфляцию. Большинство скандинавских компаний ведут заготовку ежегодно на нескольких тысячах мелких делянок. Как же им удастся ограничить рост затрат на древесину? В чем же секрет управления затратами на древеси-

ну? В скандинавских странах, начиная с 1980х годов, начали внедряться автоматизированные системы планирования заготовки, трелевки, транспортировки и складирования древесины. Эти системы позволяют рассчитать большое количество альтернативных вариантов выполнения плана заготовки и выбрать наиболее выгодный (т.е. самый дешевый). При этом системы учитывают не только разницу в затратах по операциям, но и суммарную себестоимость получения кубометра древесины. Системы позволяют рассчитать большое количество альтернативных вариантов и выбрать из них наиболее выгодный. Сложность этой задачи заключается в необходимости учитывать местное законодательство страны в которой ведется заготовка, а так же местную специфику лесозаготовительного бизнеса. Кроме того, сложность расчета растет в геометрической прогрессии с увеличением числа делянок и периодов планирования. Современные компьютеры справляются с этой оптимизационной задачей. К сожалению, скандинавские программы не работают в России, в связи с сильно отличающимися лесохозяйственными нормативами и практикой ведения лесного бизнеса.

В 2011 г. консалтинговая компания Forgis Oy (Йоэнсуу, Финляндия) по заказу одной из крупнейших лесопромышленных компаний России разработала такой пакет программного обеспечения, позволяющий сокращать затраты на древесину на основе компьютерного планирования заготовки. Компания-заказчик не только окупил затраты на разработку уже через 4 дня с момента внедрения, но и смогла уменьшить свои суммарные затраты на 24% по сравнению с традиционным методом планирования заготовки, сохранив при этом действующий сортиментный план и объемы.

Обычно оптимизация затрат включает в себя следующие этапы:

1. Определение потенциала сокращения затрат
2. Сбор данных, и если потребуется, оцифровка материалов лесоустройства в ГИС
3. Аренда спутника для обновления информации лесоустройства
4. Оптимизационный расчет

В результате клиент получает детальный план ведения заготовки древесины в пределах арендной базы с наименьшими затратами из всех возможных вариантов. План передается не только в виде отчета с анализом ситуации и предложениями, но и в виде ГИС слоя делянок, которые

необходимо освоить в определенной очередности.

Программное обеспечение и обучение по работе с ГИС слоем предоставляется бесплатно. ГИС слой можно залить в GPS навигатор или планшет iPad. Это позволяет всегда иметь доступ к информации и контролировать процесс заготовки и затраты, находясь в лесу.

Сокращение затрат происходит за счет оптимизации:

- сезонности заготовки;
- сроков примыкания лесосек;
- очередности освоения лесосек;
- потребности в новом дорожном строительстве;
- планирования «выгодных» дорог, дающих максимальный поток древесины на 1 км дорожного строительства;
- технологии дорожного строительства;
- формы делянок;
- производительности харвестеров;
- маршрутов вывозки древесины и всей логистической цепи поставки древесины;
- арендной базы (в долгосрочном планировании иногда требуется замена арендных участков).

Для того, чтобы Ваше предприятие могло развиваться в будущем и наращивать объемы производства, необходимо снизить внутренние затраты на получение древесины (заготовка, трелевка, вывозка). Для определения потенциала сокращения внутренних затрат в Вашей компании на получение древесины, компания FORGIS Oy (Йоэнсуу, Финляндия) предлагает провести сбор данных о затратах и расчет их потенциального сокращения в результате оптимизации. Стоимость обследования составляет 5 тыс. евро.

В ходе обследования сотрудники нашей компании проведут 2 дня на предприятии, соберут необходимые данные, рассчитают потенциал сокращения затрат, проведут семинар для высшего руководства компании по информационным технологиям сокращения и контроля затрат, представят результаты расчетов. Это исследование позволит ответить на следующие вопросы:

- На сколько можно сократить затраты на древесину в компании?
- Сколько будет стоить процесс подготовки данных для оптимизации?
- Сколько времени потребуется для оптимизации лесозаготовительной деятельности?

Мы уверены в предлагаемых нами решениях и поэтому гарантируем результат своей работы. Если вы останетесь недовольны качеством ока-

занных услуг, мы вернем вам всю сумму в течение 2 недель без вопросов и оформления ненужных документов. Поэтому Вы ничего не потеряете. Вся информация получаемая от вас в процессе работы строго конфиденциальна и после завершения работы мы не возьмем с собой ни одной цифры, все что мы запросим и рассчитаем, останется в вашей компании. Мы так же готовы подписать соглашение о неразглашении, взяв на себя финансовые обязательства по ответственности за разглашение информации, и приложить все усилия, чтобы этого не допустить. Компания Forgis Oy имеет успешный опыт выполнения лесных проектов в России. Среди наших клиентов Монди СЛПК, ММ-Хольц Ефимовский, Газ-

пром космические системы и др. Сотрудники компании являются аккредитованными аудиторами по системам FSC, PEFC, ISO. Отзывы клиентов и действующие сертификаты, подтверждающие квалификацию, готовы выслать по запросу.

Для определения потенциала сокращения внутренних затрат в Вашей компании на получение древесины свяжитесь с нами, для подготовки договора оказания услуг, согласования даты приезда наших специалистов к вам на предприятие.

P.S. Пока вы читали это предложение ваша компания понесла затраты на заготовку древесины. Чем быстрее вы начнете их сокращать, тем быстрее достигните новых вершин в бизнесе.

СТАНОК ДЛЯ СУРОВЫХ РОССИЙСКИХ УСЛОВИЙ

Российским деревообработчикам «Боровичский завод деревообрабатывающих станков», специализирующийся на выпуске четырехсторонних продольно-фрезерных (строгальных) станков, известен давно. К достоинствам оборудования, выпущенного «БЗДС» деревообработчики относят в первую очередь неприхотливость этих станков и их высокую надежность. Их можно увидеть работающими под навесами летом и зимой при минимальном техническом обслуживании. Продукция «БЗДС» ориентирована не только на крупные деревообрабатывающие предприятия, но и на среднего производителя.

В настоящее время завод выпускает серию станков: С25 (4-х, 5-ти и 6-ти шпиндельные) для изготовления погонажа и стенового бруса, а также станки легкой серии: С16-42 и С23-4 (4-х и 5-ти шпиндельные).



Одними из главных плюсов станков «БЗДС» являются сравнительно небольшая цена, быстрая окупаемость и ремонтпригодность.

Наибольшим спросом потребителей пользуются станки С25-5А PRO и С25-6АВ PRO.

Отличительной особенностью станка С25-5А PRO является механизм подачи рассредоточенного типа с верхними и нижними подающими роликами на основе червячных мотор-редукторов, управляемых при помощи частотного преобразователя, расположенного в шкафу управления станка. Равномерное усилие и плавность прохождения заготовки через зоны резания обеспечивают пневматические или механические прижимы верхних подающих роликов. Скорость подачи заготовки до 35 м/мин.



Отличительной особенностью станков С25-6АВ является то, что этот шестишпиндельный станок способен обрабатывать профилированный

стенной брус, как клееный так и из массива, сечением 260х230 мм., что очень подходит организациям, занимающимся домостроением.

Основой всех Боровичских станков служит мощная литая чугунная станина, что позволяет

добиться максимальной виброустойчивости и стабильности работы всех узлов станка. Специалисты завода квалифицированно выполняют пуско-наладочные работы и организуют обслуживание проданного оборудования.

На складе завода и у официальных представителей предприятия есть в наличии любые запасные части ко всем моделям станков когда-либо выпускаемых «Боровичским заводом деревообрабатывающих станков», а также новое оборудование.

Официальные региональные представители осуществляют:

1. Продажу станков, запасных частей по ценам завода изготовителя.
2. Проведение пуско-наладочных работ с обучением, персонала.
3. Модернизацию станков БЗДС на месте у заказчика.
4. Покупку и восстановление б/у станков.
5. Техническую поддержку.

Обращаем внимание возможных покупателей на тот факт, что, приобретая перечисленные в статье станки и запчасти к ним не на заводе изготовителе или у официальных представителей завода указанных на сайте завода, Вы рискуете получить некачественный товар.

Более подробную информацию о станках можно получить по тел. (81664) 4-65-65; 4-65-99; 8-921-191-81-79 или E-mail: bzds@sovintel.ru

Ищем региональных дилеров!



КОТЛЫ

ВОДОГРЕЙНЫЕ
 ПАРОВЫЕ, ТЕРМОМАСЛЯНЫЕ

на опилках, коре, торфе
 мощностью от 0,2 до 10 МВт

СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

ГАЗОВЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ

БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ

Владимирская обл.,
 г. Ковров, ул. Муромская, 14
 тел./факс: (49232) 6-16-96, 4-44-88, 3-10-36
 e-mail: geyser-msk@termowood.ru
<http://www.termowood.ru>



ОН НЕ УСПЕЛ КУПИТЬ
ИНСТРУМЕНТ HITACHI
ПО АКЦИИ!



DS12DVF3

DH24PC3



2790 руб.



4250 руб.

*Цены действительны при условии заказа ассортимента ТМ Hitachi не менее чем 50000 руб.

ООО "Спектр". г.Санкт-Петербург, пр.Маршала Жукова д.35
тел. 8(812)6420188, e-mail: opt@spektrtools-spb.ru
интернет: www.spektrtools.com

ООО «ПаркТехно»

Основное направление деятельности компании «ПаркТехно» – производство пилорам и иного деревообрабатывающего оборудования. ООО «ПаркТехно» производит современные горизонтальные ленточно-пильные станки.

Перемещение пилы на заданный размер производится под контролем микропроцессорной системы управления в соответствии с заданными размерами, толщиной и указанным количеством пропилов.

Точность распила $\pm 0,5$ мм. достигается за счет использования микропроцессорной системы позиционирования пильной ленты, осуществляющей горизонтальное перемещение ленточной пилы с точностью до 0,1 мм, а также благодаря жесткости рамы пильной каретки и точности направляющих станины.

Высокое качество поверхности пиломатериалов получено за счет использования ленточных пил с твердосплавными или стеллитовыми напайками.

Легкость обслуживания, высокая надежность, возможность длительной эксплуатации в напряженном производственном цикле.



Россия, г. Ижевск, ул. Пойма, д.107

E-mail: parktechno@mail.ru, www.parktechno.ru, тел.: (3412) 24-37-70, 8-919-916-44-77



С 2005 года на площади 2000 м.кв., компания «Мастер» представляет всё для деревообработки. Компания успешно развивается на рынке материалов, инструмента и оборудования для производства изделий из массива дерева: дверей, окон, мебели. Широко представлена группа материалов для технологии ламинирования и шпонирования дверей и мебели.

А также:

- красители Herberths, AkzoNobel, Oli-lacke;
- лаки НЦ, полиуретановые, растворители;
- клеи ПВА дисперсии;
- абразивы Mirka, Белгородского завода;
- ремонтные материалы Novarol;
- стекло, стеклорезы;
- пилы, ножи;
- измерительные приборы, влагомеры;
- ручной, электро и бензоинструмент;
- упаковка, скотч, стрейч;
- средства индивидуальной защиты;
- спецодежда;
- краски специального назначения;
- пленка ПВХ;
- шпон;
- метизы;
- оборудование для деревообработки и мебельной промышленности.



г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95, тел.: 8 (8362) 45-84-24, 43-03-69

e-mail: 32-91-11@mail.ru

УДАР ПО ЦЕНАМ!

ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ

ТЕПЛОВЫХ ПУШЕК!



***цена действительна при минимальном заказе от 50000 рублей ассортимента нагревательного оборудования.**

***полный прайс, систему скидок и дополнительные условия поставки запрашивайте у менеджеров.**

ООО "Спектр" г.Санкт-Петербург, пр.Маршала Жукова д.35
телефон: 8(812)642-01-88
e-mail: opt@spektrtools-spb.ru
internet: www.spektrtools.com



Оптовые поставки гидрооборудования

www.gidrosila.ru

ООО "ГидроСила"

Тел: +7 (495) 787-01-89

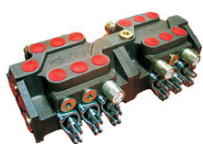
Моб: +7 (926) 354-53-82

E-mail: gidrosila3@mail.ru



Запчасти для манипуляторов:
Loglift, Foresteri,
Kesla, Jonsered,
Hiab, Epsilon,
СФ-65, ПЛ-70,
ПЛ-97, ЛВ-185, МУГ-70 и др.

Запчасти для форвардеров,
харвестеров:
John Deere, Valmet, Ponsse



Распределители
Гидронасосы



Грейферы
Ротаторы



Фильтры
Гидроцилиндры



Обжимное
оборудование
РВД и фитинги

Царёвококшайские ДВЕРИ



Серия Maretti

от итальянского дизайнера Антонио Маретти
эксклюзивные покрытия по натуральной древесине