

Дерево

ISSN 0011-9008

1/2013

обрабатывающая
промышленность

Царёвококшайские ДВЕРИ

Серия Maretti
от итальянского дизайнера
Антонио Маретти
эксклюзивные покрытия
по натуральной древесине

Дерево символ
жизни и
благополучия

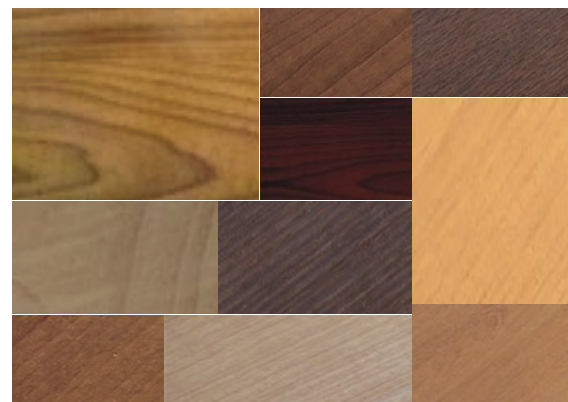


Чистота и сила
природы поражает

**«Научно-производственное
предприятие
«ТермоДревПром»**

Производство новых строительных и декоративных
материалов на основе термомодифицированной
древесины

- ✓ Массивная половая доска
- ✓ Фасадная доска
- ✓ Террасная доска
- ✓ Вагонка
- ✓ Клееный щит
- ✓ Клееный брус



Используемые породы древесины

Сосна, береза, дуб, ясень, бук

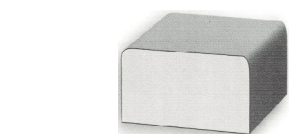
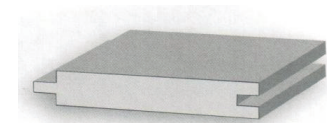
420089, г. Казань, Даурская, д. 41, оф. 3,
ООО «НПП «ТермоДревПром»

тел. +7 (843) 297-65-53

+7 (843) 231-89-42

www.npp-termodrev.ucoz.ru

e-mail: Olambis@rambler.ru



Дерево

ISSN 0011-9008

обрабатывающая 1/2013 промышленность

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители:
Редакция журнала,
Рослеспром,
НТО бумдревпрома,
НПО «Промысел»

Основан в апреле 1952 г.

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

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

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**
д.э.н., проф. **А.О. Блинов**
д.э.н., проф. **О.С. Рудакова**

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



*Уважаемые
читатели и члены
редакционной
коллегии журнала
«Дерево-
обрабатывающая
промышленность»!*

Департамент лесной и легкой промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации поздравляет Вас с юбилеем – 60 – летием со дня выхода в свет научно-технического и производственного журнала «Деревообрабатывающая промышленность».

На этапе послевоенного развития производства мебели, фанеры, древесных плит, товаров народного потребления, домостроения, требующихся для нужд народного хозяйства и населения страны, журнал завоевал авторитет и признание со стороны специалистов, руководителей и ученых деревообрабатывающей промышленности и смежных отраслей.

В журнале публиковались не только отечественные, но и зарубежные специалисты по всем подотраслям лесного сектора.

В 2012 году инициативная группа после годового перерыва вновь начала издавать журнал. Публикации способствуют дальнейшему инновационному развитию деревообрабатывающей отрасли, созданию новых предприятий по глубокой переработке древесины и модернизации действующих на основе передовых современных технологий.

Желаю редколлегии и читателям журнала «Деревообрабатывающая промышленность» успехов и дальнейшего процветания.

**Директор Департамента
лесной и легкой промышленности РФ**

М.Ю. Клинов

Директор журнала

Хасанин Руслан Ромелевич
тел.: 8-927-404-31-85
e-mail:
journal_woodworking@mail.ru

Директор по рекламе

Жданов Сергей Николаевич
моб. тел.: 8-927-889-21-11
e-mail: 458424@mail.ru

Дизайн

**Ерухимова
Анна Владимировна**

«Деревообрабатывающая
промышленность», 2013

Свидетельство о регистрации
СМИ в Роскомпечати
№ 014990

Сдано в набор 25.01.2013.
Подписано в печать
10.02.2013.

Формат бумаги 60x88/8
Усл. печ. л. 8
Тираж 7200 экз. Заказ 1222
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:
journal_woodworking@mail.ru

Подписка:
journal_woodworking@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СОБЫТИЯ И ФАКТЫ

НОВОСТИ

МНТИК «Лесной комплекс в XXI веке».....	3
VII МК предприятий фанерной промышленности.....	3
Выставка «UMIDS. Мебель. Деревообработка» (Краснодар)...	9
МНТК «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса»	10

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Галеев Т.Х.</i> Производство метанола из древесинных отходов	12
<i>Сафин Р.Г., Левашко Л.И., Филиппова Ф.М., Байгильдеева Е.И.</i> Производство пористого теплоизоляционного материала на основе отходов деревообработки и пенополиуретана	15
<i>Яремчук Л.А., Хмарык Л.В.</i> Модифицирование льняного масла в производстве паркета	19

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

<i>Ladislav Dzurenda, Nencho Deliiski</i> Drying of beech lumber in chambers preserving the natural colour of the wood	22
<i>Мухаметзянов Ш.Р., Сафин Р.Р.</i> Вакуумно-осциллирующая сушка с использованием теплового насоса	26
<i>Белякова Е.А., Сафин Р.Р., Бодылевская Т.А.</i> Разработка методики классификации термомодифицированной древесины с помощью цветовой гаммы	30
<i>Горбунова А.М., Сапожников Б.Г.</i> Исследование процессов внешнего массообмена в виброкипящем слое	35
<i>Lajos Reisz, Endre Magoss</i> Particle size distribution for different wood species and woodworking operations	38
<i>Шичков А.Н., Веселков В.И.</i> Исследование эффективности фрезерно-ленточнопильного оборудования	46

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ

<i>Patrik Aláč, Vojtech Demoč</i> Production planning and decision making in the woodprocessing company	52
---	----

ПРОИЗВОДСТВО

БИОЭНЕРГЕТИКА

Компания METSO поставит электростанцию, работающую на биомассе для «биоэнергетической компании» в России	57
--	----

FACTS AND EVENTS

News

MNTIK «Forest complex of the 21st century».....	3
VII Workshop on veneer industries.....	3
Exhibition “UMDIS”. Furniture. Timber Engineering. (Krasnodar).....	9
MNTK “Urgent issues and prospects for the development of timber processing complex	10

RESEARCH

RATIONAL NATURE MANAGEMENT

<i>Timerbayev N.F. Safin R. G., Galeev T.Kh.</i> Production of methanol from waste wood.....	12
<i>Safin R.G., Levashko L.I. Filippova F.M. Baygildeeva</i> Production of porous heat insulating material based on wastewood and urethane foam.....	15
<i>Yaremchuk L.A. Hmaryk L.V.</i> Modification of flax oil in parquet manufacture	19

TECHNOLOGICAL PROCESSES AND EQUIPMENT

<i>Ladislav Dzurenda, Nencho Deliiski</i> Drying of beech lumber in chambers preserving the natural colour of the wood	22
<i>Mukhametzyanov Sh.R., Safin R.R.</i> Vacuum oscillating drying using pump unit	26
<i>Belyakova E.A. Safin R. R., Bodylevsky T.A.</i> Developing methods of classification for thermally modified wood using the colour palette	30
<i>Gorbunova A.M. Sapozhnikov B.G.</i> Research of mass exchange processes in vibrated fluidized bed	35
<i>Lajos Reisz, Endre Magoss</i> Particle size distribution for different wood species and woodworking operations	38
<i>Shichkov A.N. Veselkov V. I.</i> Efficiency check of milling and sawing machinery	46

ECONOMICS

<i>Patrik Aláč, Vojtech Demoč</i> Production planning and decision making in the woodprocessing company	52
---	----

PRODUCTION

BIOENERGY

METSO will supply the power plant working on biomass for a bioenergetic company in Russia	57
---	----



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИЯ

Приглашаем принять участие в работе Международной научно-технической интернет-конференции «Лесной комплекс в XXI веке». Цель ее проведения - стимулирование и восстановление контактов и обмена научно-технической информацией между учеными и специалистами, работающими в областях лесной и деревоперерабатывающей промышленности.

Рабочие языки конференции – русский и английский. Материалы конференции будут изданы по итогам на языке оригинала к 20.03.13 г. и высланы авторам. Полученные статьи будут размещены с 1 марта 2013 г. на нашем интернет-сайте для обсуждения размещенных материалов. Лучшие статьи будут опубликованы в научно-техническом и производственном журнале «Деревообрабатывающая промышленность».

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ФАНЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С 12 по 15 февраля в Санкт-Петербурге проходила VII Международная конференция предприятий фанерной промышленности, организатором которой выступил Центральный научно-исследовательский институт фанеры. Докладчиками и участниками стали руководители, главные инженеры и технологи более 100 предприятий из России, СНГ, Европы, Азии и Америки.



Важнейшими темами конференции стали:

- ❖ использование смол и клеев;
- ❖ модернизация оборудования для производства фанеры;
- ❖ технология газогенерации.

Представляем вашему вниманию краткое содержание докладов спикеров конференции:

Вступительное слово Генерального директора ООО «ЦНИИФ» Варыгина В.С.

Генеральный директор ООО «ЦНИИФ» обратился к участникам конференции с приветствием и благодарностью за большой интерес, проявленный к конференции, перечислил основные направления, по которым ООО «ЦНИИФ» ведет научно-технические разработки, направленные на уменьшение себестоимости фанеры и соответствие ее качества требованиям европейского законодательства.

Отдельно были выделены разработки ООО «ЦНИИФ» для фанерной промышленности: пылеулавливающие агрегаты, рольганги, транспортеры, аспирационные установки, тепловые генераторы, дробилки, СОФ и мн. др.

Презентация научной деятельности и новейших разработок ООО «ЦНИИФ».

Ким В.Г., заместитель председателя совета директоров ЗАО «Технопарк ЛТА», коммерческий директор ООО «ЦНИИФ».

Вадим Георгиевич Ким рассказал о роли ООО «ЦНИИФ» в фанерной отрасли и о его потенциале в области НИОКР, производства оборудования и технической поддержки предприятий фанерной промышленности.



ООО «ЦНИИФ» на сегодняшний день единственный в мире профильный институт, который занимается всеми проблемами фанерной отрасли. В ходе доклада было выделено 5 основных направлений работы ЦНИИФ: научная деятельность, изготовление оборудования и запчастей для фанерных предприятий, разработка и поставка пылеулавливающих установок и аспирационных систем, высокоточный лазерный раскрой материала, лесная биоэнергетика.

Внимание слушателей было акцентировано на прозрачных принципах бизнес-взаимодействия, благодаря которым ЦНИИФ пользуется доверием иностранных организаций и авторитетных специалистов. Также была подчеркнута роль ЦНИИФ как трамплина для молодых амбициозных специалистов, ищущих себя в отрасли.

Роль образования в условиях рыночной экономики.

В.И. Онегин, почетный президент СПбГЛТУ, д.т.н., профессор.

Президент Лесотехнического Университета доложил об инновациях в системе образования и призвал работодателей деревообрабатывающей и фанерной отрасли поддерживать будущие кадры еще на стадии обучения в ВУЗах и других учебных заведениях.

Презентация книги «Синтетические смолы в деревообработке».

ООО «ЦНИИФ», к.т.н., федеральный эксперт **Кондратьев В.П.**; МГУПС, д.т.н., профессор **Кондращенко В.И.**; ОАО «Пигмент», главный инженер проекта «Смолы» **Шредер В.Е.**

Современные синтетические клеи для древесных материалов.

В.П. Кондратьев, зав. отделом связующих материалов ООО «ЦНИИФ», к.т.н., федеральный эксперт; **В.Е. Шредер**, главный инженер проекта «Смолы», ОАО «Пигмент»; **М.О. Касимова**, ведущий инженер лаборатории «Смол», ОАО «Пигмент».

В настоящее время один из важных вопросов развития современной промышленности – внедрение энергосберегающих технологий. Основные направления энергосбережения при склеивании фанеры – это интенсификация режимов, снижение времени и температуры склеивания с увеличением производительности процесса.

В настоящее время помимо отечественной фенолоформальдегидной смолы марки СФЖ-3014, 3066, 3096 и др. в деревообработке применяются фенолоформальдегидные смолы фирмы «Метадинеа» и фирмы «Гексион», которые не в полной мере удовлетворяют требованиям деревообрабатывающих комбинатов.

Для решения данной проблемы предлагаем рассмотреть поступление на рынок смол новой фенолоформальдегидной смолы отечественного производства ОАО «Пигмент».

Производство смолы организовано на высококонцентрированном формалине собственного производства и новых 25 м³ реакторах, не имеющих аналогов в России с применением полностью автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Новые комплексные отвердители для различных марок ФФС и КФС.

В 2012 году ООО «ЦНИИФ» совместно с ОАО «Пигмент» разработал и начал серийный выпуск нового отечественного «Отвердителя – ЛП-2» для фенольных смол.

Освоение отвердителя ЛП-2 позволит фанерным предприятиям: достичь высоких стабильных показателей физико-механических испытаний продукции с низким содержанием свободных токсичных веществ (фенола и формальдегида), снизить расход клея на м³ фанеры на 10%, снизить расход смолы до 90-88 кг на м³, сократить время прессования фанеры на 10-15%.

Для производителей фанеры на основе карбамидоформальдегидных смол разработан комплексный Отвердитель ЛП-3, использование которого позволяет обеспечить качество холодной подпрессовки, нивелируя зависимость клейкости смолы от степени её старения.

Новое в области стандартизации.

Шевандо Т.В., ООО «ЦНИИФ», зам. зав. отделом технологии шпона и фанеры, к.т.н.

В последние годы пересмотрены и разработаны новые стандарты на фанерную продукцию и методы контроля, гармонизированные с европейскими стандартами.

В соответствии с Программой национальной стандартизации российской Федерации на 2011-2012 гг. ООО «ЦНИИФ» разработаны следующие стандарты:

- «Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе» (пересмотр стандарта ГОСТ 9625-87).
- «Фанера строительная с наружными слоями из склеенного на «ус» шпона. Технические условия» (разработка нового стандарта).

ГОСТ «Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе» пересматривается в соответствии с требованиями EN 310-1994 «Древесные плиты. Определение модуля упругости и прочности при статическом изгибе».

ГОСТ «Фанера строительная с наружными слоями из склеенного на «ус» шпона. Технические условия» разрабатывается впервые. Производство такой фанеры позволит как снизить расход сырья на производство фанеры, так и увеличить длину листов фанеры и жесткость листов вдоль волокон древесины наружных слоев.

Получение быстроотверждающихся карбамидоформальдегидных смол с низким конечным молярным отношением формальдегида к карбамиду.

В.А. Косенко, ведущий инженер Управления по развитию производства и новой техники ОАО «Акрон».

Исходя из приоритетов безопасности для здоровья человека, в различных странах ужесточаются требования к содержанию свободного формальдегида в древесных плитах и фанере.

Необходимость снижения содержания свободного формальдегида в готовых древесных плитах и фанере, вынуждает при их изготовлении использовать аминотформальдегидные свя-



зующие с уменьшенным содержанием формальдегида по отношению к содержанию аминогрупп (конечное мольное отношение формальдегида к карбамиду 1,1:1 и менее).

Предлагаемый способ повышения реакционной способности смолы технологически прост и безопасен, не требует изменений в конструкции производственного оборудования, не требует обязательного введения модифицирующих добавок.

Теплота сгорания генераторного газа из древесных отходов и возможности ее повышения.

А.Ф. Смоляков, к.т.н., проф., зав. кафедрой СПбГЛТУ.

Кафедра теплотехники и теплосиловых установок совместно с группой инновационных предприятий «Технопарк ЛТА» разработали проект газогенераторной установки тепловой мощностью 0,1МВт, в схеме которой предусмотрен теплообменный аппарат для нагрева дутьевого воздуха до 600-650°C за счет физической теплоты генераторного газа. Генераторный газ из этой установки будет использован в газодизельной электростанции мощностью 50кВт. Реализация проекта планируется в текущем году.

Японские современные технологии и менеджмент как метод борьбы с дефицитом кадров на производстве.

Акао Фумиори, исполнительный директор «Китагава Инжиниринг»; Примаченко Олеся, официальный представитель на территории России и СНГ.

Компания «Китагава» предлагает оборудование, дающее возможность быстро переходить от производства продукции с одними характеристиками к производству продукции с другими показателями, а также позволяющее минимизировать влияние человеческого фактора за счет максимальной автоматизации процессов:

- горячий пресс, оборудованный системой производственного контроля;
- автоматические системы: набора пакетов, подачи шпона в вальцы, укладки шпона попарно, подачи пакетов в этажерку для загрузки в горячий пресс.

Китагава Инжиниринг в том числе стремятся к обеспечению гибкости производства, его быстрой приспособляемости к изменяющимся требованиям рынка. Это помогает всегда находить оптимальные решения для каждого отдельного клиента.

Шлифовальные станки фирмы «штайнеманн» для плитной промышленности.

А.Г. Васичев – глава представительства фирмы «Штайнеманн» в РФ и странах СНГ.

Фирма SteinemannTechnology за более чем 40 лет работы завоевала репутацию производителя высококачественных широколенточных шлифовальных станков для обработки различных материалов. Позиция лидера стимулирует к постоянному поиску новых технических решений и одновременно накладывает дополнительные обязательства.

Для того, чтобы производители плит могли достичь этих важнейших целей, предлагается полный пакет для реализации процесса шлифования, включающий в себя следующие элементы:

- высококачественные широколенточные шлифовальные станки;
- сервис по эффективному снабжению запчастями;
- высококачественные шлифовальные материалы;
- техническое обслуживание станков;
- оптимизация процесса.

Производство фанеры с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «Грекон».

А.Г.Васичев – руководитель филиала фирмы «Грекон» в РФ и странах СНГ.

Современное производство древесных плит и, в частности, фанеры сегодня невозможно без постоянного контроля сотен параметров производственного оборудования и конечной продукции. Для обеспечения высокого качества конечной продукции необходимо постоянно контролировать ее различные параметры.

Поэтому более предпочтительным является фиксирование множества параметров во время технологического процесса, то есть в режиме он-лайн. При этом оператор имеет возможность контролировать весь процесс посредством компьютера.

Установки контроля качества склеивания UPU 5000 фирмы «Грекон» помогают вовремя зафиксировать ошибки производства, что позволяет избежать выпуска брака.

Фирма «Грекон» является ведущим мировым производителем, выпускающим современные контрольно-измерительные приборы и установки.

Северо-американские технологии производства фанеры.

А.Цингер, О. Филина.

Технология лущения для производства шпона, которую предлагает подразделение Сое компании USNR, широко известна в Северной Америке – лущильные станки этой марки используются на большинстве заводов по производству бруса LVL.

Оптимизатор загрузочного устройства лущильного станка «BlockPLUS™»; новое программное обеспечение позволяет получать шпон за пределами оптимального цилиндра.

- усовершенствованное автоматическое втягивание и логика переработки комлевой «юбки» повышают пропускную способность;
- оптимизированная центровка чураков, прецизионные измерения приводят к получению полноразмерной ленты шпона при оптимальном диаметре;
- замеры чурака на основе 500 000 точек данных (в системах конкурентов – максимум 36 000);
- сканирование самой высокой плотности всей поверхности чурака;
- отбор полос и способность отличать годный к использованию шпон от снимаемых при округлении отходов;
- способность задавать точку входа ножа для получения максимальной полосы;
- прецизионная синхронизация работы режущей заслонки для мусора для получения первого годного для использования шпона из каждого чурака.

ООО «Пролетарская свобода».

Директор Кашиников В.П.

Основным российским производителем оборудования для фанерной промышленности остается ОАО завод «Пролетарская свобода». За более чем столетнюю историю заводом разработано и выпущено порядка 170 моделей различных станков и линий, для производства фанеры.

Для производства фанеры, предприятие может поставить заказчику фактически готовое производство, в состав которого входит:

- оборудование для участка гидротермической обработки сырья;
- оборудование для участка разделки сырья;
- бревнотаски, накопители чураков;
- линии лущения, рубки и укладки листов шпона;
- системы транспортеров для передачи пачек шпона с линии лущения на сушку;
- сушилки роликовые с загрузчиками и разгрузчиками;

- теплогенераторы комплексного использования тепла как на сушку шпона, древесины, так и на нагрев воды (теплогенераторы ТГСГ с установкой УТВС-2);
- оборудование для участков ремонта шпона со шпонопочиными и ребросклеивающими станками;
- линии прессования;
- линии обрезки фанеры.

StratumLtd, Финляндия.

Анна Миеттунен.

Ведущая компания Скандинавии в сфере обработки поверхностей представила свои разработки и технологии для фанерных комбинатов и плитного производства:

1. поставка новых нагревательных плит и пресс прокладок для греющих прессов и прессов ламинирования по чертежу заказчика;
2. реставрация и ремонт нагревательных плит и пресс прокладок;
3. сервисное обслуживание прессов плитного производства;
4. поставка роликов для клеенаносающих машин;
5. транспортно-логистические услуги.

Институт WKI, Германия.

Оливер Майстринг, инженер по деревообработке; Мария Бродель, инженер-химик.

В докладе были отражены следующие направления работы Института:

- перспективные работы Института;
- контроль качества продукции;
- исследование клея;
- СЕ-маркировка: что изменится для производителя в 2013г.?

***Предложение по оптимизации производственного процесса и построения
производственной системы постоянных улучшений.***

Костиков Вадим, ЗАО «Технолес М».

Компания «Технолес М» с 2012 г предлагает не только сотрудничество в перевооружении завода новым оборудованием, но и программу построения производственной системы направленной на постоянное улучшение без значительных материальных затрат.

Предлагаемая нами работа разбита на 3 этапа:

1. глубокая диагностика производства, сбор и формализация текущих производственных показателей, определение максимально возможных целей исходя из особенностей оборудования и технологической цепочки, интервью с производственным персоналом и ИТР для точного понимания уровня квалификации;
2. разработка системы мониторинга и планирования производства, создание форм отчетности для каждого технологического участка;
3. внедрение программы оптимизации.

Группа компаний «АСТЕК».

Шпилевой А.С., генеральный директор.

ГК «Астек» изготавливает следующее оборудование для предприятий фанерной промышленности:

- автоматизированные линии сушки лущеного шпона производительность от 4 до 8 м³/час сухого шпона на базе теплогенерирующих установок типа ФТ тепловой мощностью от 4 до 10 МВт и сушилок типа СРГМ с поперечной циркуляцией сушильного агента;

- автоматизированные линии по производству древесно-топливных гранул (заводы по производству пеллет) производительностью от 2-х до 15-ти тонн в час;
- автоматизированные линии гранулирования сыпучих материалов (лузги подсолнечника, овса, гречихи, соломы, зерноотходов и пр.) для предприятий сельского хозяйства - производительность от 2 до 15 тонн/час по готовому продукту, на базе теплогенерирующих установок от 2 до 8 МВт, работающих на сырых (влажность до 80% и более) отходах, а также Автоматизированные линии гранулирования для переработки и гранулирования торфа и птичьего помета для использования, как в качестве топлива, так и в качестве удобрения;
- разработки по модернизации узлов и механизмов линии сушки шпона ФТ 5-СРГМ-40П;
- разработки по модернизации сушилок шпона СРГ-25М;
- разработки по модернизации сушилок шпона СУР – 4.



Во второй день конференции участники посетили «Усть-Ижорский фанерный комбинат», который входит в состав группы «СВЕЗА». «Усть-Ижорский фанерный комбинат» был выбран организаторами не случайно. Он является одним из старейших фанерных заводов в России и одним из ведущих предприятий в отрасли. После обмена опытом с представителями комбината, гости были приглашены на экскурсию с посещением памятников архитектуры г. Гатчины.

Смело можно сказать, что благодаря VII Санкт-Петербургской международной конференции и проявленному интересу множества предприятий возобновилось тесное сотрудничество науки и производства. Конференция послужила площадкой для создания биржи деловых контактов. Проведено несколько десятков переговоров, заключены взаимовыгодные договоры. Для всех участников рынка, представители которых стали участниками конференции, фанерная отрасль теперь представляется более открытой. Установленные деловые контакты будут еще много лет стимулировать компании осуществлять совместные разработки, делиться опытом и увеличивать объемы производства.

По всем вопросам, касающимся прошедшей конференции, вы всегда можете обратиться к специалистам ООО «ЦНИИФ». Мы также всегда рады оказать вам консультационную помощь и техническую поддержку!

ДЕНЬ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ НА UMIDS

4 апреля 2013 г. на выставке «UMIDS. Мебель. Деревообработка» (Краснодар) в течение всего выставочного дня журнал «ЛесПромИнформ» организует мероприятия, в рамках которых ведущие производители оборудования и комплектующих для изготовления корпусной мебели будут представлять свои новинки и рассказывать о том, как *сделать мебельную продукцию более оригинальной и привлекательной, оптимизировать производственные процессы и затраты.*

Место проведения: конференц-зал №1 2-го павильона ВЦ «Кубань ЭКСПОЦЕНТР».

Время проведения: 4 апреля, 10.30-17.30. Начало регистрации: 10.00

ПРОГРАММА ДНЯ:

10.30 – 11.50 Мастер-класс от компании «МДМ-Комплект» **«Как статичный мебельный корпус превратить в «живой» предмет мебели: подъемные механизмы и направляющие скрытого монтажа»**

12.00 – 14.30 Семинар **«Мебельные фасады. Новые технологии и решения»**

• Лакокрасочные и клеевые материалы в деревообработке и производстве мебели. Инновации и опыт.

• Нестинг: максимальный объем полезного выхода при производстве мебельных фасадов.
• Печать цветных и монохромных изображений на мебельных фасадах.
• Оборудование для автоматической отделки мебельных фасадов лакокрасочными материалами.

• 5-осевая обработка гнутых мебельных фасадов и другие темы

15.00 – 17.30 Семинар **«Инструмент для производства корпусной мебели. Ассортимент, эксплуатация, сервис»**

Официальный партнер семинара: компания LEITZ.

• Нестинг: максимальный объем полезного выхода при обработке плитных материалов. Требования к инструменту.

• Инструмент для обрабатывающих центров.
• Инструмент для раскроя плитных материалов.
• Сервис инструмента: заточка, восстановление, ремонт и другие темы

Среди докладчиков «Дня корпусной мебели» представители компаний «Акзо Нобель», Leitz, SCM Group, «Интервесп», «МДМ-Техно», «МДМ-Комплект», «Чефла», «АКЕ-Рус», «Росавтохим» и др.

Участие бесплатное, предварительная регистрация обязательна.

Подробная информация о мероприятии и заявка на участие на сайте www.LesPromInform.ru или по телефону **+7 (812) 640-98-68**

С уважением,

Оргкомитет – редакция журнала «ЛесПромИнформ»

+7 (812) 640-98-68

or@lesprominform.ru

www.LesPromInform.ru

Международная научно-техническая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»

Кострома ♦ Россия, 9 – 11 сентября 2013 г.

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе международной научно-технической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА».

Основные направления работы конференции:

• Строение и свойства древесины и древесных материалов;
• Современные технологические процессы получения изделий из древесины;
• Разработка клеевых композиций и древесно-полимерных композиционных материалов;



- Прогрессивные технологии и техника лесозаготовительного и лесовосстановительного производств;
 - Экологические аспекты технологии лесовосстановительных, лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств;
 - Экономика и управление предприятиями лесопромышленного комплекса.
- Рабочие материалы будут изданы в октябре 2013 г.

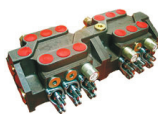
 **GidroSila**
Оптовые поставки гидрооборудования
www.gidrosila.ru

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**

УДК 661.721.41

ПРОИЗВОДСТВО МЕТАНОЛА ИЗ ДРЕВЕСИННЫХ ОТХОДОВ

Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин, Т.Х. Галеев

В статье рассмотрен процесс получения метанола методом паровой газификации. Приведена статистика спроса метанола на мировом рынке. Приведен материальный баланс производства метанола. Дана структурная схема и описание разработанного процесса.

Ключевые слова: метанол, отходы деревообработки, синтез-газ, газификация, биотопливо, пиролиз.

In article process of receiving methanol by a gasification method is steam gasification. The statistics of demand of motor fuel on the world market is given. Is a material balance for methanol production. The block diagram and the description of the developed process is given.

Keywords: methanol, woodworking waste, synthesis gasification, biofuel, pyrolysis.

Утилизация древесных отходов всегда была большой проблемой руководителей лесозаготовительных и перерабатывающих предприятий. В настоящее время известно множество способов утилизации древесных отходов. Наиболее простым способом утилизации древесных отходов является их термическая переработка путем прямого сжигания с целью получения того или иного продукта. Более сложными, но более эффективными, являются методы конверсии древесных отходов, т.е. разложение древесины под действием высокой температуры в зависимости от температурного предела нагрева, условий подвода тепла и вида применяемого теплоносителя.

На кафедре ПДМ КНИТУ, был разработан технологический процесс [1] комплексной энерготехнологической переработки древесных отходов в метанол. Несмотря на то, что доля метанола, используемого в топливно-энергетических целях еще невелика, его применение стало весьма перспективным. Это обусловлено возможностью получения метанола из любого углеродсодержащего сырья и его неограниченными запасами, что позволяет использовать метанол в качестве полупродукта в производстве синтетического моторного топлива. Мировой спрос на метанол составляет около 35 млн. тонн ежегодно. По прогнозам, к 2015 г. спрос на метанол в мире возрастет с 35 до 45,5 млн. тонн. Крупнейшим импортером метанола являются США, которые потребляют до 30% мирового экспорта продукта.

США являются также крупнейшим производителем метанола (25% мирового производства) (рис.1). Основными потребителями метанола (рис.2) выступают производители формалина, метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) и

уксусной кислоты, на долю которых приходится до 70% мирового потребления.

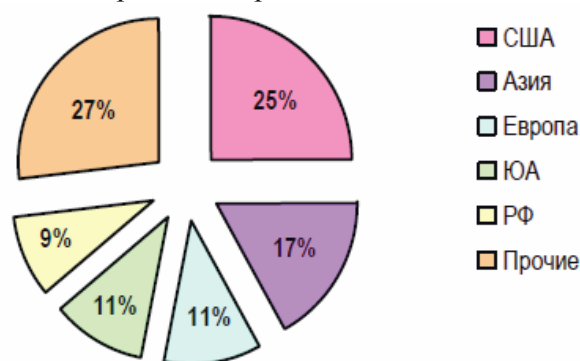


Рис. 1. Крупнейшие регионы, потребляющие метанол

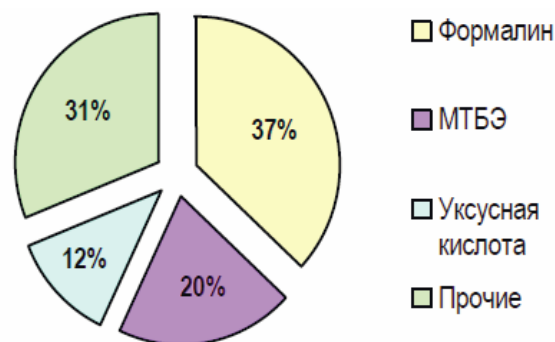


Рис. 2. Производства, потребляющие метанол.

Ниже указаны новые сферы потребления [2] метилового спирта, которые в настоящий момент находятся на стадиях разработки технологии, либо внедрения в промышленную практику:

1. получение уксусного ангидрида карбоилированием метилацетата, произведенного из метанола;
2. синтез метилформиата дегидрированием CH_3OH ;
3. получение фторзамещенных метанов;
4. синтез акрилонитрила из метанола и ацетонитрила в присутствии кислорода;

5. синтез метакрилонитрила из метанола, изобутилена, аммиака и кислорода;

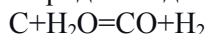
6. получение винил- и этилзамещенных ароматических соединений путем конденсации метилпроизводных ароматических углеводородов с метанолом на цеолитах.

Важным продуктом при создании метанола является синтез-газ, широко применяемый в химической промышленности. Одним из способов его получения является паровая газификация древесных отходов[3].

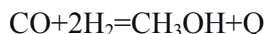
Процесс осуществляется по следующему циклу:

Древесные отходы → пиролиз → газификация → синтез-газ → метанол

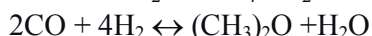
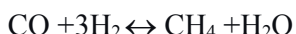
Технологический способ проходит по реакции конверсии углерода с водяным паром:



реакция идет с поглощением тепла. Продуктом реакции является синтез-газ. При наличии этих двух компонентов можно напрямую синтезировать метанол. Реакция идет по следующей формуле:



Одновременно протекают побочные реакции:



Материальный баланс химико-технологической системы производства метанола на 1500т метанола приведен в таблице 1.

Таблица 1. Материальный баланс химико-технологической системы производства метанола

Приход	масса	% масс	Расход	масса	% масс
CO	1491,4	0,792	CH ₃ OH (сырец)	1500	
H ₂	266,3	0,142	(CH ₃) ₂ O	32,347	0,017
CH ₄ (инерт)	124,3	0,066	C ₄ H ₉ OH	17,344	0,009
			H ₂ O	25,31	0,014
			CH ₃ OH (чист.)	1425	0,759
			Отдув. газы	377,15	0,201
Всего	1882,1		Всего	1877,1	
			Невязка	4,949	

Основным аппаратом в синтезе метанола служит реактор – контактный аппарат, конструкция которого зависит, главным образом, от способа отвода тепла и принципа осуществления процесса синтеза. В современных технологических схемах используются реакторы трех типов:

– трубчатые реакторы, в которых катализатор размещен в трубах, через которые проходит реакционная масса, охлаждаемая водным конденсатом, кипящим в межтрубном пространстве;

– адиабатические реакторы, с несколькими слоями катализатора, в которых съём тепла и регулирование температуры обеспечивается подачей холодного газа между слоями катализатора;

– реакторы, для синтеза в трехфазной системе, в которых тепло отводится за счет циркуляции жидкости через котел-утилизатор или с помощью встроенных в реактор теплообменников.

Сложность технологии [4] в том, что конечный продукт получается лишь при высоком давлении и высокой температуре ($P > 20$ атм., $T = 350$ градусов), но при наличии катализатора и низком давлении этот процесс смещается вправо. Этим и объясняется сложное технологическое оборудование, высокие капитальные затраты и многостадийность производственного процесса. Полученный метанол выводится из реакции охлаждением до конденсации, а не сконденсировавшие газы идут в рецикл.

Температура процесса зависит, главным образом, от активности применяемого катализатора и варьируется в пределах от 250 до 420°C.

Ниже представлены схема и внешний вид экспериментальной установки разработанного процесса (рис. 3, 4).

Процесс получения метанола осуществляют контактированием питающего потока, с катализатором синтеза метанола; полученный технологический поток затем охлаждают, конденсируют и сепарируют на газовую фазу и жидкую фазу. В качестве питающего потока используют синтез газ, полученный паровой газификацией древесного угля, путем пиролиза предварительно высушенных древесных отходов. Перед контактированием питающего потока с катализатором, содержащим в мольном соотношении: CuO: ZnO: Cr₂O₃: MnO: MgO: Al₂O₃: BaO, равном 1: 0,3: (0,15-0,2): (0,05-0,1): (0,05-0,1): (0,25-0,3): 0,05, соответственно, осуществляют его компримирование до давления

(3,5 ч) 4,5 МПа. Затем питающий поток после компримирования направляют в реактор, где поддерживают температуру 250-300°C за счет испарения оборотной воды, выделяемой из сырого метанола. Пар от оборотной воды из реактора направляют на газификацию древесного угля, охлаждение технологического потока осуществляют кондуктивно от питающего потока, а конденсацию проводят дросселированием. После сепарации газовую фазу делят на два потока, при этом один поток направляют на сжигание в пиролизную камеру, а второй поток направляют на эжектирование в соотношении газового потока к питающему потоку, равном 10:1, соответственно.

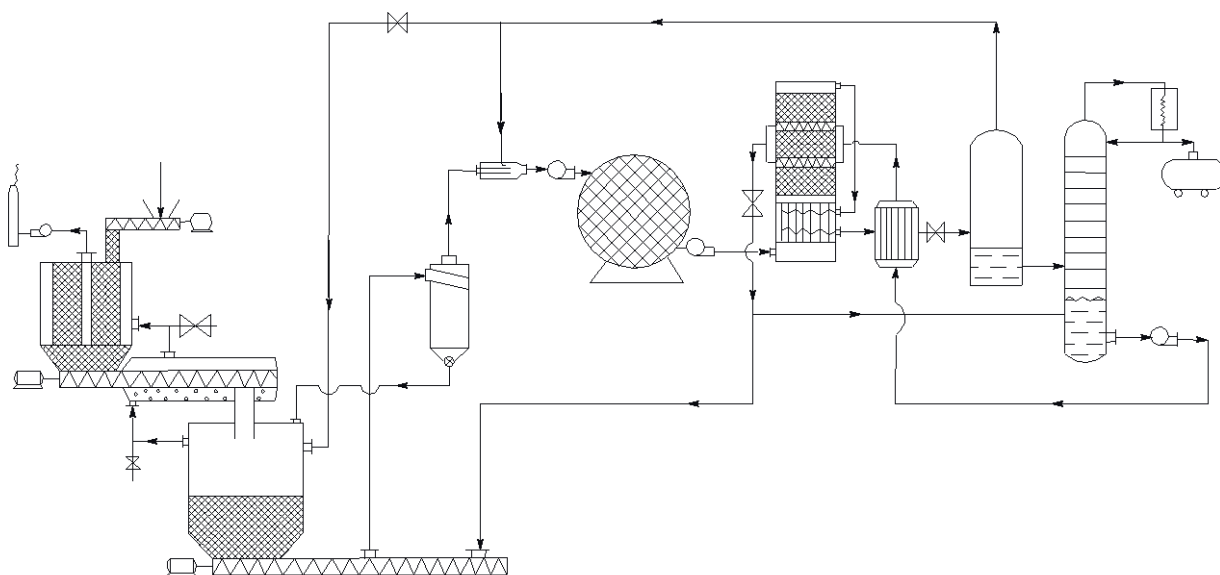


Рис.3 Схема установки по получению метанола из древесных отходов



Рис. 4 Внешний вид экспериментальной установки

Решение технической задачи позволяет получать метанол в процессе безотходного экологически чистого производства без использования дополнительной энергетических ресурсов.

Применение газификации древесины в энергетических целях позволяет решить несколько задач, главными из которых являются:

- получение экологически чистого энергетического метанола, сжигание которого практически исключает загрязнение атмосферы вредными выбросами;
- отсутствие необходимости в очистке дымовых газов перед их выбросами в атмосферу;
- получение водорода, метанола и других продуктов для химической промышленности;
- обеспечение, в определенной степени, топливно-энергетической независимости малых предприятий.

Это обуславливается тем, что спрос метанола на мировом рынке очень велик. Тем самым выше перечисленные факторы обуславливают актуальность данной разработанной технологии.

Исследование по данной работе выполнены в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технического комплекса России на 2007-2013 годы по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки древесных отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература

1. Сафин Р.Р. Сфин Р.Г. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок

кафедр лесотехнического профиля КНИТУ / Р.Г. Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – №3. – С. 22-27.

2. Лесная биоэнергетика; под ред. Ю.П. Семенова. – М.; ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 348 с.

3. Тимербаев, Н.Ф. Исследование зависимости теплотворной способности ТБО от их морфологического состава / Н.Ф. Тимрбаев, И.А. Кузьмин, А.Р. Садрtdинов // Известия

высших учебных заведений «Химия и химическая технология». – 2008 г. – Том 51. – Вып. 10. – С. 79-82.

4. Сафин Р.Г. Разработка технологии получения моторного топлива из отходов деревообработки/ Р.Г. Сафин, Н.Ф.Тимербаев, З.Г.Саттарова, Т.Х.Галеев// Вестник Казанского технологического университета. 2012. – №11. С. 205-207.

Н.Ф. Тимербаев – д.т.н., доц. каф. переработки древесных материалов КНИТУ; Р.Г. Сафин – проф., зав. каф. переработки древесных материалов КНИТУ; Т.Х. Галеев – асп. каф. переработки древесных материалов КНИТУ.

УДК 66.013

ПРОИЗВОДСТВО ПОРИСТОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

Р.Г. Сафин, Л.И. Левашко, Ф.М. Филиппова, Е.И. Байгильдеева

В статье рассматривается способ получения пористого теплоизоляционного материала на основе опилок и пенополиуретана с получением пониженной теплопроводности и плотности. Разработана установка для получения пористого теплоизоляционного материала. Приведены примеры получения с различным содержанием опилок и компонентов пенополиуретановой смеси.

Ключевые слова: пористый теплоизоляционный материал, вспенивающийся полиуретан полиизоционат

In the article the method of producing a porous insulating material based on polyurethane foam and sawdust to produce a lower thermal conductivity and density. An installation for porous insulation material. Are examples of the sawdust with different contents and components of the polyurethane mixture.

Keywords: porous insulating material, polyurethane foaming poliizotsionat

В настоящее время в связи с активным развитием малоэтажного домостроения возрастает спрос на теплоизоляционные материалы. Для строителей и деревообрабатчиков особую актуальность сегодня приобретают технологии, связанные с производством и применением композитов на основе древесины и полимеров. Кроме того, утилизация отходов деревоперерабатывающих предприятий является актуальной задачей, решение которой частично можно осуществить путем организации производства теплоизоляционных изделий.

На базе кафедры КНИТУ «Переработка древесных материалов» ведутся научные исследования по производству теплоизоляционных материалов на основе древесных отходов. По данной тематике был выигран грант федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и

опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала» [1,2].

Разработан способ получения пористого теплоизоляционного материала, основанный на смешении составляющих вспенивающегося полиуретана с древесными опилками и последующее введение в смесь другой составляющей – полиизоционата [3]. В качестве наполнителя используют древесные опилки размерами 4 ± 2 мм, которые предварительно подвергают паровой обработке при температуре, равной 250 °С. После обработки паром опилки подают в диффузор диффузорно - конфузорного устройства, и в зону перехода диффузора в конфузор к опилкам подают составляющую вспенивающегося полиуретана А, которая включает: простой полиэфир на основе окиси пропилена, оксипропилэтилендиамин, диметилэтаноламин, оксиалкиленорганосилоксановый блоксополимер, трихлорэтилфосфат. Затем полученную

смесь выгружают в реактор, в котором смесь перемешивают и вакууммируют с помощью водокольцевого вакуумного насоса. После чего в смесь вводят полиизоцианат Б. После перемешивания компонентов композиционную массу направляют в обогреваемую до температуры 50 – 60 °С форму и выдерживают 15-20 мин.

На рисунке 1 представлена установка для получения пористого теплоизоляционного материала.

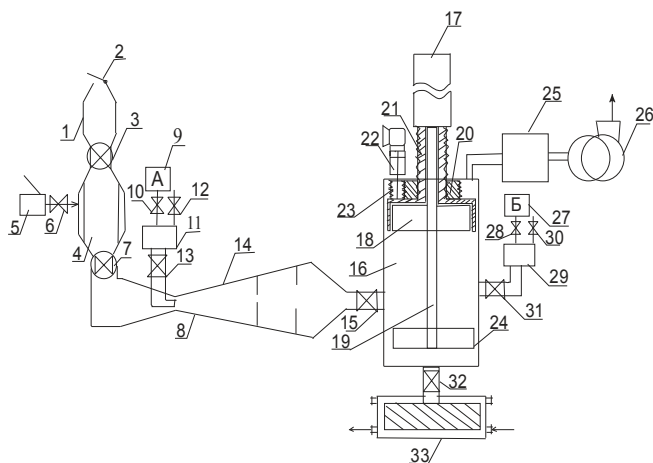


Рис. 1 Установка для получения пористого теплоизоляционного оборудования

Она состоит из бункера 1 с древесными опилками, крышки бункера 2, барабанного питателя для подачи опилок 3, автоклава 4, парогенератора 5, вентиля для подачи пара 6, узла выгрузки из автоклава обработанных опилок 7, диффузно – конфузорного устройства 8, ёмкости с компонентом А 9, вентиля для подачи компонента А 10, объёмного дозатора компонента А 11, вентиля, сообщающего объёмный дозатор с атмосферой 12, клапана 13, конфузора 14, затвора 15, реактора 16, механизма опускания и вращения 17 вала мешалки 19, пуансона 18, привода штока пуансона 20, шток пуансона 21, мотора редуктора 22, зубчатого колеса 23, лопастной мешалки 24, конденсатора 25, вакуумного насоса 26, ёмкости с компонентом Б 27, вентиля для подачи компонента Б 28, объёмного дозатора для компонента Б 29, вентиля, сообщающего объёмный дозатор Б с атмосферой 30, клапана 31, шарового вентиля 32, обогреваемой формы для прессованного изделия 33.

С использованием установки получен теплоизоляционный материал с применением разного содержания компонентов (табл. 1).

Пример 1. Получение пористого теплоизоляционного материала осуществляют следующим образом: 20,00 мас. % (13,5 г) древесных опилок размерами 4 ± 2 мм загружают в бун-

кер 1, которые затем через барабанный питатель 3 попадают в автоклав 4 для паровой обработки при температуре, равной 250 °С, в течении 1 – 2 сек. При закрытом барабанном питателе 3 и узле выгрузки 7 осуществляют подачу пара в автоклав 4 путём открытия вентиля для подачи пара 6 парогенератора 5.

После обработки паром открывают узел выгрузки опилок 7, клапан 13, затвор 15 и опилки подают в диффузор диффузно-конфузорного устройства 8. В зону перехода диффузора в конфузор в опилки подают составляющую вспенивающегося полиуретана (А) в количестве 44,44 мас. % (30,00 г), которая включает простой полиэфир на основе окиси пропилена 26,89 мас. % (18,15 г), оксипропилэтилендиамин 9,20 мас. % (6,21 г), диметилэтанолламин 0,53 мас. % (0,36 г), оксиалкиленметилсилоксановый блоксополимер 0,39 мас. % (0,26г), трихлорэтилфосфат 7,43 мас. % (5,02 г).

Табл. 1 Компоненты теплоизоляционного материала

Компоненты теплоизоляционного материала	1	2	3
простой полиэфир на основе окиси пропилена, %	26,89	26,56	26,21
оксипропилэтилендиамин, %	9,20	9,08	8,97
диметилэтанолламин, %	0,53	0,53	0,52
оксиалкиленорганосилоксановый блоксополимер, %	0,39	0,38	0,38
трихлорэтилфосфат, %	7,43	7,34	7,26
древесные опилки, %	20	21	22
полиизоцианат, %	35,56	35,11	34,66

Полученную смесь выгружают в реактор 16, оснащённый перемешивающим устройством лопастного типа. При закрытом затворе 15, клапане 31 и шаровом вентиле 32 в реакторе 16 композиционную смесь подвергают перемешиванию с составляющей вспенивающегося полиуретана (А) с помощью лопастной мешалки 24 в течение 2-3 мин, а затем подвергают вакууммированию с помощью вакуумного насоса 26 до остаточного давления, равного 15 - 20 КПа. Пары избыточной влаги, содержащиеся в опилках конденсируют в конденсаторе 25. Композиция в реакторе охлаждается.

После вакууммирования в смесь вводят полиизоцианат - полимерный 4,4' – бисфенилметандиизоцианат (МДИ) (Б) в количестве 35,16 мас. % (24 г), открытием вентиля для подачи

компонента Б 28 и 30 при закрытом вентиле 28, затем открывают клапан 31. Закрывают клапан 31 и компоненты составляющей вспенивающегося полиуретана (А) и полиизоцианат (Б) перемешивают в реакторе 16, лопастной мешалкой 24.

После перемешивания открывают шаровой вентиль 32, и полученную композиционную массу направляют в обогреваемые до температуры 50 – 60 °С формы 33 за счёт опускания пуансона 18. Опускание пуансона 18 осуществляют за счёт вращения винта от привода штока 20, представляющего собой гайку с наружной зубчатой передачей 23 и внутренней резьбой для перемещения штока, приводимой в движение мотором редуктора 22. После выдавливания шаровой вентиль 32 закрывают, массу выдерживают в форме 15-20 мин.

Пример 2. Операции осуществляют аналогично примеру 1, при этом берут 21,00 мас. % (14,35 г) древесных опилок размерами 4 ± 2 мм предварительно подвергают паровой обработке при температуре, равной 250 °С, после обработки опилки подают в диффузор диффузорно - конфузорного устройства, а в зону перехода диффузора в конфузор к опилкам подают 43,89 мас. % (30 г) составляющую вспенивающегося полиуретана (А), который включает простой полиэфир на основе окиси пропилена 26,56 мас. % (18,16 г), окиспропилэтилендиамин 9,08 мас. % (6,20 г), диметилэтанолламин 0,53 мас. % (0,37 г), оксиалкиленметилсилоксановый блоксополимер 0,38 мас. % (0,26 г), трихлорэтилфосфат 7,34 мас. % (5,01г). Остальные операции по примеру 1.

Пример 3. Операции осуществляют аналогично примеру 1, при этом берут 22,00 мас. % (15,23 г) древесных опилок размерами 4 ± 2 мм предварительно подвергают паровой обработке при температуре, равной 250 °С, после обработки опилки подают в диффузор диффузорно - конфузорного устройства, а в зону перехода диффузора в конфузор к опилкам подают составляющую вспенивающегося полиуретана (А) в количестве 43,34 мас. % (30,00 г), который включает простой полиэфир на основе окиси пропилена 26,21 мас. % (18,15 г), окиспропилэтилендиамин 8,97 мас. % (6,20 г), диметилэтанолламин 0,52 мас. % (0,36 г), оксиалкиленметилсилоксановый блоксополимер 0,38 мас. % (0,27 г), трихлорэтилфосфат 7,26 мас. % (5,02 г). Остальные операции по примеру 1.

Полученный пористый теплоизоляционный материал соответствует требованиям ГОСТ

16381-77 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования»: обладает теплопроводностью не более 0,175 Вт/(м°К) и имеет плотность не более 500 кг/м³ таблица 2 [4,5].

Таким образом, можно сделать вывод, что вновь полученный пористый теплоизоляционный материал имеет пониженную теплопроводность и плотность. Из трёх экспериментальных образцов наилучшие показатели имеет образец, содержащий 21% опилок: у него наименьшая плотность и теплопроводность, что говорит о хороших свойствах материала как теплоизолятора. Предлагаемый теплоизоляционный материал на основе древесных опилок и пенополиуретана может быть рекомендован для применения в качестве теплоизоляционного материала.

Табл. 2 Свойства теплоизоляционного материала

Свойства теплоизоляционного материала	1	2	3
Теплопроводность, Вт/(м°К)	0,0213	0,0216	0,0221
Плотность, кг/м ³	37,42	38,50	40,66
Водопоглощение, %	14	17	20

Данная работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержки Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Сафин Р.Г., Сафин Р.Р. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ / Р.Г.Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. - № 3 – 22-27с.
2. Игнатьева Г.И., Левашко Л.И., Байгильдеева Е.И. Получение поризованного арболита из отходов деревообработки / Г.И. Игнатьева, Л.И. Левашко, Е.И. Байгильдеева // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. - № 4.
3. Зиятдинова, Д.Ф., Сафин, Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Левашко Л.И. Анализ современно-

го состояния производства теплоизоляционных материалов и возможности создания новых материалов на основе отходов деревообработки) / Д.Ф. Зиятдинова, Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, Л.И. Левашко // Вестник технологического университета. – 2011. - № 18 – 63-68с.

4. Игнатьева Г.И., Филиппова Ф.М., Левашко Л.И., Байгильдеева Е.И. Изучение свойств теплоизоляционных материалов на ос-

нове отходов деревообработки / Г.И. Игнатьева, Ф.М. Филиппова, Л.И. Левашко, Е.И. Байгильдеева // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2013. - № 1 – 79 - 82 с.

5. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. – Взамен ГОСТ 16381-70; введ. 1977-07- 01.- М.: 1979. - 4 с.

Р.Г. Сафин - доктор техн. наук, профессор, зав. каф. ПДМ, **Л.И. Левашко** – магистр каф. переработки древесных материалов КНИТУ; **Ф.М. Филиппова** - канд. хим. наук, доц. той же кафедры, **Е.И. Байгильдеева** - канд. техн. наук, доц. 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!!!

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 674.07

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПАРКЕТА

Л.А. Яремчук, Л.В. Хмарык

В статье исследованы модификаторы, позволяющие улучшить физико-механические свойства покрытий из льняных масел.

Ключевые слова: экология, отделка, масло, канифоль, твердость.

Modifiers allowing to improve physical properties of coverages from linseed oils are in-process investigational.

Keywords: ecology, finishing, oil, rosin, hardness.

В производстве мебели и столярных изделий от защитно-декоративного покрытия зависит качество и срок эксплуатации продукции. В данное время, в деревообрабатывающей отрасли, в основном, используют импортные и отечественные органорастворимые лакокрасочные материалы, которые выделяют большое количество вредных веществ в атмосферу. Однако, большинство европейских производителей деревообрабатывающей продукции за последние годы, склоняются к использованию отделочных материалов на основе высыхающих масел, как экологически чистых и стойких к атмосферному воздействию. Украина имеет достаточное количество возобновляемых сырьевых ресурсов для изготовления лакокрасочных материалов (ЛКМ) на основе высыхающих масел. Такие материалы экологически безопасны при изготовлении и их использовании.

Использование масел в качестве пленкообразователей для древесины известно еще с первого тысячелетия от Рождества Христова. Уже тогда в Европе для отделки изделий из древесины мастера работали с льняным маслом в качестве финишной обработки. Льняное масло абсорбирует столько кислорода, что после высыхания его вес увеличивается на 12%, а соответственно, растет толщина пленки. Однако, в сыром виде масло высыхает несколько дней и после высыхания пленка имеет недостаточную твердость поверхностного слоя. Для эффективности используют катализаторы отверждения, в основном это соли активных металлов цинка, кобальта, марганца и другие, которые ускоряют процесс высыхания пленки.

Особенно актуальной проблемой является создание покрытий для деревянных полов, которые требуют не только декоративных показателей пленки и высокой степени защиты от не-

гативного влияния, но и безопасности для пользователя и производителя продукции. За последние годы производители лакокрасочной продукции разработали ряд экологически безопасных и стойких к внешним нагрузкам отделочных материалов на основе масел и восков.

Большой интерес к маслам и воскам, как альтернативе органорастворимым ЛКМ, объясняется разнообразием древесных пород, которые используются в паркетном производстве. Как известно, лаки плохо смачивают те породы древесины, которые имеют в своем составе большое количество природных масел. Кроме того, лакокрасочное покрытие (ЛКП) не всегда обеспечивает необходимые требования к защитным декоративным и экологическим свойствам для покрытий деревянных полов. К тому же, постоянная нагрузка на ноги требует хорошего возобновления и отдыха (это особенно актуально для людей, которые проводят весь день на ногах). Известно, что структурированная массивная доска, поверхность которой имеет рельеф, широко популярна во всем мире, для улучшения кровообращения в ногах и в обменных процессах организма человека (заклЮчения Международной ассоциации физиотерапевтов).

Сегодня на рынке лакокрасочной продукции появилась множество отделочных материалов на основе масел для отделки изделий из древесины ряда ведущих зарубежных производителей. Однако следует отметить, эти материалы имеют достаточно высокую стоимость, что не дает возможности их широкому применению в нашей стране, для отделки изделий из древесины, а также часть представленных, на рынке, масляных ЛКМ имеют в своем составе органические растворители.

Создание экологически безопасных масляных ЛКМ на отечественном сырье будет значительно дешевле, по сравнению с импортными материалами. Однако существующие материалы создают покрытия с незначительной толщиной пленки и низкой твердостью. Исследования показали, что покрытия на основе льняного масла достаточно тонкие и мягкие, чтобы защитить древесину от атмосферного воздействия и других факторов. Для увеличения толщины и повышения физико-механических показателей пленки, были подобраны модификаторы, которые хорошо совмещаются с маслами и улучшают их качественные характеристики. В качестве модификатора была выбрана сосново-живичная канифоль.

Основными компонентами сосново-живичной канифоли являются смоляные кислоты, общее количество которых составляет 93-94%. Кроме смоляных кислот в канифоли находится 6-7% нейтральных веществ, которые не поддаются гидролизу и около 1,5% высших жирных кислот. Благодаря значительной полярности гидроксильной группы (COOH) смоляные кислоты имеют большую адгезию к древесине, нежели льняное масло. При этом низкая полярность углеводородной части молекул смоляных кислот обуславливает их высокую растворимость в растительных маслах. Пленки канифоли отличаются хрупкостью и легко размягчаются. Поэтому, при производстве лаков используют канифоль, которая повышает твердость пленки и при этом улучшает экологические свойства покрытий.

Создание экологически-безопасных композиций на основе отечественного сырья и проведение испытаний для повышения эксплуатационных свойств защитно-декоративных покрытий древесины созданных модифицированными масляными ЛКМ является актуальной проблемой.

В связи с этим были проведены исследования эксплуатационных свойств покрытий деревянных полов созданных ЛКМ на основе высыхающих модифицированных масел.

Для исследования использовали полимеризованное льняное масло (ГОСТ 5794-81) при добавлении свинцово-кобальтового сиккатива и в качестве модификатора сосново-живичную канифоль (ГОСТ 19113-84Н). Образцы древесины дуба.

Зависимость проникновения масла в древесину и толщины покрытия от температуры сушки и расхода ЛКМ определяли с помощью ин-

струментального микроскопа МИС-11. Твердость покрытия по твердомеру М-3.

Данные экспериментальных исследований

1. Определение глубины проникновения отделочного материала в древесную подложку.

Для определения глубины проникновения отделочных материалов использовали льняную натуральную олифу, льняное натуральное масло, модифицированное льняное масло (с содержанием канифоли 1, 2, 3, м.ч. и 2 м.ч. сиккатива), образцы древесных подложек дуба. Сушка покрытий проводилась при температуре 18-20°C. С помощью микроскопа МИС-11 определяли толщину покрытия и глубину проникновения отделочного материала в поры древесных подложек согласно ГОСТ 13639-75. Результаты исследований показали, что наиболее проникают в древесную подложку сырые льняные масла, а наибольшая толщина пленки наблюдается при нанесении модифицированного льняного масла с содержанием канифоли в количестве 2,0 м.ч. (табл. 1).

Табл 1. Результаты определения толщины покрытия и глубины проникновения отделочного материала в древесную подложку.

Вид отделочного материала	Толщина покрытия	Глубина проникновения в поры	Толщина снаружи
Масло льняное	86,13	57,90	28,23
Олифа льняная	81,23	44,65	36,58
Модиф. масло (1м.ч. каниф.)	91,60	49,26	42,35
Модиф. масло (2м.ч. каниф.)	93,93	48,11	45,80
Модиф. масло (3м.ч. каниф.)	91,92	45,51	46,38

Из представленных диаграмм, можно утверждать, что в зависимости от общей толщины отделочного материала наибольшую проникающую способность имеет льняное масло и олифа. С увеличением содержания канифоли в льняном масле глубина проникновения уменьшается, но толщина пленки увеличивается, что свидетельствует об улучшении эксплуатационных свойств покрытий.

Для сравнительного анализа изображена диаграмма полученных значений толщины покрытия и глубины проникновения отделочного материала в древесину (в процентах) в зависимости от вида ЛКМ (рис.1).

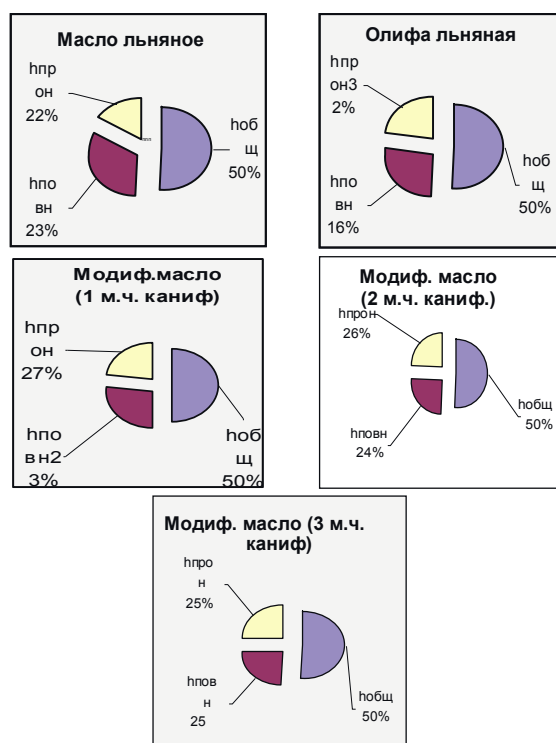


Рис. 1 – Диаграмма толщин покрытия и глубины проникновения отделочного материала в древесину

2. Определение твердости лакокрасочных покрытий.

Определение условной твердости проводилось по ГОСТ 5233-67 с помощью маятникового прибора М-3. Для эксперимента использовались отделочные материалы, которые после нанесения на стеклянные пластинки, сушки и выдержки подвергались измерению. Для сравнительного анализа кроме масляных материалов исследовали алкидный лак ПФ-231, который часто используется для отделки настилов для пола. Для анализа полученные результаты приведены с помощью гистограммы (рис. 2).

Из диаграммы (рис. 2) видно, что с увеличением содержания канифоли, твердость покрытия увеличивается, но не существенно. Сравнив значения твердости модифицированного масла и льняной олифы, можно отметить, что твердость модифицированного масла (при содержании канифоли 2 м.ч.) превышает твердость олифы и близка к твердости алкидного лака.

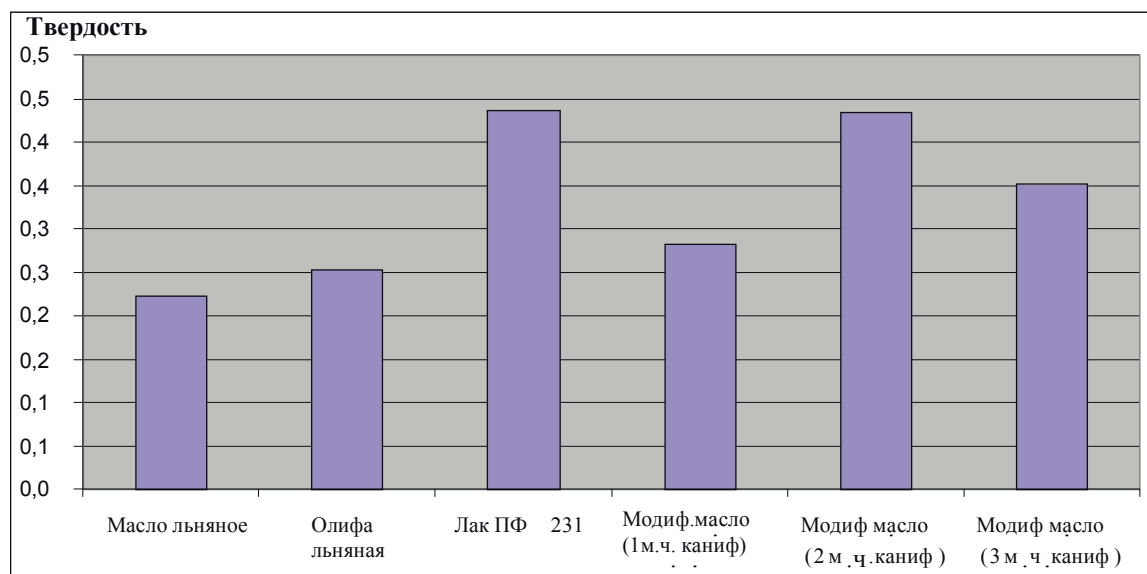


Рисунок 2 - Величина твердости отделочных материалов

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что канифоль может использоваться в качестве модификатора для высыхающих масел. Содержание канифоли в количестве 2-3 м.ч. увеличивает толщину эксплуатационной пленки и существенно повышает твердость покрытия, а это свидетельствует о том, что защитно-декоративные пленки на основе модифицированных льняных масел могут защитить изделие из древесины от воздействия

атмосферных и других негативных факторов и использоваться для отделки паркета.

Список литературы

1. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1989, 384с.
2. Карякина М.И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий. М.: Химия, 1989, 206с.

3. Cross B.E., Myers P.L. The Bacterial Transformation of Abietic Acid // Biochemical Journal. 1968. V. 108. p. 303-310.

4. Прието Д., Кине Ю. Древесина. Обработка и декоративная отделка. (пер.с немецкого).-М.:Пэйнт-Медиа,2008.-392с.

Л.А. Яремчук – к.т.н., доцент кафедры Технологии мебели и изделий из древесины Национального лесотехнического университета Украины, tf_nltu@ukr.net; Л.В. Хмарык – асп. кафедры Технологии мебели и изделий из древесины Национального лесотехнического университета Украины, tf_nltu@ukr.net.

УДК 674.047.3

DRYING OF BEECH LUMBER IN CHAMBERS PRESERVING THE NATURAL COLOUR OF THE WOOD

Ladislav Dzurenda, Nencho Deliiski

This paper presents the results of colorimetric analysis of suggested by the authors regimes for convective drying of beech lumber with thicknesses of $h = 40$ mm and $h = 60$ mm from initial moisture content $W_{in} = 70\%$ to final moisture content $W_f = 8\%$. The regimes ensure preservation of the natural colour of the beech wood.

Keywords: beech lumber, convective drying, regime of drying, colour of wood

В статье приведены результаты колориметрического анализа предложенных авторами режимов конвективной сушки буковых пиломатериалов с толщиной $h = 40$ mm и $h = 60$ mm от начальной влажности $W_{in} = 70\%$ до конечной влажности $W_f = 8\%$. Режимы обеспечивают сохранение естественного цвета буковой древесины.

Ключевые слова: бук, пиломатериалы, конвективная сушка, режим сушки, цвет древесины

Wood drying belongs to the basic technological operations of wood processing. This technological operation is based on considerably complicated hydro-thermal process and despite the noticeable effort of scientists and technologists, it is not yet fully clarified.

The drying of beech lumber carried out in chambers according to the regimes of companies: Hildebrandt GmbH, Incomac S.R.L., Vzduchotechnika a.s., and Mühlböck GmbH is commonly carried out at temperatures $t = 60 \div 80$ °C. The hydro-thermal process, which is carried out in beech wood at these temperatures, creates conditions not only for the removal of water from the wood, but also for the development of chemical reactions such as partial hydrolysis of the hemicelluloses and the extraction of water-soluble substances Bučko (1995), Trebula and Bučko (1996), Dzurenda and Deliiski (2000) which cause irreversible colour changes of the wood. One such change is from the original white-yellow colour of the beech wood to a dull brown-pink shade. The extent of the change of wood colour during the hydro-thermal treatment of

the wood, Deliiski (1991) is defined by the criterion of colour homogenization of wood SFH, which is equal to the integral area of the function of temperature change during the hydro-thermal treatment of wood. The unit of this criterion is a thermosecond [K.s]. The change of the colour shade of beech wood from the original white-yellow to brown-pink shade occurs after surpassing the limit for the colour homogenization criterion $SFH \leq 1.2 \cdot 10^7$ [K.s] Deliiski (2003).

To eliminate this imperfection, special regimes, based on the hydro-thermal treatment of wood, were created for convective drying of beech wood in chambers, which preserve the natural colour of the beech wood. The goal of this work is to present the suggested regimes for drying of beech lumber with thickness $h = 40$ mm and $h = 60$ mm from $W_{in} = 70\%$ to $W_f = 8\%$, in chambers and their evaluation from the aspects of quality of dried lumber and extent of colour change.

Experimental part

The parameters of the regimes for drying of beech lumber with thickness of $h = 40$ mm and $h =$

60 mm from initial moisture content $W_{in} = 70\%$ to finale moisture content $W_f = 8\%$, which cause no change of the natural colour of wood are shown in Table 1.

During the drying process, when the wood moisture content W reaches a value of approximately 20%, conditioning phase is included for partial decreasing of the moisture gradient created in the lumber by the evaporation of water from the lumens of cells. Conditioning of the subjected to drying lumber is carried out by an increase of the relative humidity of the drying medium.

The drying of beech lumber with thicknesses $h = 40$ mm and $h = 60$ mm, according to the individual regimes, was carried out in chamber type KWC 121 manufactured by Vzduchotechnika a.s. Nové Mesto nad Váhom.

The quality of the drying process of beech lumber is evaluated by drying gradient U defined as the quotient of average moisture content of the lumber subjected to drying W_{av} and equilibrium moisture content W_{emc} throughout the process.

$$U = \frac{W_{av}}{W_{emc}}, \quad (1)$$

where: W_{av} is the average timber moisture content, %; W_{emc} – equilibrium moisture content of the drying medium, %. After the completion of the drying process, a quality check of the dried lumber was performed on 8 samples with determination of the following parameters: difference between the average final moisture content and the required final moisture content, fluctuation of the final moisture content, moisture gradient, and change of the wood colour.

Table 1. Parameters of the regimes for drying of beech lumber from $W_{in} = 70\%$ to $W_f = 8\%$, preserving the original wood colour, depending on the lumber thickness

Lumber thickness	$h = 40$ mm			$h = 60$ mm		
Phase of drying	t	Δt	τ	t	Δt	τ
	°C	°C	h	°C	°C	h
Initial heating	43	3	5	42	3	8
70 – 45	38	5	77	37	5	133
45 – 35	40	5.5	29	39	5	82
35 – 25	44	7.5	72	43	7	123
25 – 20	48	9.5	55	47	9	97
Conditioning	48	5.5	4	47	5	6
20 – 15	54	14	64	53	13.5	109
15 – 10	61	18.5	88	60	18	152
10 – 8	64	23	42	63	20	71
Treatment	64	6	9	63	5.5	13
Cooling			5			8

The difference W_0 between the average final moisture content and the required final moisture content (in %) was quantified using the following equation:

$$W_0 = \frac{\sum_{i=1}^n W_{fi}}{n} - W_f, \quad (2)$$

where: n is the number of the samples, -; W_{fi} – average final moisture content of the samples, %; W_f – required final moisture content of the samples, %.

The fluctuation W_{f0} of the final moisture content (in %), i.e. the range of final moisture content of the dried lumber was calculated as the difference between maximum and minimum values of the moisture content in dried samples according to the equation:

$$W_{f0} = W_{\max} - W_{\min}, \quad (3)$$

where: $W_{\max}$ is the maximum moisture content in samples, %; $W_{\min}$ – the minimum moisture content in samples, %.

The moisture gradient ΔW (in %) was calculated as the difference between the moisture content of the middle layer of the samples and the average moisture content of both surface layers:

$$\Delta W = W_{ml} - W_{sf}, \quad (4)$$

where: W_{ml} is the moisture content of the middle layer of the samples, %; W_{sf} – the moisture content of the surface layers of the samples, %.

The colour of the wood on the surface of beech lumber was measured by a colorimeter Color Reader CR-10, which determines the colour by a set of values in the colour coordinate system CIE – $L^*a^*b^*$. The principle of measuring with this calorimeter is based on the determination of the value of the following parameters: L^* , which quan-

tifies the lightness of the colour from 100 for white colour to 0 for black; a^* , which quantifies the chromatic coordinate of colour shade between red and green; b^* , which quantifies the chromatic coordinate of colour shade between yellow and blue.

The change of the colour of the beech wood subjected to drying was determined by the size of changes of the individual coordinates in the colour coordinate system before drying and also on a planed surface of wood after drying as well as by the size of colour deviation ΔE_{ab} according to CIE (1986), presented by the equation:

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}, \quad (5)$$

where: L^* is the lightness of the colour, -; a^* – coordinate of colour shade between red and green

colour, -; b^* – coordinate of colour shade between yellow and blue colour, -.

Results and discussion

According to the specification of the temperatures and psychrometric differences of the drying medium in the suggested regimes of convective drying of beech lumber in chambers, these regimes are classified, according to the categorization of drying regimes Kollmann and Cote (1968), Trebula (1989), to the so-called regimes with rising temperature and decreasing relative moisture of the drying environment.

The change in the drying gradient of the suggested regimes depending on the phase of the regime and on the thickness of lumber is shown on Fig. 1.



Fig. 1. Change in the drying gradient of the suggested regimes depending on wood moisture content and on the thickness of lumber

From the range of the values of the drying gradient $U = 4.6 \div 3.3$ during the drying process of beech lumber with thickness $h = 40$ mm and $h = 60$ mm, it can be concluded that from the beginning of the drying to reaching of the average moisture content $W_{av} = 35\%$, despite low temperature of the drying medium, the drying regime can be considered as hard with probability of creating a moisture gradient along the section of lumber.

From the average moisture content $W_{av} = 35\%$ up to the end of the drying process, the parameters of the drying medium ensure a finer drying of the beech lumber. Despite the mentioned statement, the goal of the authors to suggest drying regimes, that cause no change in the colour of beech lumber while reaching the topmost quality of dried material is validated by the results of the qualitative checks made at the end of the drying. According to the results from these checks, the beech lumber dried in chamber type KWC 121 had the natural white-

yellow colour and the moisture gradient $\Delta W \leq 0.8 \div 1.3$ % for lumber with thickness $h = 40$ mm, and $\Delta W \leq 0.6 \div 2.3$ % for lumber with $h = 60$ mm.

The values of the parameters of colour coordinates L^* , a^* , and b^* of dried samples before and after drying, as well as the size of colour deviations of beech wood ΔE_{ab} caused by the drying process are shown in Tables 2.

The results from the analysis, which evaluated the quality of dried beech lumber with the help of the difference between average final moisture content and required final moisture content, fluctuation in the final moisture content and moisture gradient of lumber are shown in Table 3.

The results from the study show that the drying of beech lumber according to the suggested regimes causes no changes in the chromophoric structure of the wood and the beech lumber preserves its original white-yellow colour. The total changes of colour differences of beech wood in the

drying process $\Delta E_{ab} = 1.1 \div 1.2$ belong to the interval of colour difference $\Delta E_{ab} \leq 2$, also marked as “inconsiderable changes of the colour” Cividini (2007). Quality parameters of the dried lumber, such as: difference between the average final moisture content and the required final moisture content $W_0 \leq 0.5 \%$, range of the final moisture content $W_{f0} = \leq 1.5 \%$ and moisture gradient in dried beech lumber $\Delta W = \leq 2.3 \%$ make this a high quality dried timber. The drying process of beech lumber at lower temperatures is, compared to the classical regimes for convective drying of beech lumber, characterized by a longer time needed for the dry-

ing of lumber and higher heat consumption. Compared to the drying regimes of the company Vzduchotechnika a.s. carried out at temperatures $t = 60 \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$, the duration of the drying of beech lumber is 1.9 times higher for thickness $h = 40 \text{ mm}$ while preserving the natural colour of wood, is 2.3 times higher for thickness $h = 60 \text{ mm}$. This fact reflects negatively on the use of the capacity of drying chambers, as shown in works: Drahoš and Viktorin (1975), Trebula (1989), Glijer (1990), Pervan (2000), Videlov (2003), Dzurenda and Deliiski (2010).

Table 2. Colour coordinates L^* , a^* , b^* of beech lumber with thickness $h = 40 \text{ mm}$ and $h = 60 \text{ mm}$ at the start and at the end of the drying, and the size of colour deviation of wood ΔE_{ab} during the drying process

Thickness of lumber	Moisture content of lumber	Colour coordinates			ΔE_{ab}
		L^*	a^*	b^*	
$h = 40 \text{ mm}$	$W_{in} = 70 \%$	70.1 ± 1.6	10.7 ± 1.5	23.8 ± 2.2	1.1 ± 0.2
	$W_f = 8 \%$	70.6 ± 1.5	10.1 ± 1.5	24.6 ± 2.2	
	Change of colour coordinates	$+ 0.6 \pm 0.1$	$- 0.6 \pm 0.2$	$+ 0.7 \pm 0.1$	
$h = 60 \text{ mm}$	$W_{in} = 70 \%$	69.7 ± 2.2	10.2 ± 0.9	23.7 ± 1.6	1.2 ± 0.2
	$W_f = 8 \%$	70.4 ± 2.2	9.6 ± 0.8	24.3 ± 1.6	
	Change of colour coordinates	$+ 0.6 \pm 0.3$	$- 0.6 \pm 0.2$	$+ 0.8 \pm 0.3$	

Table 3. Evaluation of the quality of dried lumber

Quality characteristics	Sample	Thickness of lumber	
		$h = 40 \text{ mm}$	$h = 60 \text{ mm}$
Difference between average final moisture content and required moisture content	W_0	0.3%	0.4%
Fluctuation of the final moisture content	W_{f0}	1.0%	1.5%
Moisture gradient of lumber	ΔW	$0.8 \div 1.3 \%$	$0.6 \div 2.3 \%$

The normative heat consumption $Q_{TZN} = 514.46 \text{ kWh.m}^{-3}$ for drying of lumber with thickness $h = 40 \text{ mm}$ and normative heat consumption $Q_{TZN} = 557.62 \text{ kWh.m}^{-3}$ for drying of lumber with thickness $h = 60 \text{ mm}$ in medium-capacity timber drying chamber KWC 121, as has been established by Dzurenda and Deliiski (2012), are about 25 to 30% higher than current norms of consumption of heat for drying of beech timber with thicknesses given by regimes of Vzduchotechnika a.s.

Conclusions

Based on the performed studies, it can be stated, that the convective drying of beech lumber with thickness $h = 40 \text{ mm}$ and $h = 60 \text{ mm}$ from initial moisture content $W_{in} = 70\%$ to final moisture content $W_f = 8\%$ in chambers according to the suggested regimes with temperature range of the drying medium $t = 37 \div 65 \text{ }^\circ\text{C}$ causes no changes in the chromophoric structure of the wood and that beech wood maintains its natural white-yellow colour. The addition of the phase of conditioning – partial elimination of moisture gradient during the

drying process reflects positively on the spreading of moisture content along the section of beech lumber at the end of the drying, which enables the grading of this dried lumber into in the first quality class.

References

1. Bučko, J. (1995): Hydrolýzne procesy (Hydrolytical processes). Zvolen: TU Zvolen. 116.
2. CIE 1986. Colorimetry. 2nd Edition, CIE Pub. No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna, 74.
3. Cividini, R., Travan, L., Allegretti, O. (2007): White beech: a tricky problem in drying process. NARDI Srl, Italy, <http://www.ivalsa.cnr.it/ISCHP07/CividiniTravanAllegretti.pdf>.
4. Deliiski, N. (1991): Metod dla oceny stopni oblagorazivania bukovych pilomaterialov vo vremja ich proparki. (Approach for evaluation of the stage of ennoblement of beech lumber during steaming). In: Súčasné problémy a perspektivy

sušenia bukového reziva. Zvolen: ES-VŠLD, p. 37-44.

5. Deliiski, N. (2003): Modelirane i tehnologii za proparvane na drveny materiali v avtoklavi. (Modelling and technology for steaming wood materials in autoclaves). Dissertation for Dr.Sc., University of Forestry, Sofia, 358 p.

6. Drahoš, V., Viktorin, Z. (1975): Souhrn poznatku a výpočtových podkladu z výskumu sušení a sušáren řeziva. (Summary of knowledge and calculation basics from the research of drying and drying kilns). Praha: VÚD, 264.

7. Dzurenda, L., Deliiski, N. (2000): Analysis of moisture content changes in beech wood sleepers in the steaming process with saturated water steam. In: Wood research. 45: (4) 1-7,

8. Dzurenda, L., Deliiski, N. (2010): Tepelné procesy v technológiách spracovania dreva. (Thermic processes in wood processing technologies). Zvolen: TU Zvolen, 274.

9. Dzurenda, L., Deliiski, N. (2012): Convective drying of beech lumber without color changes of wood. In: Drvna industrija 63(2): 95-103.

10. Glijer, L. (1990): Zużycie energii w suszarce cyklicznego dzialania do tarcicy. (Use of the energy in the drying chambers). In: Przemysl drewny. 1990, roč. 41, č. 12, s. 18 – 20.

11. Kollmann, F., Cote, W.A. (1968): Principles of Wood Sciences and Technology, Vol. 1. Solid Wood, Springer Verlag: Berlin – Heidelberg - New York, 592 pp.

12. Pervan, S. (2000): Priručnik za tehničko sušenje drva. (Technical handbook for wood drying) Zagreb: Sand, 272.

13. Trebula, P. (1989): Hydrotermická úprava a ochrana dreva, část: Hydrotermická úprava dreva. (Hydro-thermic treatment and protection of wood, part: hydro-thermic treatment of wood). Zvolen: TU Zvolen, 301.

14. Trebula, P., Bučko, J. (1996): Vákuové sušenie dreva, technické, technologické a ekologické aspekty. (Vacuum drying of wood, technical, technological and ecological aspects). In: Vedecké štúdie 5/1996/B, Zvolen: TU Zvolen, 70.

15. Videlov, Ch. (2003): Sušene i toplotno obrabotvane na drvesinata. (Drying and heat treatment of wood) Sofia: Izdatelska kšča LTU, 335.

Prof. Ing. **Ladislav Dzurenda**, PhD. – Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia, dzurenda@vsld.tuzvo.sk; Prof. Dr. **Nencho Deliiski**, DrSc. – Faculty of Forest Industri, University of Forestry, Kliment Ohridski Bd. 10, 1756 Sofia. Bulgaria, deliiski@netbg.com

УДК 674.04

ВАКУУМНО-ОСЦИЛЛИРУЮЩАЯ СУШКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Ш.Р. Мухаметзянов, Р.Р. Сафин

Разработана установка для вакуумно-осциллирующей сушки с тепловым насосом. Проведены исследования по сушке пиломатериалов в осциллирующем режиме

Ключевые слова: вакуум-осциллирующая сушка, пиломатериал, установка

Vacuum-oscillating drying installation with heat pump is developed. The research of drying of wood material in oscillating mode has been carried out

Keywords: vacuum-oscillating drying, lumber, installation

Установка вакуумно-осциллирующей сушки и гидратации предназначена для ускоренной и щадящей переработки древесных и коллоидных материалов, а также для разделения многокомпонентных жидкостей [1-3]. В процессе обработки обеспечивается автоматическое поддержание заданного режима по температуре и вакууму.

Принцип работы основан на передачи тепловой энергии обрабатываемому телу с помощью

теплового насоса. Применение вакуума обеспечивает высокое качество продукта при одновременном снижении продолжительности процесса в 4-6 раз, приводит к снижению энергозатрат и позволяет отказаться от использования дорогостоящего пара, а также упрощает управление процессом.

Экспериментальная установка (рис. 1) работает следующим образом. Первоначально прове-

ряется работа всех отдельных частей сушильной установки. Исследуемые образцы древесины укладываются в камерах сушки в виде штабеля с прокладками. При этом с целью предотвращения интенсивного удаления влаги с торцов древесины последние закрашиваются быстросохнущей краской. Для замера температуры в центре образца, в него вводят одну из хромель-копелевых термопар, другая регистрирует температуру поверхности материала. Значения указанных температур автоматически регулируются. Далее камеры герметизируются с помощью крышек.

Включением нагревательной плиты с жидкостным теплоносителем 8 происходит нагрев образца в верхней камере. При необходимости включается плита с электрообогревом. Прогрев древесины продолжается до тех пор, пока температура внутри образца не достигнет заданного значения. При этом фиксируется время прогрева материала. После прогрева верхняя камера подвергается вакуумированию и выдержке до остывания пиломатериала. Во время вакуумирования верхней камеры нижняя камера подвергается нагреву, который после сменяется вакуумированием.

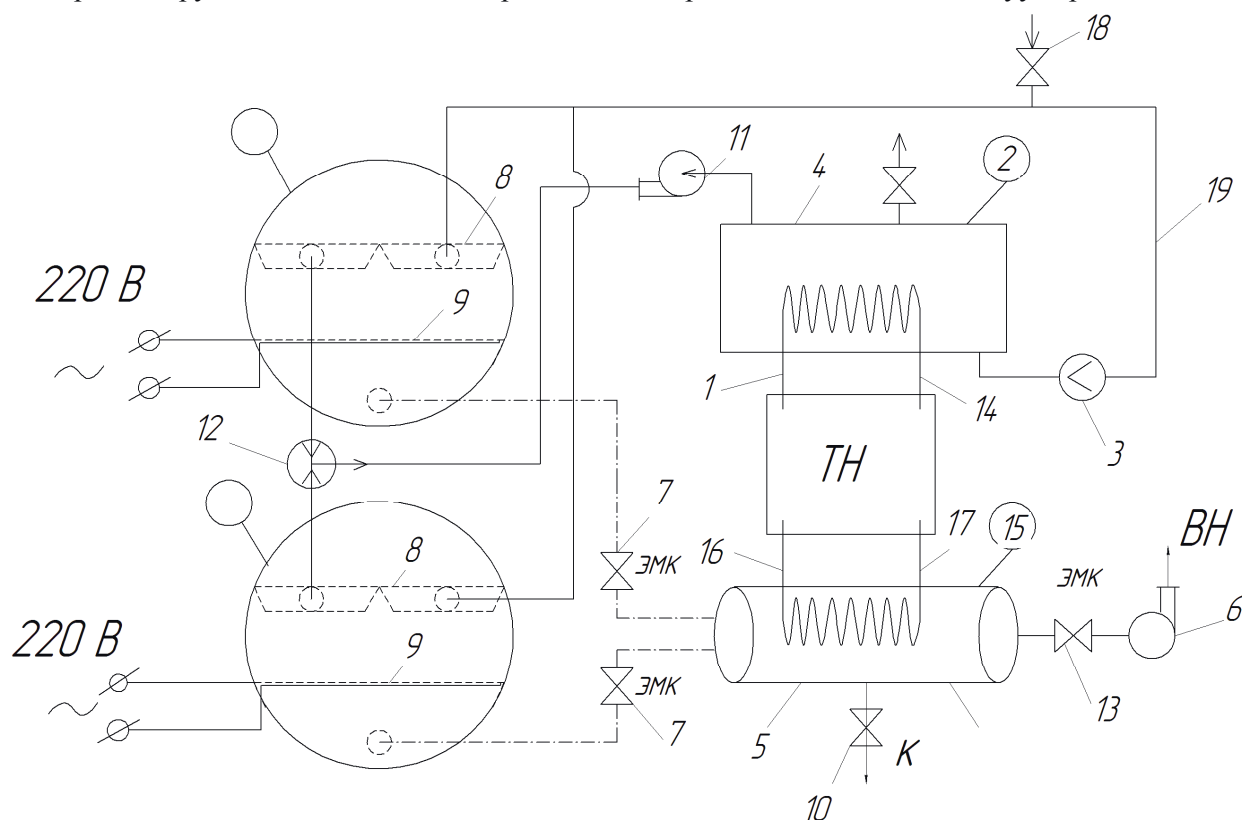


Рис. 1. Схема установки вакуум-осциллирующей сушки с тепловым насосом.

Вакуумно-осциллирующую сушку проводят до тех пор, пока влагосодержание пиломатериалов не достигнет заданного конечного значения (6%). После завершения процесса сушки древесины корпуса камер разгерметизируют.

Также установка обладает функцией программирования терморегулятора. 4-х разрядный цифровой индикатор в режиме РАБОТА отображает значение измеряемой величины, а в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ – значение программируемых параметров прибора.

С целью исследования процесса сушки были построены зависимости влажности от времени для серий режимов сушки в вакуум-осциллирующей установке (рис. 2).

Анализируя графики можно увидеть что в сериях с режимами осциллирующей сушки эффективными циклами являются с нагревом до 40 - 50 °С с последующим вакуумированием до 40 – 60 кПа. Значения влагосодержания падают до 18,6 – 19,3 % в течении 4 – 4,5 часов.

В серии по 12 часов наиболее эффективными показали себя режимы проходившие в постоянном разряжении, где влагосодержание в материале достигло минимального значения 4,8 %. Однако более резкий сьем влаги наблюдался в режиме со стационарным вакуумом, где нагрев происходил по 2 часа за цикл.

Проведенные экспериментальные исследования по вакуумно-осциллирующей сушке на установке указали на необходимость регулирова-

ния глубины вакуума при удалении связанной влаги, т.е. при влажности материала ниже предела гигроскопичности (30%). Это объясняется невозможностью кипения связанной влаги и, как следствие, отсутствием процесса молярного переноса влаги. Поэтому существенное понижение давления на этой стадии приводит к интенсивно-

му испарению влаги с поверхностных слоев, что при сушке толстых пиломатериалов вызывает большой перепад влажности по толщине и, как следствие, развитие внутренних напряжений выше допустимых пределов. С этой целью были построены зависимости величины влагосъема от времени и остаточного разрежения (рис. 3).

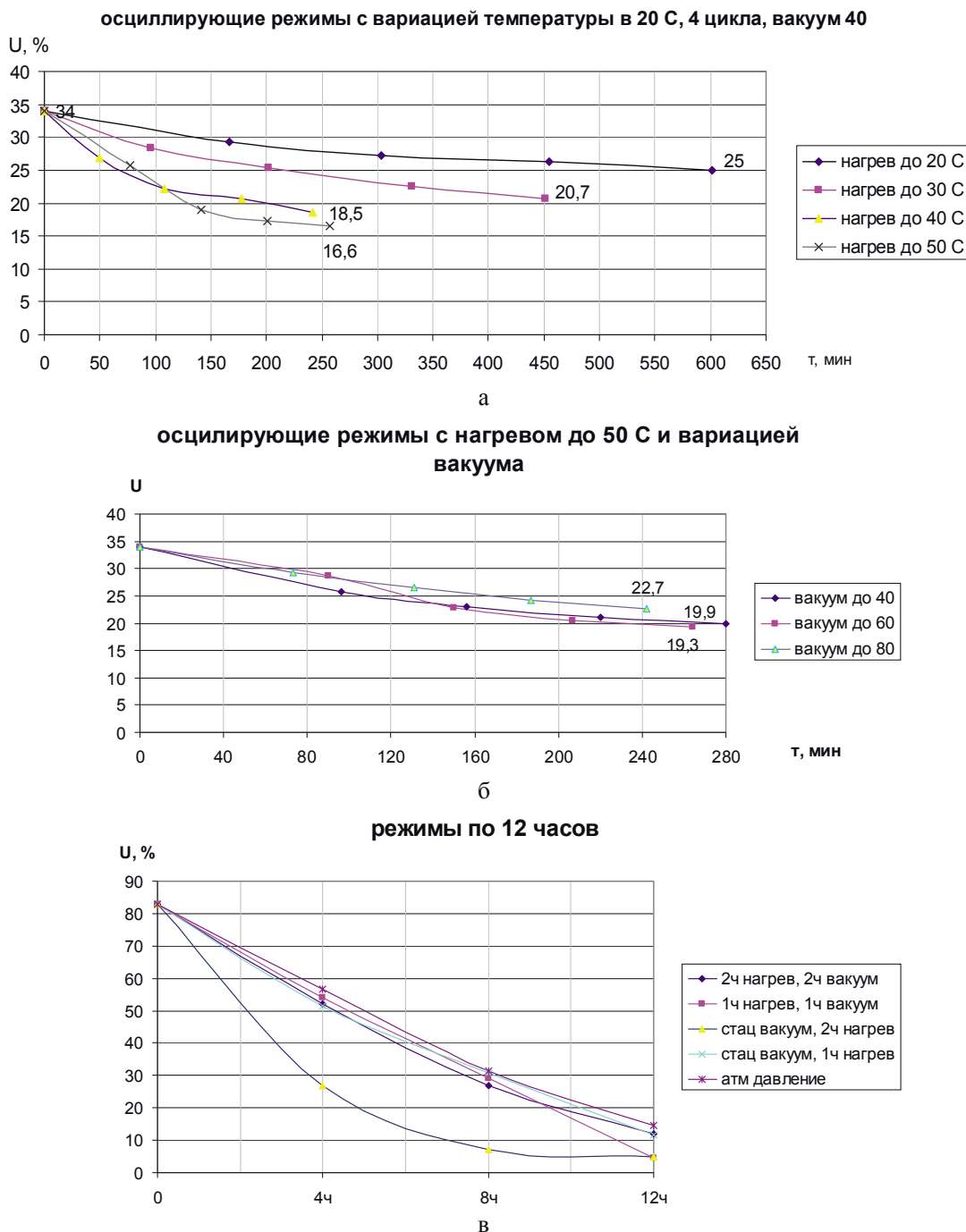


Рис. 2. Зависимости влажности от времени для серий режимов сушки в вакуум-осциллирующей установке: а – осциллирующие режимы с вариацией температуры в 20 С, вакуум – 40 кПа; б – осциллирующие режимы с нагревом до 50 С и вариацией вакуума; в – режимы сушки по 12 часов.

При снижении остаточного давления в аппарате влагосъем возрастает более чем в 2 раза в первом цикле. Это объясняется возникновением

значительных градиентов температуры и давления по сечению материала и, как следствие, увеличением плотности потока влаги к поверхности

тела. При достижении предела гигроскопичности влагосъем резко сокращается вследствие отсутствия в древесине свободной влаги.

Экспериментальные исследования позволили выявить наиболее эффективные режимы вакуумосциллирующей сушки с конденсационным оборудованием. Анализ полученных результатов показал, что наибольший влагосъем с сохранением качественных характеристик материала достигается при нагреве до 50 °С с последующим вакуумированием до 40 кПа.

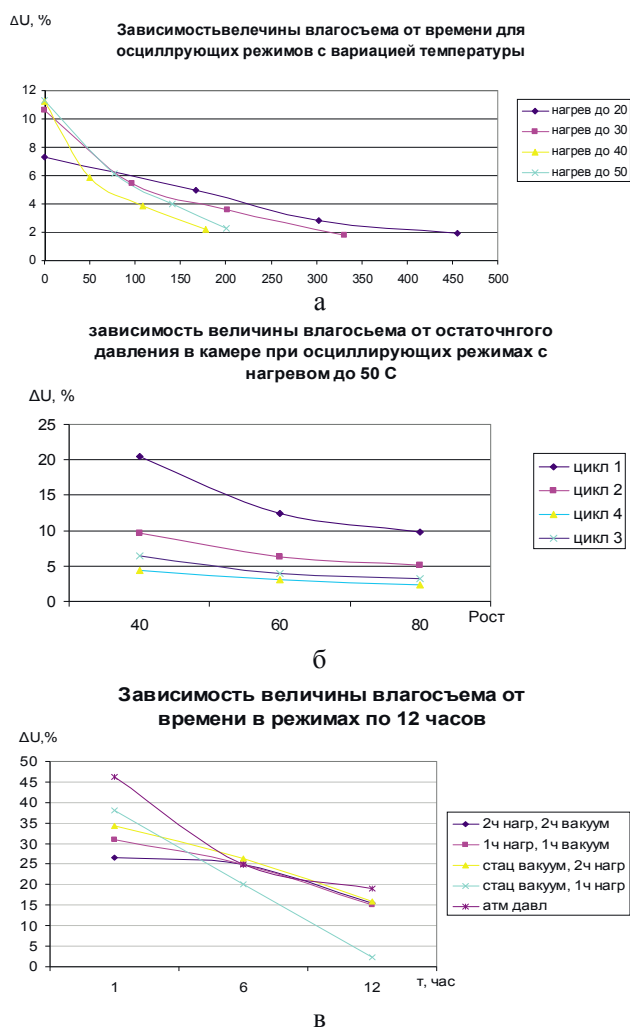


Рис. 3. Зависимости величины влагосъема от времени и остаточного разряжения: а – зависимость влагосъема от времени для осциллирующих режимов с вариацией температуры; б – зависимость влагосъема от остаточного разряжения в камере при осциллирующих режимах с нагревом до 50 °С; в – зависимость величины влагосъема от времени в режимах по 12 часов.

Исследование стадии вакуумирования показало, что величина влагосъема в первом периоде сушки зависит от остаточного давления в камере, в то время как во втором периоде скорость удаления влаги определяется процессами внутреннего теплопереноса. Поэтому, с целью предотвращения разрушения материала или его деформации, скорость понижения давления над поверхностью материала должна быть соразмерна со скоростью релаксации давления в зоне испарения. Продолжительность стадии вакуумирования должна лимитироваться определенной величиной градиента температуры по толщине образца, до которой выдерживается материал при пониженном давлении.

Данная работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Р.Г. Сафин, Перспективы развития лесопромышленного комплекса республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ / Р.Г. Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. №3. С. 22-27.
2. Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Галяветдинов Н.Р., Валиев Ф.Г., Экспериментальные исследования осциллирующей сушки древесины в гидрофильных жидкостях / Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2008 г. – Т. 51. Вып. 12. – С. 104-106. /
3. Сафин Р.Р., Сафин Р.Г., Юнусов Л.Р., Ахметова Д.А., Вакуумно-кондуктивная сушка капиллярнопористых коллоидных материалов с периодическим подводом тепловой энергии / Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2007 г. – Т. 50. Вып. 11. – С. 88-89.

УДК 674.049

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ

Е.А. Белякова, Р.Р. Сафин, Т.А. Бодылевская

В статье предложена методика классификации термомодифицированной древесины с помощью цветовой гаммы, введено понятие степень термомодифицирования и способ ее определения, представлены зависимости степени термомодифицирования от времени и температуры обработки.

Ключевые слова: древесина, степень термомодифицирования, классификация.

The paper proposes a method of classifying thermo modified wood with color, the concept of the degree thermal modification and method of its determination, are presented according to the degree thermal modification on time and temperature of treatment.

Keywords: wood, degree thermal modification, classification

Термомодифицирование древесины направлено улучшить многие эксплуатационные свойства древесины, однако отсутствует четкая система, определяющая зависимость изменения физико-механических свойств материала, в том числе и его цветовых характеристик, от тепловой обработки при температуре от 180 °С до 240 °С, что в свою очередь объясняется отсутствием единых стандартов и норм в этой области. Поэтому актуальным является исследование изменения физико-механических и химических свойств древесины в ходе термообработки, определение зависимости получаемых свойств материала от параметров технологического процесса, определение рациональных режимных параметров термомодифицирования для получения древесины заданного качества и определенного цветового решения.

На сегодняшний день в России отсутствуют стандарты на древесину, модифицированную без применения химических веществ.

Классификация термодревесины согласно финскому стандарту EN 335 – 1 [1, 2] выделяет три класса термообработки:

Класс 1. Температура обработки – 190-210⁰С, главным образом происходит изменение цвета древесины, которую можно использовать как необработанное дерево в условиях, где равновесное влагосодержание постоянно и менее 18 %.

Класс 2. Температура обработки – 210-230⁰С, получаемое термодерево может использоваться в садово-парковых конструкциях, при изготовлении кухонной мебели, паркета, оконных и дверных блоков за счет новых приобре-

тенных свойств – повышенная устойчивость к гниению, формоустойчивость.

Класс 3. Температура обработки выше 230⁰С, древесина приобретает размеростабильность, низкое влагопоглощение, равномерный темный цвет. Применяется в садово-парковых конструкциях, при изготовлении кухонной мебели, паркета, оконных и дверных блоков, наружной отделке стен и т.д.

Классификация термодревесины согласно другому финскому стандарту EN 113 [1, 2] выделяет только два класса термообработки:

Класс «Thermo S». Литера «S» означает «стабильность». Среднее значение усушки и разбухания для древесины, прошедшей обработку класса «Thermo S», составляет 6 - 8%, материал становится стойким к гниению и применяется - мягкие породы - в строительных комплектах, в сухих условиях для отделки, при изготовлении мебели, саун, дверей и окон, твердые породы – в отделке, для производства мебели, напольных покрытий, принадлежностей для сауны, садовой мебели.

Класс «Thermo D». Литера «D» в данном термине означает «долговечность». Наряду с внешним видом долговечность является важным эксплуатационным свойством термодревесины. Среднее значение усушки и разбухания древесины, прошедшей обработку класса «Thermo D», составляет 5 - 6%, материал становится высокостойким к гниению и применяется - мягкие породы - в наружной облицовке, в производстве наружных дверей, жалюзи, садовой мебели, в отделке для саун и бань, напольных покрытий, твердые породы применяются

аналогично древесине класса «Thermo S», но имеют более темный цвет.

Согласно финским стандартам EN 335 – 1 и EN 113 можно определить возможную область применения и условия эксплуатации термодревесины, полученной при различных температурных режимах. При этом данные стандарты не дают конкретных значений физико-механических свойств и цветовых характеристик получаемого материала, не учитывают продолжительность процесса термомодифицирования, и как следствие требуют существенной доработки.

При термомодифицировании древесины наблюдается сложный процесс, протекающий внутри пиломатериала и сопровождаемый изменением его цвета по всей толщине. Данное явление обусловлено тем, что одновременно протекают реакции деструкции гемицеллюлоз, целлюлоз и лигнина, а образующиеся при этом продукты (реактивные компоненты) вступают в разнообразные вторичные реакции, поэтому данный процесс можно рассматривать как химическое превращение, при котором одни вещества превращаются в другие, отличающиеся от исходных своим составом и свойствами.

Данное явление значительно усложняет изучение влияния режимных параметров процесса термомодифицирования на физико-механические и эксплуатационные свойства получаемой продукции, и как следствие определение рациональных режимов термообработки древесины при высоких температурах.

Любая химическая реакция характеризуется важным показателем – скоростью, определяющей изменение концентрации одного из реагирующих веществ в единицу времени. При этом вещества, участвующие в реакции, связаны между собой и по изменению концентрации одного из веществ можно судить о соответствующих изменениях концентраций всех остальных. Важно, что скорость химической реакции или истинная скорость может быть определена лишь для определенного промежутка времени, а также что изменение скорости реакции напрямую зависит от изменения температуры, при которой она протекает.

В работе французского ученого V.Repellin рассматривается гипотеза о взаимосвязи изменения массы термомодифицируемой древесины и изменения ее цветовых характеристик [3].

Для количественной оценки колера термодревесины V.Repellin и многие другие исследователи (Robert Stingl, Roman Smutny, Martin

Treberspurg, Alfred Teischinger) использует модель *CIE LAB*. В основу данной модели положено человеческое представление о цвете. В модели *CIE Lab* значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность). Светлота задана координатой *L* (изменяется от 0 до 100, то есть от самого темного до самого светлого), хроматическая составляющая — двумя декартовыми координатами *a* и *b*. Первая обозначает положение цвета в диапазоне от зеленого до пурпурного, вторая — от синего до желтого [4, 5, 6].

В ходе своих исследований V.Repellin не удалось установить функциональную зависимость между изменением массы древесного вещества Δm и изменением цвета термодревесины ΔE^* , но он установил явную связь между этими параметрами. Это позволяет обозначить задачу по определению степени термомодифицирования пиломатериала и влияющих на нее факторов.

Другим ученым Ненчо Делийски введено понятие интегральной площади облагораживания S_{oi} ($\cdot 10^6 K \cdot s$), определяемое согласно уравнению

$$S_{oi} = \int_0^{\tau} [T_{wi}(\tau) - T_{woi}] \cdot d\tau, \quad (1)$$

где *i* – номер точки сортимента; T_{wi} – температура в *i*-ой точке сортимента, К; T_{woi} – температура при которой начинается процесс облагораживания древесины, К; τ – время, с.

Согласно данной методике тепловая обработка продолжается до достижения определенного значения площадей S_{oi} , соответствующих требуемому изменению окраски древесины. Недостатком предлагаемой степени термомодифицирования пиломатериала является то, что не учитывается порода древесины. Это позволяет обозначить задачу по определению степени термомодифицирования древесины и определению зависимости данного параметра от времени и температуры термомодифицирования.

В ходе экспериментальных исследований процесса термомодифицирования древесины в жидкостях было установлено, что скорость изменения массы образца и скорость изменения цветового решения того же образца (рис. 1) имеют схожие зависимости от режимных параметров процесса (T (К) и τ (час)).

Анализируя представленные данные можно предположить, что изменения массы и цветового решения термомодифицированных образцов древесины происходят в результате одного химического процесса, протекающего в материале

под воздействием температуры. Это позволяет сделать вывод о возможности применения показателя степени серости для описания явления изменения цветовой характеристики образца древесины в процессе термомодифицирования.

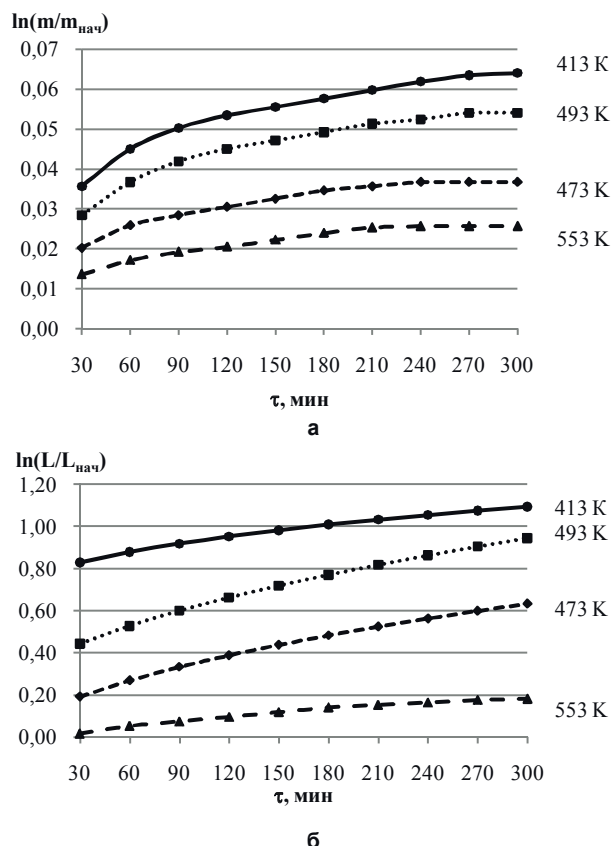


Рис. 1. Скорость изменения массы (а) древесины и цветового решения (б) в зависимости от времени термомодифицирования

Для унифицирования значений цветовых решений термомодифицированных образцов был использован цветовой режим, в котором изображения описываются с использованием 256 оттенков серого (L). Каждый цвет определяется как значение от 0 до 255, где 0 – самый темный оттенок (черный), а 255 – самый светлый оттенок (белый).

По результатам исследований процесса мориения пиломатериалов термомодифицированием в жидкости были получены зависимости кодов (L) цветовых решений древесины от режимов обработки, представленные в таблице 2.

Далее полученные значения оттенков серого (L) для термомодифицированных образцов были преобразованы в безразмерную величину (система координат от 0 до 1) – степень термомодифицирования древесины – по следующему уравнению

$$L = \frac{L_0 - L_n}{L_0 - L_y} \quad (2)$$

где L – преобразованное значение цветового решения; L_n – значение цветового решения образца древесины, термомодифицированного при различных режимах обработки; L_y – значение цветового решения угля; L_0 – значение цветового решения древесины, высушенной при температуре 373 К.

Таблица 2. Степень серости термомодифицированной древесины

Температура обработки, К	Степень серости, L (%)								
	Продолжительность обработки, час								
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
	Дуб			Береза			Сосна		
453	149	140	135	173	166	160	165	151	140
473	118	102	89	128	109	100	125	103	86
493	96	78	63	104	80	68	106	77	60
513	83	63	41	80	65	50	90	61	39
356	182			199			214		

В процессе термомодифицирования основные экстрактивные вещества, определяющие цвет древесины (таниды, красители, камеди, моносахариды, гликозиды) вступают в реакцию с уксусной кислотой, в результате чего происходит потемнение материала на молекулярном уровне. Соотношение экстрактивных веществ и пентозанов (основной компонент, образующий уксусную кислоту) в значительной степени определяет скорость изменения степени термомодифицирования древесины (рис. 2).

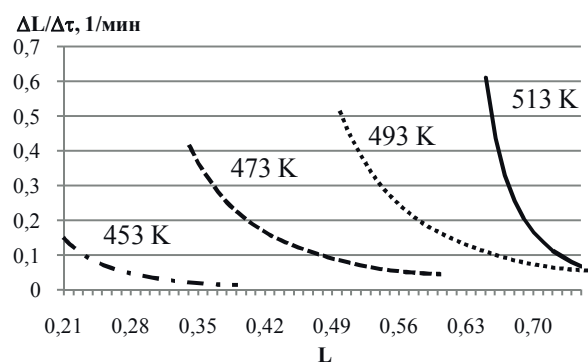


Рис. 2. Скорость изменения степени термомодифицирования древесины дуба

Анализ представленных данных подтверждает, что скорость термомодифицирования зависит от температуры обработки и имеет наибольшие значения в начале процесса, когда соотношение экстрактивных веществ и пентозанов максимальное. Полученные данные также позволили определить графические зависимости (рис. 3) продолжительности стадии термомодифицирования от требуемой степени термомодифи-

цирования, по результатам которых можно сделать вывод, что для каждой степени существует несколько вариантов режима обработки. При этом, например, для высокой степени термомодифицирования температурный диапазон составит от 493K до 513K, а при более низких температурах данная степень термообработки будет

достигнута при продолжительности процесса, начиная от 7 часов и выше. Полученная диаграмма позволяет сократить вычисления режимов процесса термомодифицирования путем сокращения нерациональных вариантов, требующих значительной продолжительности процесса.

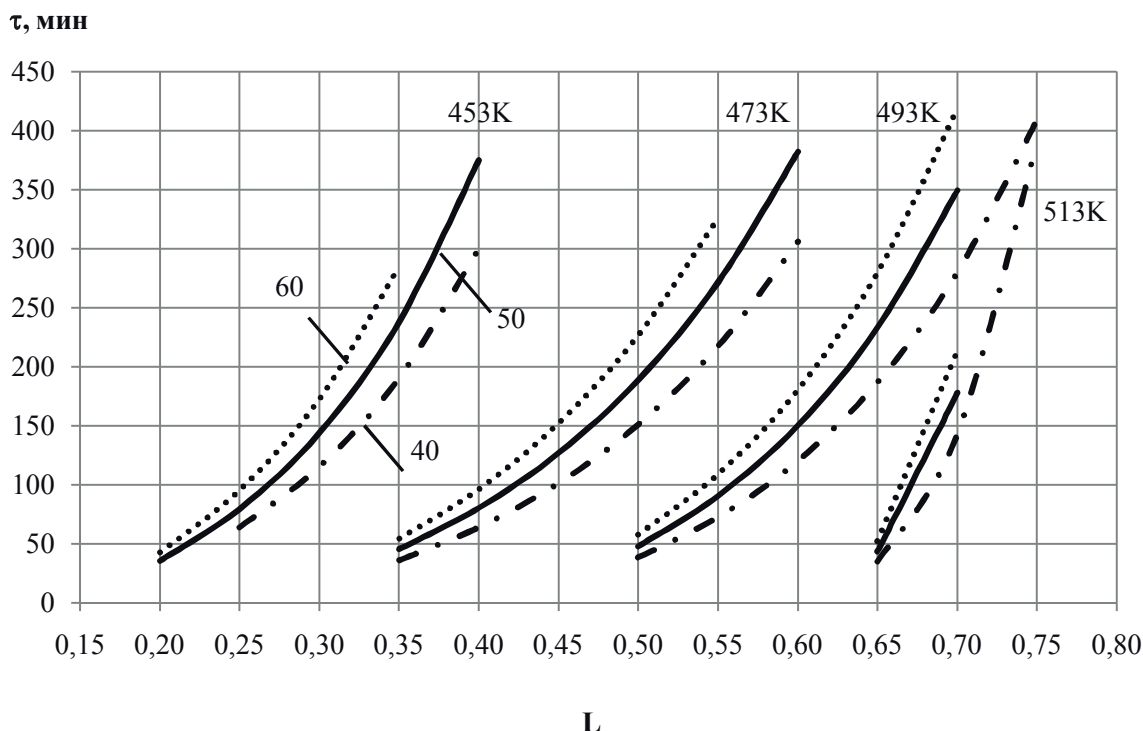


Рис. 3. Степень термомодифицирования древесины дуба

Сопоставительный анализ предложенной классификации термодревесины (путем задания степени термомодифицирования через изменение цветовой гаммы) с финским стандартом EN 335 - 1 представлен в табл. 3 и на рис. 4. и подтверждает, что принятые в Финляндии стандарты имеют существенные недоработки, они

учитывают только температуру обработки, в то время как продолжительность процесса также существенно влияет на изменение химических и физико-механических свойств древесины; кроме того данный стандарт не дает количественной оценки цветовым характеристикам термодревеси.

Таблица 3. Степень термомодифицирования L для древесины дуба

EN 335-1-2006	Температура термомодифицирования	Степень термомодифицирования L			
		1 час	2 часа	4 часа	6 часов
1 класс	>190°C (463K)	0,35	0,36	0,38	0,4
	<210°C (483K)	0,44	0,5	0,55	0,61
2 класс	<210°C (483K)	0,45	0,51	0,56	0,62
	>230°C (503K)	0,58	0,62	0,65	0,68
3 класс	<230°C (503K)	0,59	0,63	0,66	0,69
	>240°C (513K)	0,71	0,72	0,73	0,74

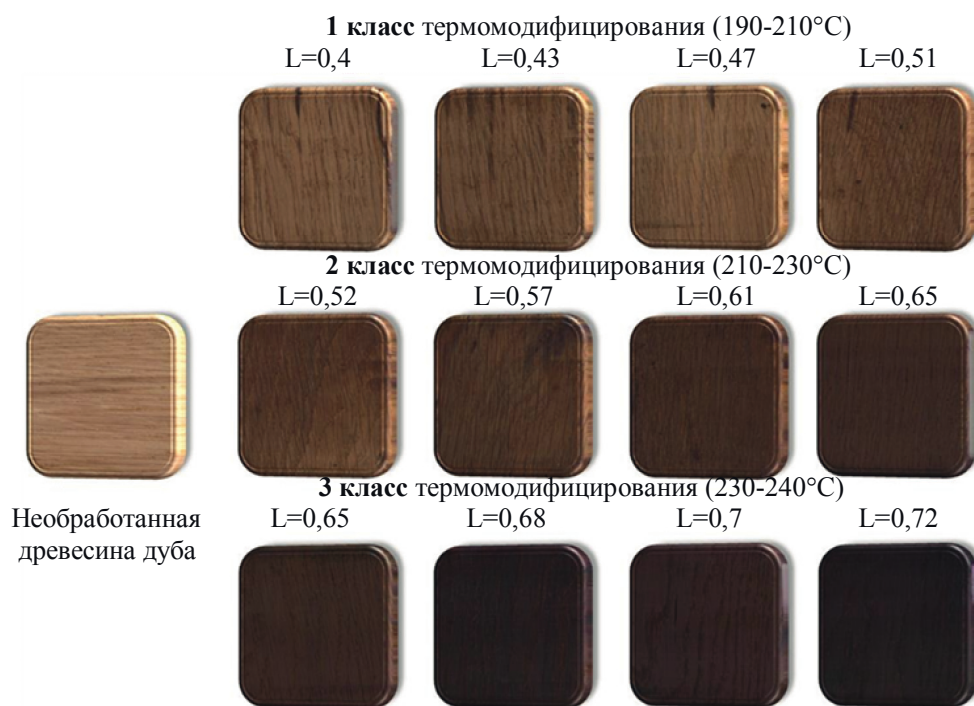


Рис. 4. Внешний вид дубовых образцов в зависимости от класса термомодифицирования

На основании полученных данных по степени термомодифицирования древесины дуба были получены уравнения, описывающие зависимость степени термообработки древесины от режимных параметров (T , K и τ , час) и, напротив, зависимость продолжительности τ обработки от требуемой степени обработки термомодифицирования $L_{\text{дуб}}$.

$$L_{\text{дуб}} = 0,05 * \ln(\tau * \frac{2}{s}) * \ln(T) - 0,358 * \ln(T) - 0,19 * \ln(\tau * \frac{2}{s}) + 0,965 \quad (3)$$

$$\tau_{\text{дуб}} = \left(120 * e^{\frac{L - 0,035 - 0,358 * \ln(T)}{0,19 - 0,05 * \ln(T)}} - 60 \right) * \frac{s}{2} \quad (4)$$

Таким образом, предложенная методика классификации термодревесины с помощью цветовой гаммы позволила количественно выразить степень термомодифицирования и разработать инженерную методику расчета режимных параметров процесса термообработки, а также физико-механических характеристик получаемой термодревесины с заданным цветовым решением. На практике целесообразно определять рациональные режимные параметры процесса термообработки исходя из заданной степени термомодифицирования и условий эксплуатации пиломатериала.

Список литературы

1. Mayes D., Oksanen O. (2002): Thermo-Wood® Handbook. Stora Enso Timber, Finnforest, 52 s.
2. Militz H. (2002) Thermal treatment of wood: European processes and their background. International Research Group on Wood Protection. IRG/WP 02-40241 Militz H (2002)
3. Welzbacher CR, Rapp AO (2007) Durability of thermally modified timber from industrial-scale processes in different use classes: results from laboratory and field tests. Wood Mater Sci Eng 2(1):4- 14.
4. Прокопенко В. Т., Трофимов В. А., Шарок Л.П. Психология зрительного восприятия/ Учебное пособие.- СПб: СПбГУИТМО, 2006. – 73с.
5. Bekhta P., Niemz P. (2003): Effect of high temperature on the changes in colour, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. Holzforsch, 57, (5), s. 539-546.
6. Judd D., Wyszecki G. Color in business, science and industry, New York, 1975, 592.

УДК 684.4.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВНЕШНЕГО МАССООБМЕНА В ВИБРОКИПАЮЩЕМ СЛОЕ

А.М. Горбунова, Б.Г. Сапожников

Представлены результаты экспериментального исследования о влиянии размеров тел, занимающих фиксированное положение в слое, и частиц дисперсного материала на внешний массообмен в виброкипящем слое.

Ключевые слова: внешний массообмен, дисперсный материал, вибрация

The results of experiment investigations about influence of fixed objects and disperse material particles sizes on external mass transfer in vibrofluidised bed are presented.

Keywords: external mass transfer, disperse material, vibration.

Применение виброкипящего слоя позволяет значительно интенсифицировать все процессы переноса, в том числе и внешний массообмен, как для свободно плавающих тел, так и занимающих фиксированное положение в слое, некоторые сведения о котором приведены в работах [1, 2].

Ниже приводятся дополнительные экспериментальные данные о влиянии размеров тел, занимающих фиксированное положение в слое, и частиц дисперсного материала на внешний массообмен, знание которых позволит выбрать оптимальные режимы для проведения технологических процессов, а следовательно, и для сокращения энергозатрат на выпуск готовой продукции.

Исследования проводились в аппарате квадратного сечения 100×100 мм и высотой 160 мм, который жестко крепился к столу вибростенда. Параметры вертикально направленной вибрации составляли: частота $f = 35 \div 55$ Гц, амплитуда $A = 0,4 \div 1,4$ мм, высота неподвижной засыпки $H_0 = 60$ и 120 мм. В качестве модельного использовался процесс испарения (возгонки) сферических тел диаметром $\varnothing 12$ -14 и 22-24 мм, выполненных из нафталина и расположенных в середине слоя, состоящего из частиц корунда узких фракций диаметром $d_T = 0,12, 0,25, 0,4, 0,63$ и 1,25 мм.

Для характеристики внешнего массообмена применялся коэффициент массоотдачи β , который рассчитывался по известному уравнению [1, 2], аналогу уравнения Ньютона–Рихмана для теплоотдачи. Для интенсификации процесса применялся подогрев слоя до $t_{сл} = 60$ °С. Среднеквадратичная погрешность определения коэффициентов массоотдачи не превышала ± 8 %.

О влиянии размера тел можно судить по данным, приведенным на рис. 1. На рисунке видно, что при $H_0 = 60$ мм в слое частиц $d_T = 0,12$ мм (рис. 1,а) для тела большего размера коэффициенты массоотдачи выше (кривая 1' располагается над кривой 1), в слое частиц 0,25 мм для обоих тел коэффициенты β практически выравниваются (рис. 1,б), а в слое крупных (рис. 1,в) – картина обратная: коэффициенты массоотдачи больше для тела меньшего размера (кривые 3 и 3'). В слое высотой 120 мм для всех частиц интенсивность массоотдачи была выше для тел меньшего размера.

Обнаруженная закономерность наряду с механизмами переноса, действующими в виброкипящем слое, такими как пульсации газовой среды, интенсивное хаотическое движение частиц и их групп, обусловлена особенностями обтекания фиксированных тел виброкипящим слоем. Установлено [3], что вследствие вибрации такого тела с амплитудой и частотой вынужденных колебаний вокруг него образуется менее плотная зона, величина и форма которой зависят от параметров вибрации, размера частиц слоя и самого тела. Оказывает влияние и высота слоя, причем для слоев высотой меньше 100 мм силовые импульсы от вибрирующего дна передаются практически мгновенно.

Для крупных частиц [3] пограничная зона образуется в основном на верхней и нижней частях тела и практически свободна от частиц. С уменьшением размера частиц появляется пограничная зона на боковых участках с активным движением дисперсной среды, что приводит к дополнительной интенсификации процессов переноса, в том числе и массообмена. Все это в совокупности и приводит к описанному выше характеру влияния размера тел.

Прежде всего, увеличение размера тела приводит к соответствующему росту толщины пограничной зоны, отсюда и снижение интенсивности массоотдачи. Наблюдаемые особенно-

сти в характере влияния размера тела при $d_T \leq 0,25$ мм и $H_0 = 60$ мм (рис.1, а и б) связаны с меньшей скоростью газовых струй из-за низкой газопроницаемости таких материалов.

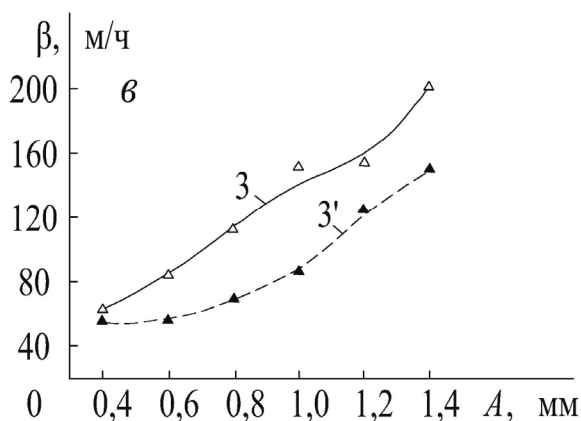
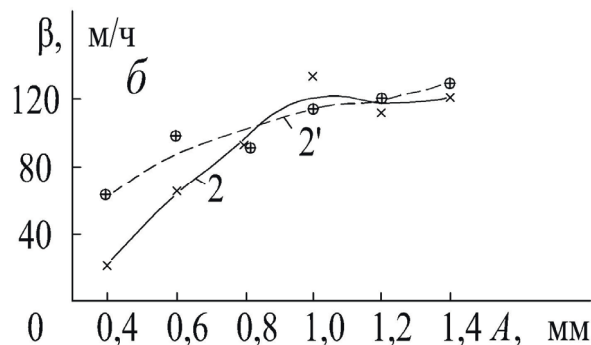
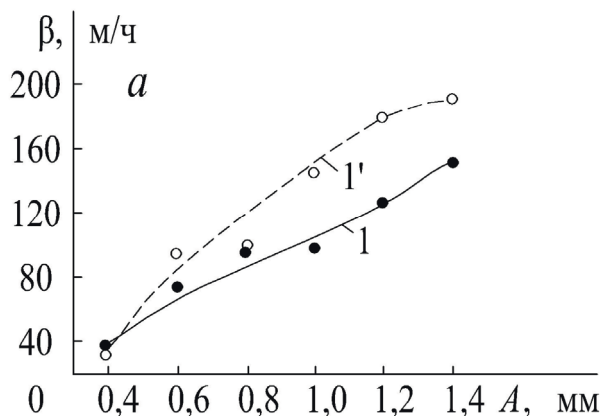


Рисунок 1. Влияние размера шара ДШ на зависимость коэффициента массоотдачи β от амплитуды вибрации A при $H_0 = 60$ мм, $f = 40$ Гц, корунд; а – $d_T = 0,12$ мм; б – $0,25$; в – $0,63$; 1-3 – ДШ = 14 мм; 1'-3' – ДШ = 24 мм.

О влиянии размера частиц на массоотдачу можно проследить на рис.2, а-в, построенных при $A = \text{const}$ и $f = \text{var}$.

Главной особенностью приведенных результатов является немонотонный характер изменения коэффициентов массоотдачи с минимумом в слое частиц $d_T = 0,25$ мм при достаточно высоких параметрах вибрации, с достижением максимума при $d_T = 0,63$ мм и последующим снижением при $d_T = 1,25$ мм.

Очевидно, что перечисленные выше факторы, в том числе и связанные с пограничной зоной, действуют и в приведенной интерпретации опытных данных. Вместе с тем большую роль в массообмене играет движение самих частиц и

их групп, которые увлекают и переносят с собой свежие порции газовой среды, способствуя интенсивному массообмену как в самом слое, так и вблизи поверхности тела (эффект присоединенной массы), причем масса этих порций пропорциональна размеру частиц и конгломератов из них. Поэтому вначале с увеличением размера частиц после некоторого снижения коэффициентов β (рис. 2, а, кривые 2-5; б, кривые 1, 4, 5; в, кривые 1-5) наблюдается их возрастание с максимумом при $d_T = 0,63$ мм, достигаемым для всех режимов. Но в дальнейшем с ростом размера частиц их число в единице объема слоя сокращается, что и приводит к уменьшению коэффициентов β .

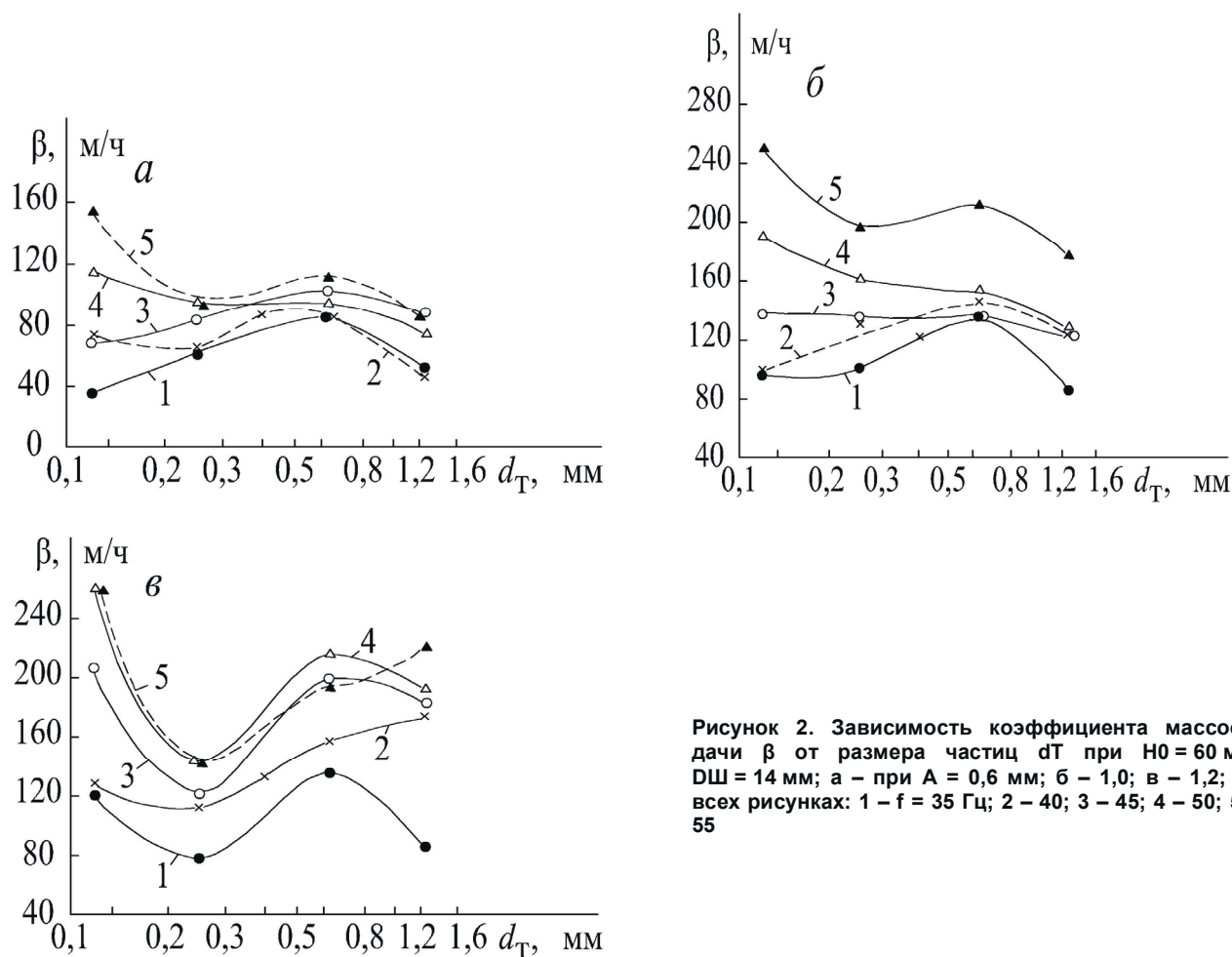


Рисунок 2. Зависимость коэффициента массоотдачи β от размера частиц d_T при $H_0 = 60$ мм, $D_{Ш} = 14$ мм; а – при $A = 0,6$ мм; б – $1,0$; в – $1,2$; на всех рисунках: 1 – $f = 35$ Гц; 2 – 40 ; 3 – 45 ; 4 – 50 ; 5 – 55

В заключение можно констатировать, что процессы внешнего массообмена протекают сравнительно интенсивно во всем исследованном интервале изменения размера частиц от 0,12 до 1,25 мм.

Список литературы

1. Сивкова А.М. (Горбунова А.М.) Исследование внешнего массообмена (массоотдачи) от свободно плавающих тел в виброкипящем слое инертного материала /А.М. Сивкова (А.М. Горбунова), Б.Г. Сапожников. // Изв. ву-

зов. Проблемы энергетики. – 2012. – № 3-4. – С.149-151.

2. Сапожников Б.Г., Горбунова А.М. Интенсификация процессов массоотдачи в аппаратах с использованием виброкипящего слоя /Б.Г. Сапожников, А.М. Горбунова. // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 11-13.

3. Косенко Г.Д., Решетников Е.Г., Сапожников Б.Г., Сыромятников Н.И. Обтекание одиночных горизонтальных труб и пучков труб вибропсевдооживленной дисперсной средой // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. – 1979. – № 1. – С. 161-165.

А.М. Горбунова – асс. каф. Теоретической теплотехники Уральского федерального университета, anessa.86@mail.ru; Б.Г. Сапожников – д.т.н., проф. каф. Теоретической теплотехники Уральского федерального университета.

УДК 674.059

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION FOR DIFFERENT WOOD SPECIES AND WOODWORKING OPERATIONS

Lajos Reisz, Endre Magoss

In recent decades, wood cutting parameters changed significantly. The aim of most of the developments was to achieve better surface quality and increased productivity. The new tools and modified cutting parameters deeply affected the size distribution of wood dust and chips. We examined the alteration of the size distribution of the wood particles. Our results show that the proportion of the fine dust is increased. This increases the health risks of the workers. Therefore the importance of designing the proper extraction system and choosing an effective filter unit is significantly increased.

Keywords: wood processing; cutting directions; size distribution

В последние десятилетия параметры процесса резания древесины существенно изменились. Целью совершенствования оборудования было достижение лучшего качества поверхности и повышение производительности. Новых инструментов и изменение параметров резки, что повлияло на уменьшение размеров древесной пыли и стружки. Мы исследовали изменение размеров древесных частиц. Результаты показали, что количество мелкой пыли увеличивается, Это увеличивает риски для здоровья рабочих. Поэтому важно разработать эффективные системы очистки.

Ключевые слова: деревообработка; направления резки, сортировка по размерам

Introduction

Poor air quality has adverse effects on human health, particularly respiratory and cardiovascular systems. These effects are often first noticed as wheezing, coughing, shortness of breath and a worsening of existing respiratory and cardiac conditions, particularly to sensitive portions of the population, including the very young, old or those with existing medical conditions, such as asthma. Industry can be required to minimize emissions through licensing and regulation as well as by the use of pollution control devices, which remove pollutants by filtration. The most effective way of reducing dust exposure is to reduce the emission of dust at the source. The optimization of the chip thickness should be very important for decreasing of workers exposure [1].

Proper dust collection and air filtration is important in any work space, particularly by milling MDF. The milling MDF generated 30 times and 8 times more airborne dust compared to solid pine and particle board, respectively [2]. Repeated exposure to wood dust can cause chronic bronchitis, emphysema, "flu-like" symptoms, and cancer. Wood dust also frequently contains chemicals and fungi, which can become airborne and lodge deeply in the lungs, causing illness and damage.

Wood dust could become explosive material under special conditions. We must recognize and prevent the dangerous situations.

The energy consumption of the wood dust extraction systems is relatively high therefore the decreasing the energy consumption is a very important task in the wood industry.

Occupational exposure to wood dust in EU countries [3]

- About 3 million exposed workers (2% of the employed)
- About 1.5 million exposed to low levels ($<0.5 \text{ mg/m}^3$)
- About 0.2 million exposed to high levels ($>5 \text{ mg/m}^3$), esp. in furniture industry

The 2004/37/EC (1999/38/EC) EU Directive gives a limit value of 5 mg/m^3 (inhalable fraction) for occupational exposure to hardwood dust. However, it seems evident that to protect woodworkers from effects on respiratory health, a lower limit value is needed. It appears very well documented in the scientific literature that exposure to wood dust at levels below 5 mg/m^3 , including 1 mg/m^3 and lower, is causing Sino-nasal as well as pulmonary symptoms.

Dust explosion

Wood dust is considered to be explosive if ignition of part of a cloud of wood dust results in the propagation of flame through the rest of the cloud.

The following three conditions must be satisfied for a dust explosion:

A cloud of combustible substances with a particle size of <0.5 mm. The concentration of this dust cloud must be between the lower explosion limit (LEL) and the upper explosion limit (UEL).

- The LEL for many wood dusts, for example is between 30 and 60 g/m³, the UEL is 2 to 6 kg/m³.

- A sufficient amount of air oxygen.
- A suitable ignition source, e.g. an electrical spark which may occur when pulling a plug out of a socket or a hot surface (e.g. 300°C to 400°C).

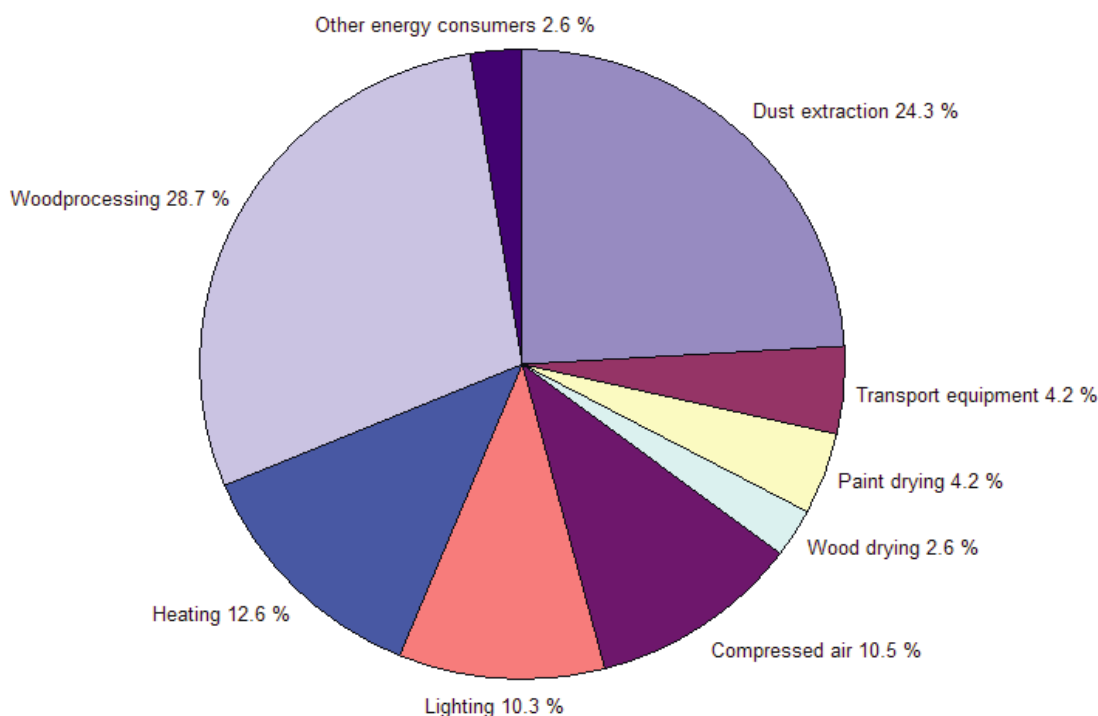


Figure 1. Electric energy consumption of the German Wood Industry in 1999 [4,5]

Energy consumption in the wood industry

The energy requirement of the extraction system is high. The share of the electric energy consumption of the dust extraction and the share of the electric energy consumption of the wood processing are almost the same.

Materials and methods

In order to determine the dust distribution the methods of sieve analyse was used. Dust samples of different wood species were collected using different woodworking machines with longitudinal and cross-cut. A mobile dust collector with sack was used to collect the samples. In all cases sharp tools were used and the operational parameters such as cutting speed, feed speed, tooth bite and the depth of cut were set and registered. Wood species characteristics and the applied woodworking machines with the operational parameters are given in Table 1 and 2 respectively.

The moisture content of the samples was measured using a GANN LAUBER Hydromette

HT65 wood moisture meter. The volume density of the samples was determined as the ratio of the samples mass and its volume.

Table 1. Wood species characteristics

Wood species	Density, kg/m ³	Moisture content, %	Thickness, mm
Pine	753	16,2	50
Beech	722	14,7	50
Oak	648	12,6	50

Due to the strong anisotropy of wood materials, it seemed to be important to investigate the dust size distribution making cuts in different directions in relation to grain directions. Therefore in the case of sawing machines, longitudinal cut and cross-cut were used and compared to each other.

In order to separate the bulk dust sample in to fractions a Fritsch Analysette 3 PRO sieve column was used with mechanical shaker mechanism (Fig. 2). The standard mesh size of the subsequent sieves are: 2.5 mm, 2 mm, 1.6 mm, 1 mm, 0.8 mm, 0.5 mm, 0.4 mm, 0.315 mm, 0.2 mm, 0.125 mm,

0.08 mm, 0.063 mm and the dummy receiver for particles less than 0.063 mm. The time of sieving was 10 minutes with 1.5 mm amplitudes. For all dust samples 7 repeated measurements were carried out to ensure reliable results. For weighing the screen residue a Precisa 3100D analytic scales was used. The smallest mesh size is 0.063 mm. In order

to determine the particle distribution of the fine fraction passing the smallest mesh size a laser particle measuring unit (MALVERN Mastersize 2000) was used. The fine wood particles are inclined to conglomeration therefore the optimum setting of the operational parameters was essential to ensure correct measurement.

Table 2. Wood working parameters of used machines

Paraméterek	Circular saw	Band saw	Shaper	Thicker
Rotation speed [1/min]	3755	720	4700	4600
Power [kW]	2,2	2,2	5,5	7,5
Band wheel diameter [mm]	-	700	-	-
Tool diameter [mm]	300	-	120	120
Number of teeth	42	-	4	4
Feed rate [m/min]	Cross cut: 6, Longitudinal cut 4,5		6	4 - 19
Depth of cut [mm]	-	-	3,0	7
Kerf [mm]	3,2	3,0	-	-
Tooth bite [mm]	0,6	0,15	0,2	0,28
Cutting velocity [m/s]	59	26,4	29,5	31,6

Table 3. Parameters of the particle distribution.

Scotch pine	x_1	x_3	$Ml = x_2$	QV	σ	$\bar{X} = M_0$	x_{gm}^{00}	Fine fraction, %
Longitudinal cut (circular saw)	0,32	0,76	0,48	1,750	0,829	0,241	0,677	0,05
Cross cut (circular saw)	0,23	0,8	0,39	2,563	1,394	0,056	1,031	0,9
Longitudinal cut (band saw)	0,49	3,8	1,4	2,637	1,437	0,178	3,930	1,5
Shaper	0,18	0,59	0,35	1,412	0,511	0,270	0,399	1,5
Beech								
Longitudinal cut (circular saw)	0,22	0,56	0,36	1,429	0,528	0,272	0,414	1
Longitudinal cut (band saw)	0,08	0,32	0,17	1,667	0,757	0,096	0,226	14
Oak								
Longitudinal cut (circular saw)	0,29	0,64	0,42	1,692	0,779	0,229	0,569	0,4
Longitudinal cut (band saw)	0,14	0,37	0,2	2,833	1,543	0,019	0,658	8

Note: Fine fraction is the portion of particles under 0.063 mm.



Figure 2. The Fritsch Analysette 3 PRO sieve column

Knowing the single screen residue, their relative values were determined in per cent:

$$m_{fr\%} = \frac{m_{fr}}{m_{sample}} \cdot 100 \quad (1)$$

The cumulated value of the single screen residue gives the sieve residue curve as a function of particle diameter. The size distribution curve of wood particles is always asymmetric; therefore, a suitable theoretical distribution curve should be selected. Our long-time experience has shown that the use of logarithmic normal distribution function gives good approximation with the further advantage that it's mathematical treating is easy.

The logarithmic normal distribution function can be given by the following equation:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \bar{X} \sigma e^{\sigma^2/2}} e^{-\frac{(\ln \frac{x}{\bar{X}})^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

where

y – is the distribution

$\bar{X}$ – is the mode

σ – is the standard deviation.

Knowing the proper data for $\bar{X}$ and σ , the distribution function can be calculated. The distribution function is the most important information to select a proper filtering system.

In order of facilitate the further processing of experimental results, the use of the probability curve is advisable giving a straight line on probability net (Fig. 3). The straight line makes it possible to obtain more reliable values for $\bar{X}$ and σ . Calculation of unknown parameters ($\bar{X}, \sigma$) in possession of the probability curve may be done in the following way [6].

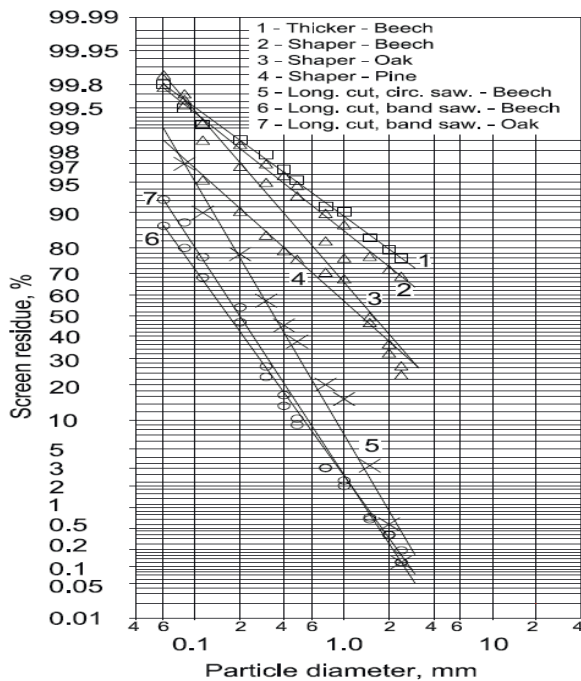


Figure 3. Demonstration of measurement results using logarithmic probability net

First we calculate the quartile ratio as

$$QV = \frac{x_3 - Mi}{Mi - x_1} \quad (3)$$

where

x_3 – is the particle size at 75%,

x_1 – is the particle size at 25%,

Mi – is median corresponding to 50%.

The relationship between quartile ratio and standard deviation is:

$$QV = e^{0.675 \cdot \sigma} \quad (4)$$

from which the standard deviation can be calculated. For logarithmic normal distributions the following exact relationship is valid:

$$\frac{Mi}{\bar{X}} = e^{\sigma^2} \quad (5)$$

which gives the value of the mode $\bar{X}$. Knowing both parameters $\bar{X}$ and σ , Eq. (2) can be used for different calculations.

In practice there is always a maximum particle size x_{max} . It means that the distribution is incomplete due to the lack in larger particle sizes. This may cause a considerable difference in the geometric mean diameters. For a complete distribution (particle size varies between zero and infinite value) the geometric mean is given by

$$X_{gm} = Mie^{\sigma^2/2} = \bar{X} e^{3\sigma^2/2}$$

while the geometric mean for an incomplete distribution is given by integration of the distribution function using a given upper limit x_{max} of integration:

$$X_{gm} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \bar{X} \cdot \sigma \cdot e^{\sigma^2/2}} \int_0^{x_{max}} x \cdot e^{-\frac{(\ln \frac{x}{\bar{X}})^2}{2\sigma^2}} dx \quad (6)$$

The difference by weight in per cent between the complete and incomplete distribution is given by integration over the finite upper limit as

$$\Delta Q =$$

$$\frac{100}{\sqrt{2\pi} \cdot \bar{X} \cdot \sigma \cdot e^{\sigma^2/2}} \int_{x_{max}}^{\infty} e^{-\frac{(\ln \frac{x}{\bar{X}})^2}{2\sigma^2}} dx [\%] \quad (6a)$$

Filter units are unable to filter arbitrary small particles, consequently, smaller particles get through the filter contaminating the filtered air. In order to select a proper filter unit, the fractional filtering efficiency of the unit is needed. The definition of the fractional efficiency is

$$\eta_{fr} = \frac{\Delta G_{in} - \Delta G_{out}}{\Delta G_{in}} \quad (7)$$

where

ΔG_{in} – is the initial mass of the dust for a ΔX range,

ΔG_{out} – is the mass of dust in the air after filtering for the ΔX range.

Concerning the whole range of the particle distribution, it is obvious that the fractional efficiency is represented by a curve. This curve, using practical observations, may be approximated by the following equation [6]

$$\eta_{fr} = 100(1 - e^{-(x/X_k)^n})(\%) \quad (8)$$

where

X_k – is a characteristic particle size for a given filter,

n – is an exponent, varying generally between 0.9 and 1.3.

Typical values X_k : for cyclones $X_k = 15 - 25 \mu\text{m}$ and for mat filters $X_k = 5 - 10 \mu\text{m}$. Generally no higher errors occur if $n = 1$ is taken.

The use of Eq. (8) allows getting to a mathematical method to calculate the quantity of dust in the air after filtering (pollution) in the following form [6]:

$$\Delta Q = (1 - \eta_{fr}) \cdot y \quad (9)$$

or in a more detailed form

$$\Delta Q = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \cdot \bar{X} \cdot \sigma \cdot e^{\sigma^2/2}} \int_0^{x_{max}} \exp \left\{ - \left[\frac{(\ln x / \bar{X})^2}{2\sigma^2 + (x/X_k)^n} \right] \right\} dx [\%] \quad (10)$$

The systematic evaluation of Eq. (10) gave the possibility to elaborate working diagrams for quick selection of a filter unit satisfying the required dust separation [6].

Results

In the possession of single screen residues the first step was to check the distribution function of the saw dust samples. Using a logarithmic probability net we have received straight lines as shown in Fig. 3 for quite different wood species and wood-working operations. Therefore, in the following we have used the logarithmic normal distribution described in the previous section.

The shaper and thicker produce relatively big, flat flakes and, therefore, the upper screen residue (particles larger than 2.5 mm) is always high, its value varied between 30 and 70% of the total sampled weight. The highest values were obtained for beech and the lowest for oak and pine. An explanation for this may be the following: the beech wood has evenly distributed fine holes (tracheids and vessels) in great numbers and, therefore, the wood flakes are less inclined to break into smaller pieces. The oak has much bigger vessels and, probably, higher local modulus of elasticity which causes more breaks and gives a smaller upper screen residue.

The finest mesh size was 0.063 mm and the smaller particles passed through this screen were collected on the lower blind plate. This fine fraction had amounts from 0.5 to 14% of the total sample weight. The distribution of particles in this fine fraction was determined using a laser particle measurement unit (MALVERN). The highest fine fraction was produced by using bandsaw with beech giving 12-14% of the total sample mass. This may be attributed to the relatively low cutting speed (26,4 m/s). Furthermore, the evenly fine

structure of beech may cause breakage first of all among the tracheids. At the same time, the high speed circular saw produced fine fractions around 1% or less. Concerning wood species the cutting of pine wood gave always the smallest portion of fine fraction.

Concerning the single wood species investigated, the probability functions for the different woodworking operations are demonstrated in Fig. 4, 5 and 6. Cutting pine woods, the upper screen residue varied between 1 and 1.5% for saws, while the shaper produced some 40% for the same screen. The fine fraction passing the screen with 0.063 mm mesh size amounts to 1.0-1.5% in all case. The median varies between 0.35 and 0.47 mm for saw and 1.3 mm for the shaper. The latter is rather an equivalent diameter due to the flake form of the chips. Due to the somewhat higher tooth bite of the circular saw, it has somewhat higher median value (around 0.47 mm) and, as a consequence, slightly less fine fraction passing the 0.063 mm mesh size.

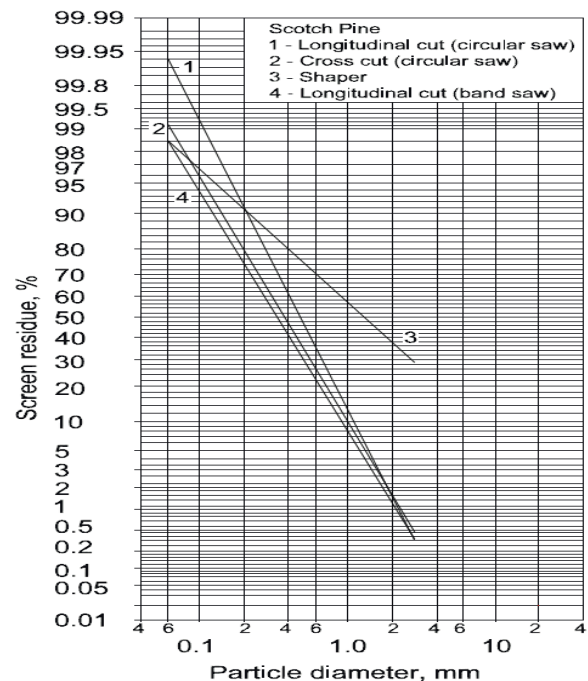


Figure 4. Particle size distribution of Scotch Pine for different wood machining processes.

For the beech wood we can see a similar picture. The circular saw again produces a higher median value (around 0.37 mm) and fine fraction at 1.0%. At the same time, the bandsaw gives fine fraction over 10%. The shaper and the thicker produce chips of flake shape in such an amount that their median value here cannot be established. Their fine fractions are, however, quite minimal.

The oak wood essentially shows similar regularities: the median values for bandsaw and circular

saw are 0,2 mm and 0.4 mm respectively and an equivalent median for shaper is 1.6 mm. That means the oak flakes are more fragile due to their bigger cavities and higher modulus of elasticity. The fine fraction for bandsaw amounts to around 6% of the total mass.

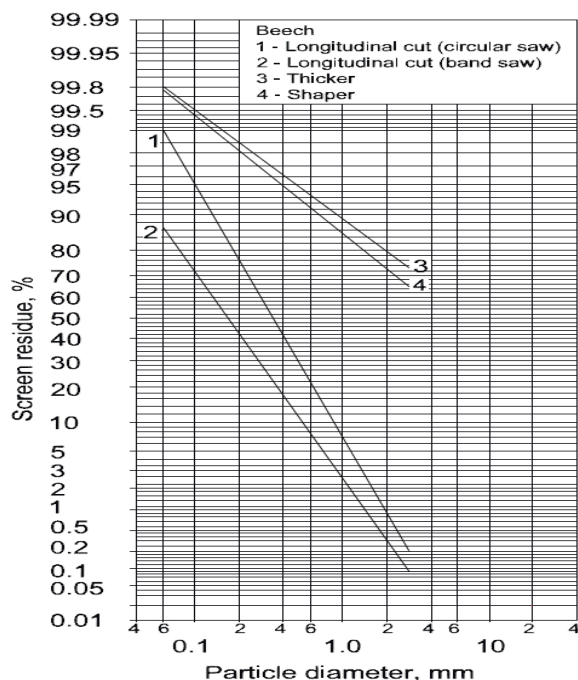


Figure 5. Particle size distribution of Beech wood for different wood machining processes

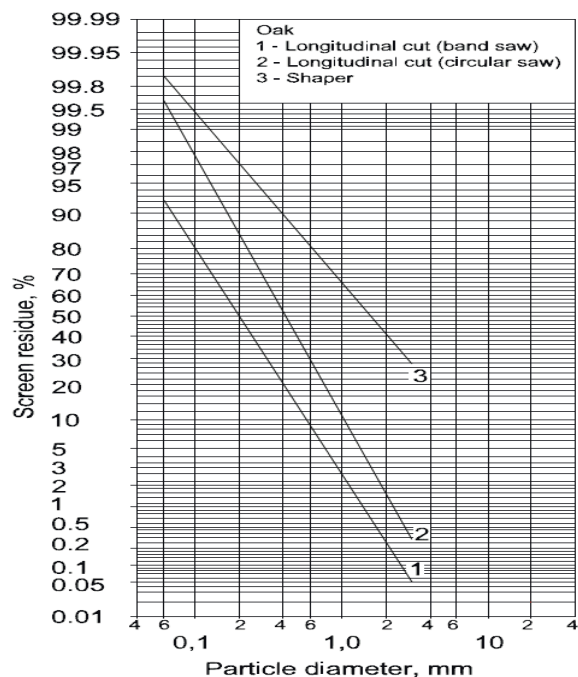


Figure 6. Particle size distribution of Oak wood for different wood machining processes

If we consider the effect of wood species for a given woodworking operation, the pertinent relationships are demonstrated in Fig. 7, 8, 9 and 10.

For saws the sequence of curves for the different wood species is the same (Fig. 7 and 8). The scotch pine has always the biggest median and the smallest fine fraction.

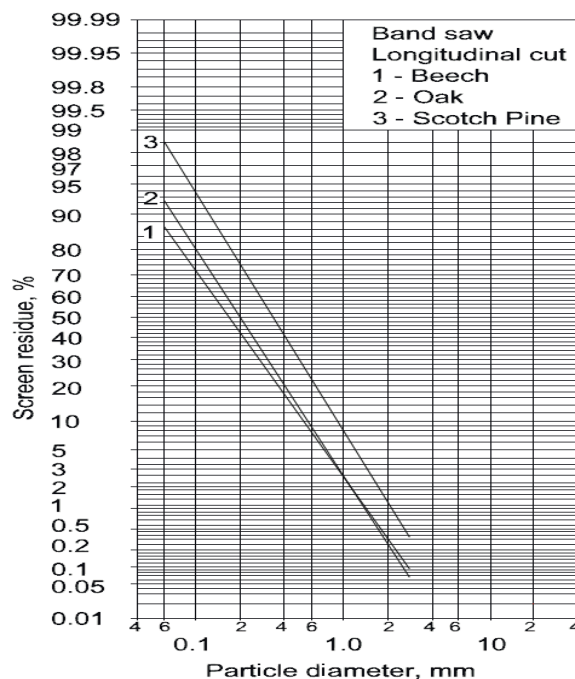


Figure 7. Particle size distribution for different wood species using band saw.

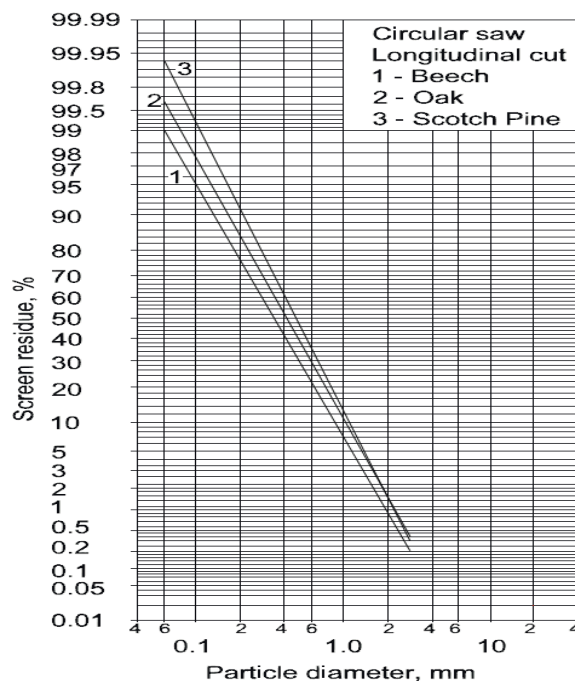


Figure 8. Particle size distribution for different wood species using circular saw.

The shaper and thicker have also similar behaviour. However, the oak chips (flakes) show an interesting behaviour depending on their size: the big flakes produced by the shaper are fragile and, therefore, they break into smaller parts immedi-

ately. The smaller parts produced are more stable and a further comminution occurs in a lesser extent. For bigger particle sizes, therefore, the line of the oak nears to the pine and for small particles to the beech.

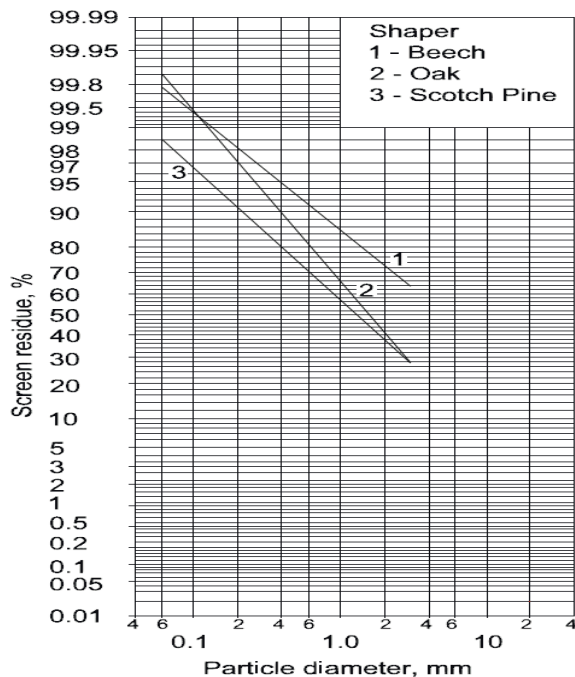


Figure 9. Particle size distribution for different wood species using shaper.

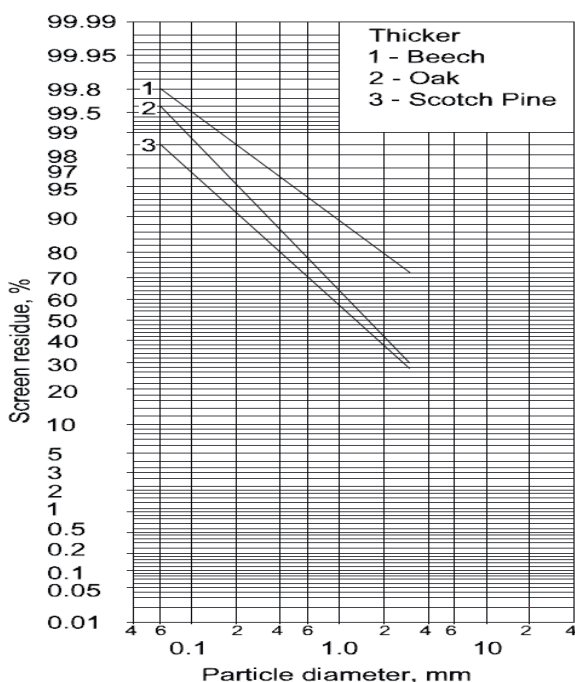


Figure 10. Particle size distribution for different wood species using thicker.

As mentioned before, the fine fraction was analysed further using a laser particle measurement unit. All three wood species were measured using the particle screen residue on the 0.063 mm mesh

size and particle residue falling through this last mesh size. The measurement results are demonstrated in Fig. 11.

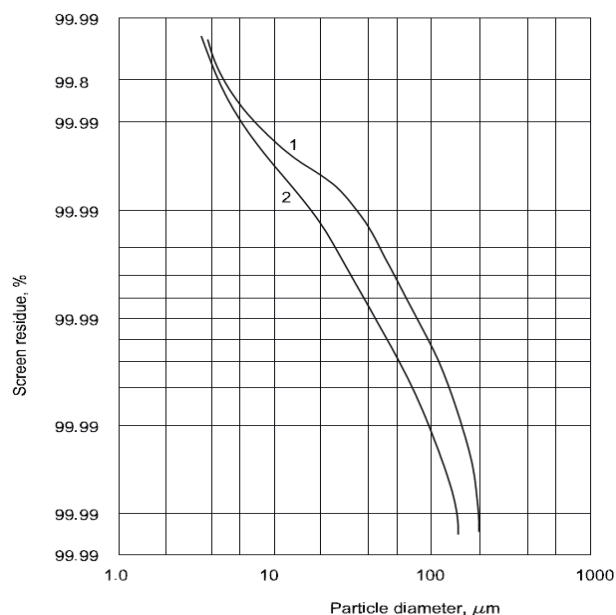


Figure 11. Probability function of the fine fraction for different saw dusts (Pine, beech and oak). 1 – screen residue on 63 mm mesh size, 2 – screen pass on 63 mm mesh size.

The distribution curves for the different wood species and woodworking operations show very little deviation from each other and, therefore, only one curve as an average is given. Because both samples are separated by the screens, therefore, they are no complete distributions. Only the mid portion of the curves is straight corresponding to the logarithmic normal distribution. The upper and lower parts of the curves deviate considerably from the straight line. It is also seen that particle sizes larger than the mesh size occur. A microscopic examination has shown that the particles are in many cases long-shaped and the length of a passing particle may be larger than the mesh size. It can also be stated that particles less than 0.01 mm amount to 3-4% related to the fine fraction.

Knowing the relative portion of the fine fraction in relation to the total sample mass, the distribution curve can more precisely be expanded to the fine particle range.

Using the results given in Fig. 11, the expanded distribution curve for beech cut with band saw is demonstrated in Fig. 12. The tangent of straight lines describing the distribution for the fine and coarse particles slightly differs from each other. An explanation may be the coagulation of some fine particles during the screening process which decreases the quantity of these particles in the fine fraction under the last sieve.

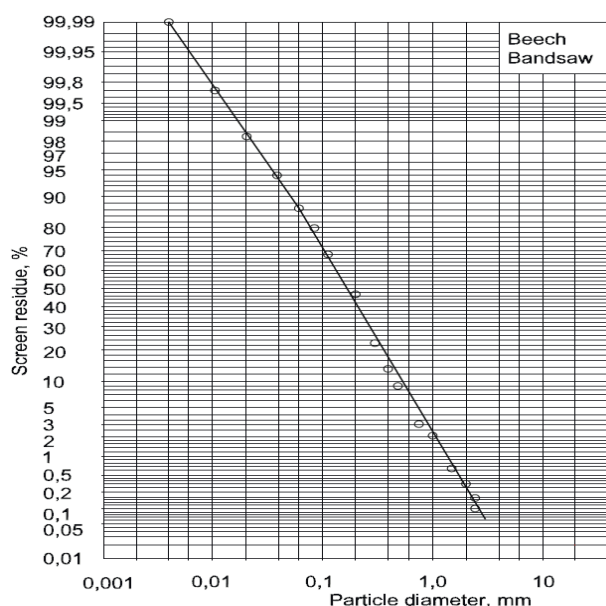


Figure 12. Particle distribution of beech cut with bandsaw using the fine portion measurement results.

Conclusions

Based on the above experimental results, the following main conclusions may be drawn:

- the main fraction of wood dust, independently of wood species and woodworking operations, can adequately be described with logarithmic normal distribution which can easily be treated mathematically,
- using the probability distribution curve, a calculation method is given to determine the main characteristic parameters of the distribution,
- due to the existence of a maximum particle size x_{max} , the distribution is incomplete which may cause a considerable difference in the geometric mean diameter. It strikingly appears using shapers and thickers,
- the fine fraction of dust samples varied in a wide range between 0.5 and 14% related to the total sample weight,
- the measurement of the particle distribution of the fine fraction has shown that the fine particles are inclined to coagulation which may cause some trouble in the processing of the experimental data. Nevertheless, the experimental results obtained with two different measurement methods can be put together,

- among the used wood species the Scotch pine had the biggest median and the smallest fine fraction,

- the big flakes of the oak produced by the shaper are more inclined to break up into smaller particles giving a smaller residue on the upper sieve.

Acknowledgement

„This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018.

References

1. Kos, A. et al. (2004): Influence of wood-working machine cutting parameters on the surrounding air dustiness. Holz als Roh- und Werkstoff 62:169-176
2. rautio, Sari et al. (2007): Modelling of airborne dust emissions in CNC MDF milling. Holz als Roh- und Werkstoff, 65:335-341
3. Husgafvel-Pursiainen, K. (2004): Wood dust-related health effects and occupational limit values, Wood dust symposium 15th, Copenhagen.
4. Seeger, K.; Tönsing, E.: Stromeinsparpotentiale in der Holzverarbeitenden Industrie, in: Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom, Modellvorhaben und Fachartikel gefördert durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Hrsg.: Radgen, P.; Jochem, E., Karlsruhe, 26. 10. 1999.
5. Ressel, J.: Energieanalyse der Holzindustrie der Bundesrepublik Deutschland, BMFT-Forschungsbericht PLE/5/DV, O3E-8573-A, Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1985.
6. Sitkei, Gy. (1994): A faipari műveletek elmélete [Theory of Wood Processing]. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Kft, Budapest.
7. Csanády, E. - Magoss, E. (2013): Mechanics of wood machining. Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 57-61, 67-80.

УДК 674.053

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРЕЗЕРНО-ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Н. Шичков, В.И. Веселков

Проведен анализ эффективности внедрения технологического процесса производства пиломатериалов с использованием автоматизированной линии на базе фрезерно-ленточнопильного агрегата.

Ключевые слова: автоматизированная линия, фрезерно-ленточнопильный агрегат, лесопиление

The analysis of the effectiveness of the implementation process timber production using an automated line based band saw milling machine.

Keywords: automated production line, milling and bandsaw machine, sawing

Увеличение валового регионального продукта и доходной части муниципальных бюджетов определяются темпами модернизации технологического развития лесопромышленных предприятий в регионе.

Расчётная лесосека Вологодской области составляет сегодня порядка 23 млн. м³/год, а заготавливают лесопромышленные предприятия не более 40%. При этом перерабатывается не более 60% от заготовленной деловой древесины.

Поэтому решение многих социальных и экономических проблем нашей области и северных регионов страны в целом в значительной степени зависит от эффективности работы лесопильной отрасли. Сегодня в этой отрасли выход продукции из деловой древесины составляет около 0,45%. Повышение эффективности работы этой отрасли связано с модернизацией комплекса машин и оборудования, обеспечивающих реализацию всех переделов технологического процесса производства пиломатериалов и другой продукции.

Аналогичные лесозаводы стран с развитой рыночной экономикой реализуют процессы непрерывной модернизации производственно-технологических систем, причём при выборе оборудования используют много различных технических и технологических решений. В частности модернизация в последние десятилетия направлена на полную автоматизацию технологических процессов. От деловой древесины, принимаемой в окорочном станке до готовых пиломатериалов, которые транспортируются в обвязанных пакетах (после сушки), все манипуляции с предметом обработки происходят практически полностью автоматически. На новых лесозаводах операторы только наблюдают за технологическим процессом и формированием

брусьев, их раскроем, обрезкой досок и обеспечивают только контролирующие функции. В результате реализуется инновационный принцип, обеспечивающий стабильность производства продукции с заданными потребительскими свойствами. В этом случае гарантируются конкурентные преимущества продукции на внешнем рынке и увеличение на этой основе объёма реализации продукции без увеличения объёма производства.

Результатом постоянной модернизации на основе автоматизированных технологических процессов на каждом переделе производственно-технологических систем на лесозаводах Германии, Финляндии, Швеции является ежегодное увеличение производительности труда примерно на 5 %.

В данном случае речь идёт о производительности в денежном эквиваленте, т.е. в руб./час. Одним из существенных факторов, определяющих увеличение производительности, является учёт деловых отходов. В таблице 1 приведены учётные данные дохода с учётом деловых отходов при переходе конкретного лесозавода Швеции от технологии рамной распиловки пиловочника на новую технологию с использованием автоматизированной линии (рис. 1) на базе фрезерно-ленточнопильного агрегата ФЛПА (рис. 2).

Наши предприятия, как правило, процессы модернизации реализуют на основе замены отечественного оборудования на зарубежные аналоги. Однако информация об эффективности и производительности распиловки пиловочника на отечественных предприятиях, имеющих опыт приобретения и эксплуатации аналогичных фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА) производства известных Европейских фирм («ЕВД»-Германия, «Хейнола» - Финлян-

дия, «Содерхамн + Эрикссон» - Швеция и т.д.) с 1990 - 2011 г.г., к сожалению, носит фрагментарный характер, а о некоторых, даже крупных предприятиях, пока отсутствует. Хотя от отечественных ЛДК (Тюменская область, Хабаровский и Красноярский край, Усть-илимский ЛДК, Калининградская область и т.д.), перешедших на технологии на базе ФЛПА известно о позитивных качественных результатах их освоения и об отсутствии рисков при переходе от рамной технологии.

Таблица 1. Эффективность распиловки деловой древесины на автоматизированных производственно-технологических системах

Параметр	Величина
1. Количество пиловочника, при работе в 1 смену, бревен/год	700 000
2. Средняя длина бревна, м	4,5
3. Среднее число пропилов в бревне	3
4. Среднее число пропилов в брусе	4, 5
5. Средняя высота пропила в бревне, мм	200
6. Средняя высота пропила в брусе, мм	180
7. Ширина пропила при ленточном пилении, мм	2,6
8. Ширина пропила при рамной распиловке на лесорамах 1-го ряда	4,5
9. Ширина пропила при рамной распиловке на лесорамах 2-го ряда, мм	4,0
10. Увеличение объема пиломатериалов, м ³ /год	7 163
11. Средняя цена 1 м ³ пиломатериалов, руб./м ³	5280
12. Средняя цена 1 м ³ технологической щепы (насыпной), руб./м ³	440
13. Средняя цена 1 м ³ опилок (насыпных), руб./м ³	176
14. Увеличение дохода, руб.	13 869 336,8

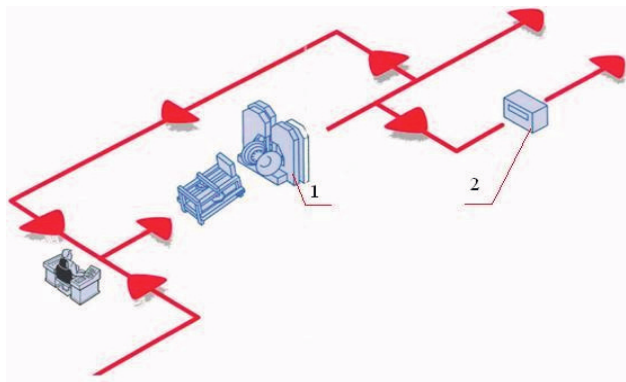


Рис. 1. Компоновка фрезернопильной линии: 1 - фрезерно-ленточнопильный агрегат (ФЛПА); 2 - обрезной станок.

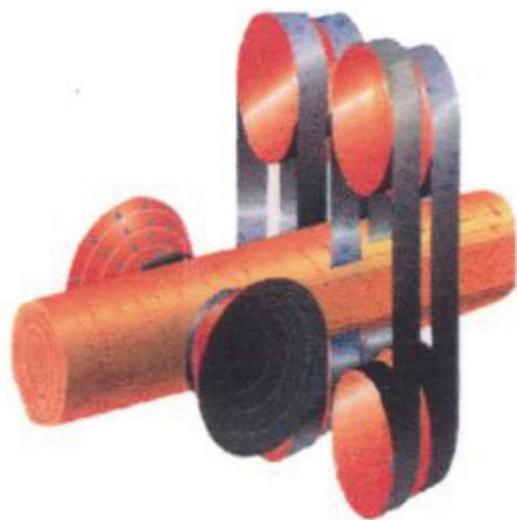


Рис. 2. Компоновка фрезернопильного агрегата (ФЛПА).

Полученные производственно-экономические результаты определяются главным образом тенденцией Европейского лесопиления на отказ от рамного пиления, от технологических линий на базе многопильных круглопильных станков (КПС) и перехода на освоение фрезернопильных и фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА). Представляет интерес обоснование экономической эффективности этого перехода.

В таблице 2 представлен анализ полученных результатов при переходе от фрезернопильной линии на базе ФБС и круглопильных станков (линия модели «Евромил – С» (рис. 3) на внедрение ФЛПА (линия модели «Супер Савер»).

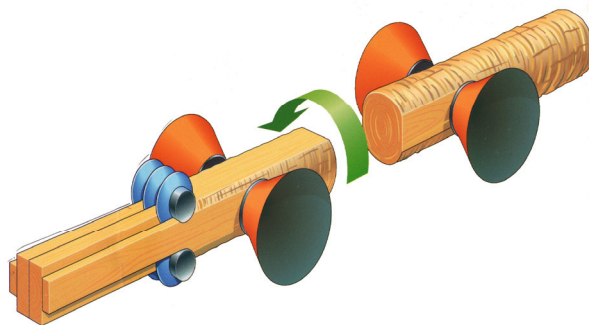


Рис. 3. Механизм резания с круглопильными распиловочными модулями агрегата типа «Евромил-С».

Таблица 2. Эффективность распиловки от более тонкого пропила

Параметры	Величина
1. Производительность, брёвен/год	528 652
2. Средняя длина брёвен, м	4,2
3. Среднее число пропилов в бревне, пропил/бревно	1,5
4. Среднее число пропилов в брус, пропил/брус	2,5
5. Средняя высота пропила в бревне, мм	150
6. Средняя высота пропила в брус, мм	125
7. Ширина пропила при ЛПС (бревно, брус), мм	2,6
8. Ширина пропила при «Евромиле» (КПС - боковые пилы), мм	4,0
9. Ширина пропила при «Евромиле» (КПС – делительные пилы), мм	3,8
10. Средняя цена пиломатериалов, руб./м ³	5280
11. Средняя цена технологической щепы (насыпной), руб./м ³	440
12. Средняя цена опилок (насыпных), руб./м ³	176
13. Коэффициент пересчета насыпных в плотные	2,5
14. Увеличение выхода пиломатериалов, м ³ /год	1 415
15. Увеличение дохода, руб.	3 312 636,8

Результаты исследований позволили реально зафиксировать существенные преимущества освоения в процессе модернизации линии на базе ФЛПА модели «Супер-Савер». Кроме того, подобные компоновки производственно-технологических систем имеют эксплуатационные преимущества, обеспечивающие, увеличение производительности. А именно:

1. Компоновка в линии фрезерно-брусующего узла с торцово-коническими фрезами обеспечивает надежное базирование бруса по его базовым поверхностям при прохождении ленточнопильных модулей и получение увеличенного полезного выхода пиломатериалов за счет более узкого пропила.

2. Линия с ФЛПА менее чувствительна для переработки бревен крупных диаметров. Справляется с теми же диаметрами, что и окорочный станок модели «Камбио 71-75» - производства фирмы «Содерхамн» - Швеция.

3. Не требуется охлаждения водой распиловочного узла. Ленточные пилы не нагреваются и не требуют специальных остановок. Нет налипания опилок на технологическую щепу и на транспортное оборудование и бункера.

4. Нет проблем с перемещением бревен/брусев через распиловочный узел и их деформирования из-за освобождения от внутренних (остаточных) напряжений в древесине.

5. Все резцы спиральных и ступенчатых дисков торцово-конических фрез производят мягкое строгание пласти бруса и обеспечивают низкое потребление мощности на перерубленный объем технологической щепы.

6. Распиловочный узел требует меньший расход мощности на резание благодаря более узкому пропилу.

7. Концентрация фрезерного и ленточнопильного модуля в одной производственно-технологической системе обеспечивает эксплуатационные преимущества и удовлетворяет требованиям эргономики организации производства:

- оператор имеет хороший обзор зоны распиловки и возможность быстро вмешаться в ход событий при любых отклонениях или нарушениях;

- эффективность сборки механизмов резания и простая прокладка электрических кабелей упрощает и сокращает время ремонтных работ;

- более просто решается проблема 1-го этажа и удаление технологической щепы и опилок концентрируется на небольшом участке линии;

- при 3-модульном ленточнопильном распиловочном узле в линии «Супер-Савер» комплектуется обрезной автомат-эджер, что позволяет обеспечить обслуживание линии одному оператору.

При этом обеспечивается надёжное управление скоростью подачи линии в зависимости от диаметра поступающего пиловочника. На «прямой линии» (без возврата бруса) скорость подачи приспосабливается к режимам распиловки за счет использования преобразователя частоты электрического тока. А стабильная подача объекта распиловки через ФЛПА обеспечивается благодаря фиксации бревна/бруса на зубцах цепей подающего транспортера. Это позволяет избежать скольжения и боковых смещений мёрзлого бревна, что гарантирует от возможных простоев.

Естественно, что в предложенном варианте реализуется стабильность потребительских свойств продукции, получаемая при круглопильной и фрезерно-ленточнопильной распиловке.

Итоговый полезный выход пиломатериалов при освоении инновационной технологии на основе ФЛПА составил 67%. При этом на 18,75% увеличивается объём реализованной продукции путём использования обрезного автомата, встроенного в линию модели «Супер-Савер».

Поэтому в шведском лесопилении определилась тенденция освоения принципа ФЛПА. А именно, например, если в 1995 г. на лесопильных потоках лесозаводов Швеции работало 125 потоков с многопильными круглопильными станками (КПС), то в 2000 г. их осталось только 69.

А за этот же период при эксплуатируемых 99 фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА) в 1995 г., к 2000 г. их количество увеличилось до 110.

Актуальность приводимой информации для регионов наиболее остро подтверждается современным состоянием российского лесопиления. Возможность технологического обновления крупных и средних предприятий была упущена по крайней мере дважды – в 90-х годах и в постдефолтный период. Положение усугубляется тем, что на различных уровнях управления состояние и перспективы лесопильно-деревообрабатывающего производства оцениваются совершенно по-разному, а иногда и диаметрально противоположно.

По экспертной оценке до 80% и более двухэтажных лесопильных рам и до 45% фрезернопильных линий отечественного и импортного производства имеют срок службы 10 и более лет. Но именно эти типы оборудования являются основными на экспортно-ориентированных лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях России. Производство же лесопильных рам на основном машиностроительном предприятии «Северный Коммунар» остановлено.

Поэтому исключительно необходимо технологическое и техническое перевооружение средних и крупных ЛДК с акцентом на достижение высоких экономических показателей производства и конкурентоспособности продукции на внешнем и внутреннем рынках. Решение этой проблемы безусловно будет способствовать укреплению положения Российского лесного экспорта на рынках Западной Европы и Средиземноморья, а также одновременно заставит предприятия приступить к очередному этапу перевооружения с целью сохранить завоеванные позиции на рынке продукции.

В то же время существенных сдвигов в техническом перевооружении отрасли не наблюдается до сих пор. Исключение составляет освоение линий сухой сортировки пиловочного сырья, замещающих интенсивно обогреваемые в зимнее время водные бассейны многих лесозаводов.

Отказ от лесорамной технологии передовых предприятий Архангельского региона («Лесозавода № 25», Онежского ЛДК и т.д.) и ввод в эксплуатацию импортных фрезернопильных линий на базе круглопильных станков (КПС), как и прогнозировалось ранее экспертами, к сожалению, не стал «революционной Авророй». Ибо вынужденное использование круглых пил с дисками повышенной толщины ($S = 3,6$ мм) при эксплуатации импортных фрезернопильных линий на базе круглопильных станков, (КПС) привело к уменьшению на 5 % выхода получаемых качественных пиломатериалов и к затовариванию отходами распиловки (опилками), что и вынудило предприятия (например, «Лесозавод -25») срочно закупать не запланированные ранее комплектные установки для производства древесных гранул - пеллет.

Естественно, как выход из создавшегося положения возможно считать приемлемым в условиях этих ЛДК, но сбыт пеллет в РФ пока не может быть стабильным, а поставки пеллет на экспорт, по-видимому, всегда будут реализовываться только по демпинговым ценам, если учесть затоваренность ими оптовых складов Европы из-за больших объёмов производства в ряде стран.

Поэтому внедрение технологий, обеспечивающих меньшие потери высококачественной древесины в опилки, давно стало актуальным в Европе и тенденция развития производства ФЛПА стала необратимой во всех ведущих европейских странах - экспортёрах фрезерно-ленточнопильного оборудования. Широкое внедрение по всему миру именно ФЛПА производства фирм Швеции («Содерхамн + Эрикссон»), Германии («ЕВД»), Финляндии («Хейнола») и т.д. только подтверждает эту тенденцию.

Бытующее среди лесопильщиков РФ излишне «осторожное отношение» к внедрению фрезерно-ленточнопильных агрегатов базируется на исключительно устаревших постулатах излишне многочисленной, как неоднократно заявляли производственники различных регионов РФ, сторонников «лесорамной мысли», защитивших в более чем 200 докторских и кандидатских диссертаций свои «новаторские идеи»

по совершенствованию конструкций и эксплуатации лесопильных рам в РФ.

Но завод “Северный Коммунар” – единственное в РФ предприятие, ранее специализирующееся на производстве отечественных лесорам, не сочло оправданным их совершенствование, так как все они (“новаторские идеи”) не улучшали конструкцию известной и признанной лучшей в мире лесопильной рамы типа “восьмёрка” производства фирмы “Содерхамн” – Швеция.

Тем более, что производство и этой (признанной лучшей в мире) лесопильной рамы было закрыто ещё в 1986 г. и в 1991 г. акции фирмы скупил фирма “А.К. Эрикссон” – Швеция, 100 % –но отказавшись от производства лесорам. При этом полностью сосредоточившись на производстве для лесопиления наиболее перспективного и экономически целесообразного оборудования. Таким перспективным оборудованием экспертами фирмы признаны серийно выпускаемые фрезерно-ленточнопильные агрегаты (ФЛПА).

Поскольку отечественное лесопиление практически лишено российских разработок (НИИ, КБ и т. д.) высокопроизводительного и экономически оправданного оборудования, а научные школы и НИИ не действуют из-за отсутствия непрерывного финансирования отраслевой науки, то поэтому в отличие от европейских стран в настоящее время отраслевая наука в РФ при отсутствии её финансирования не в состоянии предоставить проекты для создания и развития любого высокотехнологичного лесопильно-деревообрабатывающего оборудования. Хотя потенциал и приличный задел на создание конкурентоспособного ФЛПА имеется в ВогТУ.

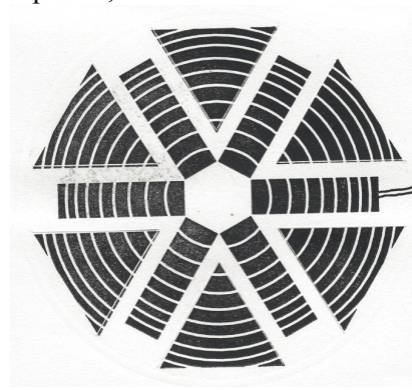
Перспективность внедрения ленточнопильных модулей в лесопиление и деревообработку в мировом лесопилении общеизвестна [1]. Исследования работоспособности и надёжности ленточнопильных модулей (рис.2) позволили европейским фирмам «ЕВД» – Германия, «Содерхамн+Эрикссон» – Швеция, «Хейнола» – Финляндия создать, поставить их на серийное производство и успешно внедрять в технологических линиях на базе ФЛПА от Чили до России (районы Урала и Сибири). Только фирма «Содерхамн+Эрикссон» – Швеция поставила за последние годы более 200 таких линий на экспорт.

При этом сфера внедрения в лесопиление и деревообработку ленточнопильных модулей

значительно расширяется. Этому способствуют прочные творческие связи европейских фирм с различными научными организациями и специальными кафедрами технических университетов.

Эффективность вузовской науки только одной кафедры деревообработки Королевского технического университета «KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN» – Швеция (под руководством профессора М. Виклюнда) наглядно демонстрируют результаты исследований работоспособности ленточнопильных модулей и передачи в производство новой перспективной технологии «звездообразной» распиловки бревен с получением 3-х кантных заготовок для последующего их склеивания в недеформируемые щиты для мебели и строительства (рис. 4, а).

Совместно с фирмой «Содерхамн + Эрикссон» – Швеция кафедрой деревообработки была создана принципиально новая оригинальная конструкция блока сдвоенных ленточнопильных модулей-станков на базе известного в России ЛПС модели 245 с гидравлическим механизмом натяжения ленточных пил, представленная на рис. 4, б.



а



б

Рис. 4. Образец раскроя, реализующий технологию «звездообразной» распиловки бревен на ленточнопильных станках (а) и реальный образец ленточнопильной линии (б).

Фундаментная плита этого блока обеспечивает закрепление станин ленточнопильных модулей (при диаметре пильных шкивов, равном 1500 мм) под углом 60°, а оригинальный механизм загрузки бревна и его подачи позволяет реализовать идею новой технологии «звездообразной» распиловки бревен.

Также заслуживает внимания официальная информация фирмы «Содерхамн + Эрикссон» о фактическом экономическом эффекте, полученном только за один календарный год лесопильщиками Швеции при использовании фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА) производства этой фирмы и фирм-конкурентов других стран (Канады, Финляндии и т.д.).

Результаты шведского лесопиления подтвердили справедливость методики расчетов, представленной в табл. 1, 2.

Из 15 млн. м³ пиломатериалов, выпиленных сообща всеми лесозаводами Швеции, около 37 %, т.е. около 5,5 млн. м³ приходилось на пиломатериалы, полученные на ФЛПА.

Поэтому в расчетах было заложено увеличение цены за 1 м³ этих пиломатериалов, имеющее место на реальном Европейском рынке, стремящемся отвергнуть пиломатериалы рамной распиловки, и составляющее в то время около 6 – 8 долларов США. В результате была озвучена сумма годового экономического эффекта, полученного шведскими лесопильщиками, в диапазоне 33,3 – 44,4 млн. долларов США за счёт только внедрения фрезерноленточнопильных агрегатов.

Применение аналогичной методики расчета применительно к условиям Архангельского промышленного узла в докризисный период

позволяет озвучить годовую потерю от экспорта пиломатериалов рамной распиловки, достигающую около 4 млн. долларов США в год. И это без учета экономического эффекта от увеличения процента экспортных пиломатериалов, реально получаемых на технологических линиях, оснащенных ФЛПА.

Практика эксплуатации представленных фирмами Германии, Финляндии, Швеции и т. д. фрезерно-ленточнопильных линий, оснащенных новейшим автоматизированным оборудованием, наглядно с 1972 г. по настоящее время подтвердила их способность эффективно реализовать инновационные ресурсосберегающие технологии в лесопилении.

В результате творческого сотрудничества с кафедрой технологии деревообработки Королевского технического университета (г. Стокгольм, Швеция) и с фирмой «Содерхамн-Эрикссон (г. Марианнелунд, Швеция) в периоды с 1975- 2000 г.г. (и по настоящее время) нам представилась возможность наблюдать, исследовать работоспособность и фиксировать в процессе исследований на конкретных лесозаводах северной и южной Швеции надежность технологических линий на базе фрезерно-ленточнопильных агрегатов (ФЛПА). Сомнений в перспективности внедрения ФЛПА в мировом лесопилении не просматривается.

Список литературы

1. Сметанин А.В., Веселков В.И. Архангельское лесопиление: между прошлым и будущим. – Научное издание. – Москва. – ООО «ДоМира», 2005. – 544 с.

УДК 658.5.011

PRODUCTION PLANNING AND DECISION MAKING IN THE WOODPROCESSING COMPANY

Patrik Aláč, Vojtech Demoč

We have done an investigation of decision making and planning processes in particular woodprocessing company in Slovakia. We have found that this company doesn't use appropriate decision making methods what results in complications in other related processes and finally in complaints from the customers.

Production can be characterised as a system with inputs and outputs. Transformation process is the most effective when it runs under optimal costs, under optimal amount of consumed inputs and by spending optimal time. It must be chosen suitable decision making, monitoring and calculating methods which allow to quantify and to compare particular alternatives and to choose the best one. All these above mentioned is very topical just now, in the time of financial and economic crisis.

Keywords : Production, decision making, process of planning, quantitative and qualitative tools.

В работе представлены результаты исследований принятия решений и планирования на примере деревообрабатывающей компании в Словакии. Установлено, что компания не использует соответствующие инструменты принятия решений, что приводит к снижению эффективности работы и в финале к жалобам клиентов.

Производство может быть охарактеризовано как система с входами и выходами. Процесс планирования является наиболее эффективным, когда он обеспечивает оптимальные затраты, при оптимальном количестве потребляемых ресурсов в оптимальные сроки. Для этого применяются методы мониторинга и вычислительные методы, позволяющие количественно сравнить альтернативные варианты и выбрать лучший. Все вышеупомянутое является актуальным сегодня, во время финансового и экономического кризиса.

Ключевые слова: производство, принятие решений, процесс планирования, количественные и качественные инструменты.

Production as a process

Production must be mentioned as a system with inputs and outputs. In the system, there are transformed inputs into outputs by the application of suitable technology, organizational and managerial processes. Feedback represents possible cor-

rections in outputs, technology, managerial decisions and inputs choice (Aláč and Rašner 2004). It is a reaction on customers complaints and demand and it must result in appropriate solutions and decisions made (Fig. 1) (Demoč 1996).

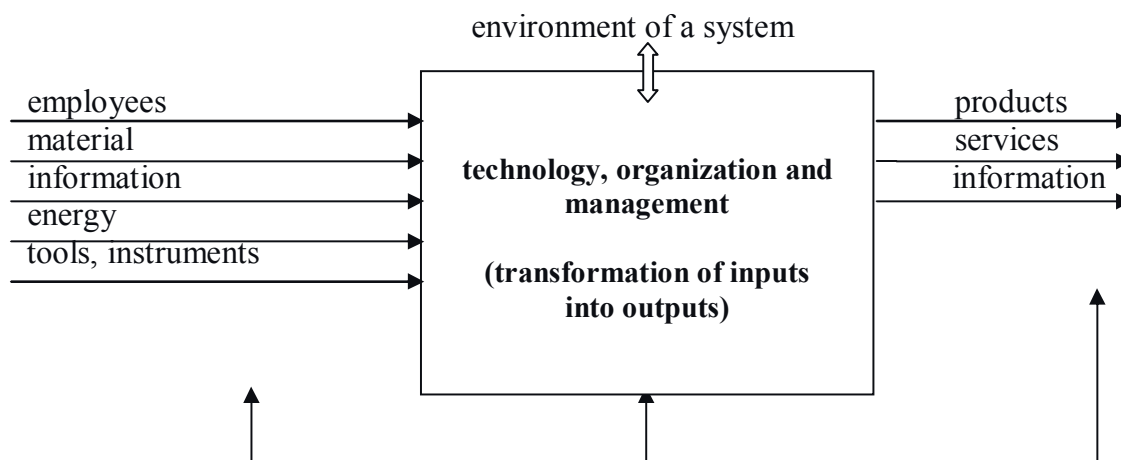


Fig. 1: Production as a system

A goal of production is not whatever product or service but only such one which will be successfully realised in the market, which satisfies custom-

er's demands and which brings adequate (optimal) profit and market share. Transformation process should be the most effective as it runs under optim-

al costs and under optimal consumption of inputs (Matuzewski 2003). Each component must be precisely specified and characterised in order to choose the most suitable for particular type of production and for determined goals.

What impacts production?

There are several criterions which have decisive impact on each production process.

For the specification of production type it is necessary to evaluate:

- universal character of machinery;
- amount of producing products for particular time period;
- number of products types;
- demands for employees' qualification;
- time of production cycle (process);

- character of labour division etc.

Planning as a managerial activity

Planning can be considered as one of the oldest human activities and mentioned as one of the basic and the most important managerial activity which allows to define company's goals and activities leading to meet these goals (Rajnoha 2005).

According to company's departments we can speak about: production planning (or plans), personal planning, investment planning, R&D planning, marketing planning, financial planning etc. Fig. 2 describes basic functions of management by classics – Taylor and Fayol.

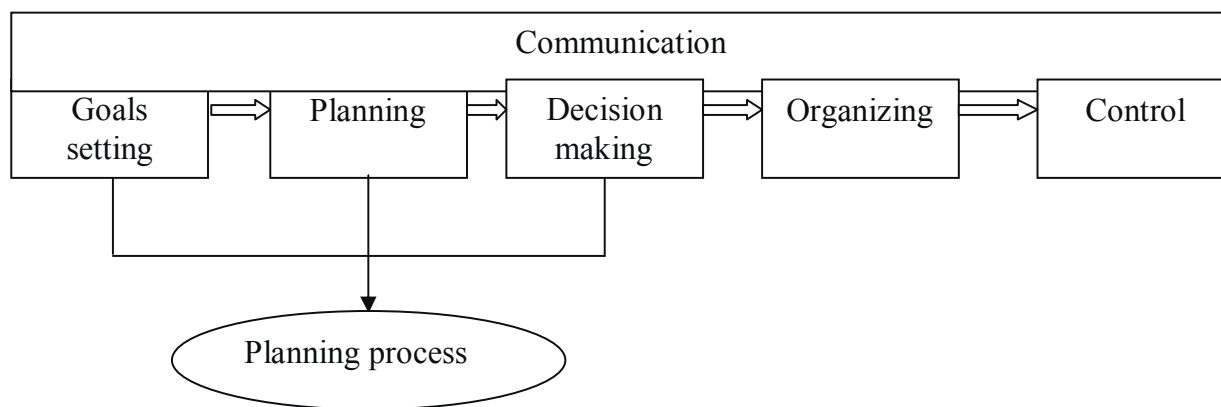


Fig. 2: Managerial functions and specification of planning process

The planning includes goals definition and determining appropriate methods to achieve specified goals. The necessity of planning follows from the nature of organizations as goal-seeking subjects. When we want to create plans we need various information from the environment, from the market and also from the inside of particular company. More detailed and latest information mean more accurate plans and goals (Kokles 2000 and Molnár 1992).

Some interesting ideas about planning:

- planning is not a description of that what will happen but that what we want to happen;
- those who do not plan never will know where they failed;
- probability of accidental events is higher when planning process is only general and not concrete, but at the same time...;
- ...when the planning is too detailed and exact, impact of accidental events is less expected;
- planning process should be only such detailed as it is necessary and not as it is possible.

Content of planning process relates not only on departments where the planning is done but also on specified goals which must be met. Each activity, each process should run under optimal costs, it should be finished on demanded time and desired quality must be reached. So, plans should follow some particular managerial objectives (Rajnoha 2005):

1. customer satisfaction: profits and growth depend on meeting customer's demands. Product must be built according to customers specification, taking into account qualitative standards, it must be delivered to him at promised time and in agreed price;

2. continual material flow: costs and time of production rise if planned production schedules are interrupted for lack of materials, employees or for any other reason;

3. optimum inventory levels: the minimum inventory levels to assure continuous material flow may not be the most economic levels. When purchased order quantities increase (demand factors

and lead times remaining unchanged), ordering costs are decreased but inventory cost are increased. When ordering costs decrease more than inventory costs increase, optimum inventory level will rise;

4. increased productivity: working process must be so planned and controlled that production time and costs will be held at or below predetermined limits (levels). Productivity can be increased by shortening production times or by increased volumes of semi-products.

8 steps of planning process

Generally and very briefly we can say that planning process estimates - what should be done, in what sequence and under which costs. Depth and details of planning depend on concrete planned situation, on its complexity and scale. But each planning process should contain 8 basic steps:

1st step – what is a goal of planning process?; what, why and how should be reached?

➤ Precisely defined goals and strategy leading to its reaching are two basic steps which determine success of each planning process. If responsible managers or employees do not find relevant and adequate answers on the above mentioned questions (what, why, how?) it is necessary to reevaluate assessed goals and strategy.

2nd step – what must be done?

➤ In this step must be identified and specified (characterized) all activities (for example by brainstorming method). Then these activities must be arranged in logical sequence – e.g. according to technology line or material flow. Last but not least, it must be taken into account relationship among activities.

3rd step – who will perform (realise) given activities?

➤ This step contains planning and definition of functions, description of job tasks for particular employees. Each activity must be bound with an employee (or technology device) who will be responsible for its performance.

4th step – who and for what will be responsible?

➤ Each employee should be competent and responsible for his/her performance. These competences and responsibilities can be transparently presented in so called matrix of responsibility.

5th step – when will particular activities be realized?

➤ In this phase of planning process all activities should be arranged according to logic sequence

and relationships. It is also assigned time required for its performance and then it is elaborated time plan.

6th step – which costs and resources are demanded?

➤ For each activity it should be planned appropriate costs and resources. Amounts of costs and resources can come from past periods, could be forecasted by various analysis or calculation methods. Resources and working time can be estimated and planned from standards of consumed materials and standards of consumed work performance.

7th step – how to control?

➤ It must be assessed how often and by what method will be activities monitored and controlled. In this phase it is also necessary to specify communication channels (meetings, e-mail) for effective information gathering, transfer and evaluation.

8th step – what will happen if...?

➤ Planning process should take into account also possible alternatives of consequences arising by accepted decisions. Therefore it is necessary to analyse external and internal environment in order to prevent negative impacts. This final step can be considered as a feedback within the planning process.

Production planning and managerial tools

It should be recognized that in any individual company, the functions and responsibilities of Production Planning may be divided between various departments or individuals and will not necessarily be organized into a Production Planning division. Centralization of the planning function into a Production Planning division improves and facilitates a co-ordinated and properly executed planning operations.

The functional duties of Production Planning will generally include (Matuzsewski 2003):

1. Sales forecasting or active participation in sales forecasting

2. The determination of production requirements (specification and quantification of raw materials, other inputs, machinery in order to effectively utilize capacities in a company and to meet sales forecast)

3. Inventory management (both input and output stock optimization)

4. Labour requirements (criteria for the choice of most suitable employees and necessary amount of employees)

Every day, managers must make decisions without knowing precisely what will happen in the

future. Decision making requires making forecasts about the future, so managers must often rely on their subjective feelings and best forecasts as they plan. The more accurate these feelings, the better prepared managers will be (Aláč and Rašner 2004). Experience tends to improve managers' judgments and ability to forecast events. Several quantitative methods are available to help managers forecast events. The best managers combine intuition and quantitative tools.

Basic quantitative tools:

- ❑ Break - even analysis;
- ❑ Time series analysis;
- ❑ Causal modeling (regression analysis).

Qualitative tools of forecasting help to generate information, ideas and judgements that managers need for planning and decision making. Whereas quantitative techniques are focused on selecting the most desirable from a set of options, qualitative

tools focus most heavily on identifying options. The following is a list of some qualitative tools:

- ❑ Decision tree
- ❑ Decision matrix
- ❑ Brainstorming
- ❑ Delphi technique
- ❑ Nominal group technique

Discussion

In the following Fig. 3 we would like to present possibility of decision tree application in the logistics supply chain. It is an effective, dynamic and visual tool which presents possible solution of particular decision making alternatives. It should be desirable to quantify all given alternatives from the point of view of costs, amount, time and quality.

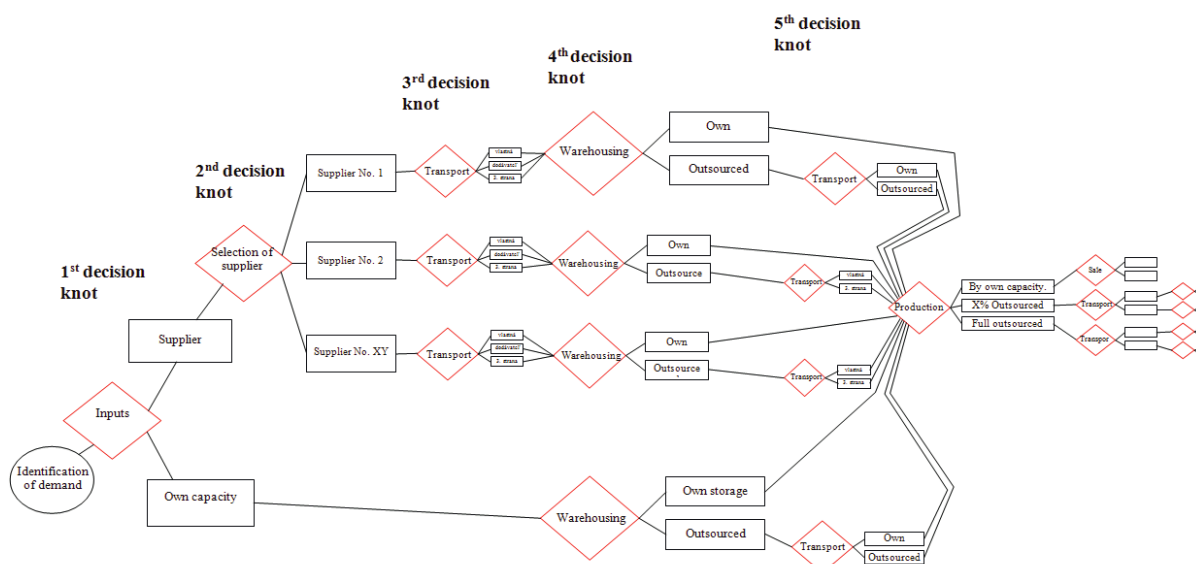


Fig. 3: Possible decision making situations within the material flow of particular woodprocessing company

The following steps should contain such tools as Gantt chart, PERT and histogram. These enable to evaluate production process from the view of time and capacity and to decompose it into operations.

All the above mentioned parameters must be optimized in order to meet customers' demands and company's optimal utilization of all resources.

Conclusions

Production planning has a great impact on the company's flexibility to meet the market demands. And it is not only planning and forecasting of final products but also to deal with production capacities and technology assemblies. All production factors must be spent in the supply chain under optimal

costs and time and this is the task of planning. It is dynamic process which must highly take into account economic cycles.

References

1. Aláč, P., Rašner, J., 2004: Decision making in a company managed by processes. (Rozhodovanie v procesne riadenom podniku). In.: Trendy v systémoch riadenia podnikov. Vydavateľstvo Pa Pierus. Košice-Herľany, 9 pp.
2. Demoč, V., 1996: Business Informatics (HOSPODÁRSKA INFORMATIKA). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 79 pp.
3. Kokles, M., 2000: Information age (INFORMAČNÝ VEK). Bratislava: Sprint Ufra. 296 pp.

4. **Matuzsewski, A.**, 2003: Instruments of planning and controlling of logistic process in materials economy management in wood-processing companies with German shareholders in Poland. In: Logisticko-distribučné systémy, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, TU vo Zvolene. Pp 136-144.

5. **Molnár, Z.**, 1992: Modern methods of Managerial Information Systems (MODERNÍ ME-

TODY ŘÍZENÍ INFORMAČNÝCH SYSTÉMŮ). Praha: Grada., 347 pp.

6. **Rajnoha, R.**, 2005: Planning, budgeting and calculations oriented on controlling for industrial companies. (Plánovanie, rozpočtovanie a kalkulácie orientované na kontroling priemyselných podnikov). Vedecké štúdie, 72 pp.

Patrik Aláč - Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia, democ@vsld.tuzvo.sk; **Vojtech Demoč** - Faculty of Wood Sciences and Technology, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia, alac@vsld.tuzvo.sk.



**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>

ГЕЙЗЕР
termowood

ETELE CSANÁDY, ENDRE MAGOSS

MECHANICS OF WOOD MACHINING

Hardcover: 209 pages. Publisher: Springer; 2nd ed. 2013 edition (July 15, 2012)

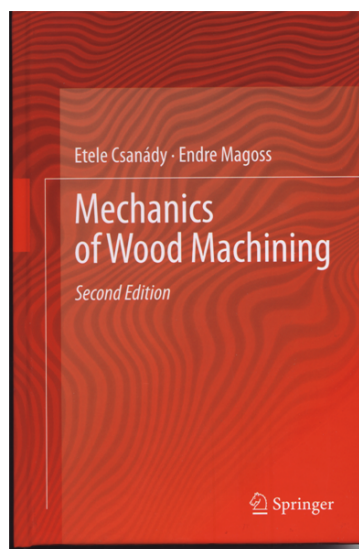
Language: English

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 дереворежущего инструмента, динамическое поведение инструмента и заготовки, оптимальный выбор рабочих параметров и потребления энергии, процесс износа из инструментов, и общие закономерности древесины шероховатости поверхности.



КОМПАНИЯ METSO ПОСТАВИТ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ, РАБОТАЮЩУЮ НА БИОМАССЕ ДЛЯ «БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ» В РОССИИ

Станция позволит утилизировать отходы лесопильного завода для экологически устойчивого производства тепловой и электрической энергии.

Metso поставит ООО «Биоэнергетическая компания» комплектную, работающую на биомассе теплоэлектростанцию в Сыктывкар, Республика Коми, Россия. Запуск запланирован на 2014 год. Стоимость заказа не разглашается.

Поставка Metso будет включать оборудование и услуги технического консультирования по монтажу, пуско-наладке и обучению. В объем поставки войдут ленточная сушильная установка и система автоматизации Metso. Теплоэлектростанция мощностью 4 МВт^э будет утилизировать кородревесные отходы Сыктывкарского лесопильного завода и прочую биомассу. Электроэнергия будет распределяться по местной сети, а тепло – использоваться в ленточной сушильной установке.

Работающие на биомассе электростанции BioPower компании Metso позволяют быстро наладить поставку возобновляемой энергии при минимальном воздействии на окружающую среду. Стандартизированные модульные установки обеспечивают оперативную доставку и монтаж и, благодаря полной автоматизации, могут работать без оператора круглосуточно 7 дней в неделю.

Патентованная технология «БиоГрейт» и технология сжигания в пузырьковом кипящем слое – это практические решения для выработки энергии из влажных древесных отходов. Высокую эффективность сгорания и низкий уровень выбросов NO_x и CO₂ ценят заказчики теплоэлектростанций BioPower из Германии, Финляндии, Швеции, Бельгии, Чехии, Беларуси и Ирландии.

«Мы твердо убеждены, что сотрудничество с Metso обеспечит нас средством утилизации отходов с Сыктывкарского лесопильного завода, которые мы сможем использовать для производства энергии. Это является одной из насущных проблем для правительства Республики Коми. Новая электростанция будет построена на базе передовых технологий, с использованием наиболее современного оборудования», – комментирует Александр Гибез, Первый заместитель министра развития промышленности и транспорта Республики Коми. «Лесопильные отходы, которые в течение долгого времени хранились на территории Сыктывкарского завода, теперь смогут быть использованы в качестве топлива для новой электростанции. Данная инвестиция позволит создать дополнительные рабочие места и улучшить экологическую ситуацию в Республике Коми», – добавляет Алексей Крюков, генеральный директор ООО «Биоэнергетическая компания».

Для Metso принцип производства энергии непосредственно в местах ее потребления с использованием местных возобновляемых источников стал бизнес-идеей «локальных энергетических решений». Местная децентрализованная выработка электро- и теплоэнергии на одной установке – это наиболее эффективный способ уменьшить выбросы парниковых газов в атмосферу. Теплоэлектростанции такого типа работают круглосуточно 7 дней в неделю в течение всего года независимо от погодных условий.



Технология «БиоГрейт». © MW Power



Схема теплоэлектростанции. © MW Power

«Данная электростанция является знаковым этапом в развитии распределенной энергетики, основанной на огромных российских ресурсах возобновляемой биомассы. Мы счастливы помочь ООО «Биоэнергетическая компания» в осуществлении ими первых шагов к поиску решений устойчивого развития местной энергетики», – говорит директор по Северо-Восточной Европе Матти Ярвинен, направление энергетики Metso. «Уникальность наших решений состоит в полноте поставки: все оборудование от системы топливоподачи до системы очистки уходящих газов будет поставлено Metso. Новая электростанция также будет управляться системой автоматизации Metso», – поясняет директор Николай Дорошенко, Россия, направление энергетики Metso.

Данный проект включен в портфель заказов направления целлюлозно-бумажного производства и энергетики Metso в четвертом квартале 2012 года.

Министерство развития промышленности и транспорта Республики Коми осуществляет внедрение программ развития в регионе. Проект работающей на биомассе электростанции «Биоэнергетической компании» входит в одну из программ и обладает статусом правительственной важности.

ООО «Биоэнергетическая компания» является поставщиком и продавцом электроэнергии в Республике Коми. Предприятие имеет обширные планы по инвестированию в регионе.

Профессионалы Metso специализируются на технологических решениях для целлюлозно-бумажной промышленности и энергетики. Наряду с новыми производственными линиями «под ключ» компания предоставляет услуги по модернизации оборудования и осуществляет полное сервисное обслуживание на протяжении всего срока эксплуатации, включая поставку обязательного комплекта для ремонта и техобслуживания оборудования.

www.metso.com/pulpanpaper, www.metso.com/power, www.twitter.com/MetsoPulpPaper

Metso – глобальный поставщик технологий и услуг для нефтяной, газовой, горнодобывающей, энергетической, строительной, целлюлозно-бумажной и других отраслей. Свыше 30 тысяч специалистов корпорации работают более чем в 50 странах, предлагая клиентам во всем мире экологически устойчивые и прибыльные решения. Ожидайте результатов.

www.metso.com, www.twitter.com/metsogroup
http://ins-news.com/ru_RU/100/878/2113/

Подпись 1: Технология «БиоГрейт». © MW Power

Подпись 2: Схема теплоэлектростанции. © MW Power

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с:

Николай Дорошенко, Директор, Россия, Теплоэнергетика, направление энергетики, Metso, тел. +7 985 222 34 74.

СЕНТЯБРЬ 10–13 КРАСНОЯРСК

Ведущая за Уралом!



XV ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА «ЭКСПОДРЕВ»

ExpoDrev Russia 13

K R A S N O Y A R S K

ВЫСТАВКА ДЕРЕВООБРАБОТКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

**В 2012 году выставка собрала 165 экспонентов
из 18 стран и 10 000 посетителей, из которых
более 70 % - специалисты отрасли.**

Красноярский край обладает крупнейшими в России лесосырьевыми ресурсами (7,8 млрд куб. м, или 9,4% общероссийского запаса леса), ресурсы по породно-качественным характеристикам относятся к лучшим в мире. 9 приоритетных проектов в области освоения лесов реализуются на территории края, среди которых Богучанский ЛПК, лесопромышленный комплекс «Ангара Пейпа», Енисейский фанерный комбинат, расширение Лесосибирского ЛДК № 1, Новоенисейский ЛХК, создание деревообрабатывающего производства «Мекран», модернизация лесоперерабатывающего комплекса в Енисейском районе группой «Малтат»

г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19,
МВДЦ «Сибирь», тел.: 22-88-616
expodrev@krasfair.ru
www.krasfair.ru

Организатор:



Официальная
поддержка:



Генеральный
информационный партнер:



Официальное
издание выставки:



Специальный
партнер выставки:



Стратегический
интернет-партнер выставки:



Стратегический
партнер выставки:



Информационная поддержка:





PONSSE

**МОЩНОСТЬ И КОМФОРТ
ГАРАНТИРУЮТСЯ**

PONSSE BUFFALO

Контакты региональных партнеров в
России и Республике Беларусь смотрите
на сайте www.ponsse.com

Лучший помощник на лесозаготовках
www.ponsse.com