

УДК 674(063)  
ББК 37.13  
Д 36

Д 36 **Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века**  
[Электронный ресурс]: труды XIV Международного евразийского симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2019. – 24,7 Mb. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics; дисковод, мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-94984-715-2

В книгу трудов включены доклады XIV Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», проходившего с 17 по 20 сентября 2019 года в городе Екатеринбург.

В трудах рассмотрены актуальные вопросы теории и практики организации деревообрабатывающего производства; эффективности использования инновационных и информационных технологий в фундаментальных научных и прикладных исследованиях, образовательных и коммуникативных системах и средах; технологии подготовки круглых лесоматериалов и их переработки с получением пиломатериалов; деревянного домостроения и отделки изделий из древесины лакокрасочными материалами; теории резания древесины, расчета режимов резания древесины на станках, совершенствования и проектирования принципиально нового технологического деревообрабатывающего оборудования и режущего инструмента, повышения их точности и надежности; экологии и безопасности и др.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 674(063)  
ББК 37.13

#### Организационный комитет:

Е.П. Платонов – председатель; М.В. Газеев – зам. председателя; С.В. Залесов – зам. председателя; Е.Е. Шишкина – зам. председателя; С.В. Щепочкин – модератор пленарного заседания и круглых столов; В.Г. Новоселов – ответственный редактор сборника трудов; О.В. Маковеева – пресс-секретарь, редактор газеты «Инженер леса»; Ф.Д. Анисимов – администратор сайта симпозиума

#### Члены оргкомитета:

А.Г. Гороховский, Н.В. Кузубина, А.И. Сафронов, Т.И. Тарасова, С.И. Колесников, О.Н. Чернышев, С.Б. Якимович

#### Редакционная коллегия:

В.Г. Новоселов – ответственный редактор; Э.Ф. Герц; А.Г. Гороховский; В.Н. Старжинский; С.Б. Якимович; О.Н. Чернышев; Н.В. Кузубина; В.П. Часовских; А.В. Вураско

#### Рецензенты:

А.П. Комиссаров – доктор технических наук, профессор Уральского государственного аграрного университета; П.С. Власов – генеральный директор ООО «Уралгипролеспром»

Ответственный за выпуск сборника В.Г. Новоселов  
Дизайн обложки М.В. Газеев

ISBN 978-5-94984-715-2



9 785949 847152

Электронный архив УГЛТУ

XIV

XIV INTERNATIONAL  
EURASIAN  
SYMPOSIUM  
17–20 September 2019



XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ЕВРАЗИЙСКИЙ  
СИМПОЗИУМ  
17–20 сентября 2019



## ДЕРЕВООБРАБОТКА: технологии, оборудование, менеджмент XXI века



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ  
17–20 сентября 2019

В рамках XII Евро-Азиатского лесопромышленного форума

## Электронный архив УГЛТУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛЕСНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (IUFRO)  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ICFFI)  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ «СТАНКОИНСТРУМЕНТ»  
АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ «ДРЕВМАШ»  
АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СЕКЦИИ НАУК О ЛЕСЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
УРАЛЬСКИЙ СОЮЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКОВ  
АССОЦИАЦИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ УРАЛА  
АССОЦИАЦИЯ УРАЛЬСКИХ МЕБЕЛЬЩИКОВ

### **ДЕРЕВООБРАБОТКА: ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА**

**ТРУДЫ  
XIV МЕЖДУНАРОДНОГО  
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА  
17–20 сентября 2019 г.**

*Электронное издание*

Екатеринбург  
2019

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛЕСНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
(IUFRO)**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ICFFI)**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

**СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ «СТАНКОИНСТРУМЕНТ»  
АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ «ДРЕВМАШ»**

**АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ СЕКЦИИ НАУК О ЛЕСЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УРАЛЬСКИЙ СОЮЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКОВ  
АССОЦИАЦИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ УРАЛА  
АССОЦИАЦИЯ УРАЛЬСКИХ МЕБЕЛЬЩИКОВ**

## **ДЕРЕВООБРАБОТКА:**

**ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МЕНЕДЖМЕНТ XXI ВЕКА**

**ТРУДЫ  
XIV МЕЖДУНАРОДНОГО  
ЕВРАЗИЙСКОГО СИМПОЗИУМА  
17–20 сентября 2019 г.**

*Электронное издание*

**ЕКАТЕРИНБУРГ  
2019**

УДК 674(063)

ББК 37.13

Д 36

Д 36            **Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века**  
[Электронный ресурс]: труды XIV Международного евразийского симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2019. – 24,7 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics; дисковод, мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-94984-715-2

В книгу трудов включены доклады XIV Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века», проходившего с 17 по 20 сентября 2019 года в городе Екатеринбург.

В трудах рассмотрены актуальные вопросы теории и практики организации деревообрабатывающего производства; эффективности использования инновационных и информационных технологий в фундаментальных научных и прикладных исследованиях, образовательных и коммуникативных системах и средах; технологии подготовки круглых лесоматериалов и их переработки с получением пиломатериалов; деревянного домостроения и отделки изделий из древесины лакокрасочными материалами; теории резания древесины, расчета режимов резания древесины на станках, совершенствования и проектирования принципиально нового технологического деревообрабатывающего оборудования и режущего инструмента, повышения их точности и надежности; экологии и безопасности и др.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 674(063)

ББК 37.13

#### **Организационный комитет:**

Е.П. Платонов – председатель; М.В. Газеев – зам. председателя; С.В. Залесов – зам. председателя; Е.Е. Шишкина – зам. председателя; С.В. Щепочкин – модератор пленарного заседания и круглых столов; В.Г. Новоселов – ответственный редактор сборника трудов; О.В. Маковеева – пресс-секретарь, редактор газеты «Инженер леса»; Ф.Д. Анисимов – администратор сайта симпозиума

#### **Члены оргкомитета:**

А.Г. Гороховский, Н.В. Куцубина, А.И. Сафронов, Т.И. Тарасова, С.И. Колесников, О.Н. Чернышев, С.Б. Якимович

#### **Редакционная коллегия:**

В.Г. Новоселов – ответственный редактор; Э.Ф. Герц; А.Г. Гороховский; В.Н. Старжинский; С.Б. Якимович; О.Н. Чернышев; Н.В. Куцубина; В.П. Часовских; А.В. Вураско

#### **Рецензенты:**

А.П. Комиссаров – доктор технических наук, профессор Уральского государственного аграрного университета; П.С. Власов – генеральный директор ООО «Уралгипролеспром»

Ответственный за выпуск сборника В.Г. Новоселов  
Дизайн обложки М.В. Газеев

ISBN 978-5-94984-715-2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2019



## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» организуется и проводится Уральским государственным лесотехническим университетом уже четырнадцатый год и является ключевым мероприятием конгрессной части выставки LESPROM-URAL Professional.

В настоящее время правительство уделяет особое внимание прикладной науке и коммерциализации научных разработок, что утверждено в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и Национальных проектах, которые направлены на обеспечение прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, повышения уровня жизни, создания условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека.

Во время работы симпозиума ученые и специалисты из различных научных, образовательных и производственных организаций рассматривают вопросы совершенствования техники и технологии лесопромышленного комплекса от получения круглых лесоматериалов до готовых изделий. Сегодня симпозиум стал центром, вокруг которого объединились различные презентационные и деловые мероприятия ежегодного Евро-Азиатского лесопромышленного форума в рамках отраслевых выставок GRAND EXPO-URAL: LESPROM-URAL, «ЭКСПОМЕБЕЛЬ-УРАЛ», AQUAPROM-URAL, «УТИЛИЗАЦИЯ».

Евро-Азиатский форум – это площадка для профессионального общения и обсуждения важных проблем в различных отраслях лесопромышленного комплекса. Участие в работе форума обучающихся, аспирантов и молодых ученых способствует сохранению, воспроизводству и развитию интеллектуального и инженерного потенциала. Насыщенная программа форума позволяет участникам мероприятий наладить деловые контакты и продемонстрировать свои достижения.

От имени Уральского государственного лесотехнического университета приветствую всех участников XIV Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». Желаю всем плодотворной работы, результативных деловых контактов и отличного настроения!

*Врио ректора УГЛТУ Е.П. Платонов*



## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

### **EFFICIENCY AND COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISES OF THE FOREST COMPLEX**

УДК 674.2

**М.В. Газеев, Н.А. Кошелева, О.Н. Чернышев**  
(M.V. Gazeev, N.A. Kosheleva, O.N. Chernishev)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: gazeev\_m@list.ru

#### **ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОКОН КАК ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА**

#### **ASSESSMENT OF THE CURRENT CONDITION OF THE PRODUCTION OF WINDOWS AS A BASIS FOR CAREFULL PRODUCTION AND IMPROVED PRODUCTION OF LABOR PRODUCTION**

*В результате изучения и анализа технологического процесса изготовления окон по данным действующего предприятия решался целый ряд задач. Изучались конструкция окон, расход материалов и припусков на обработку при их изготовлении. Рассчитывалась производительность и загрузка существующего оборудования. Рассмотрены режимы и качество обработки деревянных деталей окон, а также причины появления брака, организация рабочих мест и содержание работ. Выполнялся анализ схемы размещения оборудования в цехе и организация технологического процесса в целом [1, 2].*

*As a result of the study and analysis of the technological process of manufacturing windows according to the data of the existing enterprise, a number of tasks were solved. Studied the design of windows, the consumption of materials and allowances for processing in their manufacture. Calculated performance and load of existing equipment. Modes and quality of processing of wooden parts of windows, as well as the causes of marriage, organization of jobs and maintenance of work. Analyzed the layout of equipment in the shop and the organization of the technological process in general [1, 2].*

Низкая производительность труда остается одним из главных барьеров для развития Российской экономики. Более чем двукратное отставание России в этой сфере от стран Евросоюза фиксируется российской и зарубежной статистикой.

Действует Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Его цель – обеспечить рост производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики не ниже 5 % к 2024 году.

Производительность труда измеряется количеством продукции, выработанной в единицу времени, или количеством рабочего времени, затраченным на производство единицы продукции. Под *производительностью труда* понимается тот полезный эффект, который получает общество в результате определенных трудозатрат.

Повышение производительности труда К. Маркс назвал всеобщим экономическим законом, а В.И. Ленин считал производительность труда самым важным, самым главным для победы нового общественного строя [1].

Увеличение выработки или снижение трудоемкости может быть достигнуто различными способами. Основные факторы роста производительности можно разделить на три группы.

*Первая группа* включает факторы, связанные с повышением технического уровня производства, такие как:

1. Механизация и автоматизация производства.
2. Внедрение новых видов оборудования и новых технологических процессов.
3. Совершенствование технологии на базе действующего оборудования (типизация, унификация, нормализация и стандартизация изделий и их элементов, применение высокопроизводительной оснастки и др.).
4. Модернизация действующего оборудования.
5. Повышение режимов работы оборудования.
6. Обеспечение надежности, долговечности и безопасности оборудования.
7. Применение новых материалов, улучшение качества исходного сырья.
8. Совершенствование конструкций изделий и повышение их качества.
9. Механизация тяжелых и трудоемких работ.
10. Повышение технического уровня производства является основным решающим фактором роста производительности труда.

Значительный эффект наблюдается при механизации вспомогательных работ (фактически затраты труда рабочих по обслуживанию производства составляют 30–35 % всех трудозатрат).

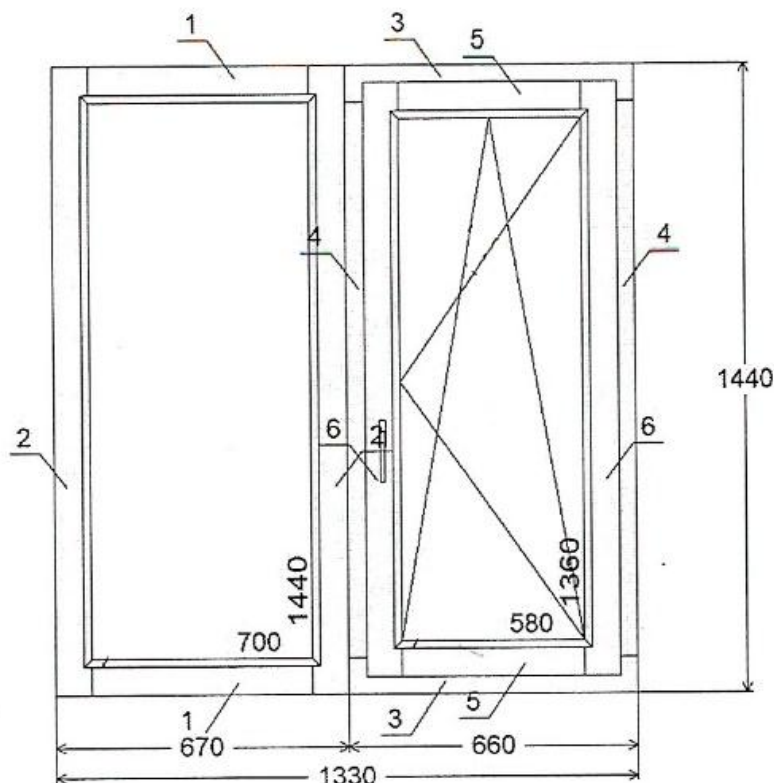
*Вторую группу* составляют факторы роста производительности труда, связанные с улучшением организации труда, производства и управления. К этой группе можно отнести:

1. Специализацию производства.
2. Специализацию оборудования и рабочих мест.
3. Централизацию и специализацию вспомогательного производства.
4. Создание и внедрение рациональных нормативов обслуживания.
5. Внедрение рациональных приемов и методов труда.
6. Рациональную организацию рабочих мест и их материально-технического обслуживания.
7. Совершенствование системы нормирования и оплаты труда.
8. Сокращение не производственных потерь рабочего времени.
9. Совершенствование структуры и методов планирования и материально-технического снабжения.
10. Рационализацию и механизацию труда ИТР и служащих.
11. Совершенствование форм морального и материального стимулирования.
12. Улучшение организации контроля качества продукции, снижение потерь от брака.

*Третья группа* факторов – это относительное уменьшение численности работающих в связи с увеличением объема производства, повышение квалификации работающих, развитие соревнования работающих и т. п.

Как известно, цель деятельности любого промышленного предприятия – выпуск продукции требуемого качества в заданном объеме и ассортименте, поэтому перед исследователями ставилась цель выполнить анализ технологического процесса изготовления оконных блоков на ООО ПК «Лесстроймонтаж» (г. Березовский).

При проведении анализа был выбран оконный блок 15–13,5 с габаритными размерами 1440 × 1330 мм с одной поворотной-откидной створкой и двумя спаренными коробками толщиной 78 мм, приведенный на рисунке.



Оконный блок 15–13,5

Оконный блок состоит из следующих элементов:

- рама левая (коробка) глухая 1 440 × 670 × 78 мм;
- 1 – брусок горизонтальный – 700 мм – 2 шт. = 1,4 м;
- 2 – вертикальный брусок – 1 440 мм – 2 шт. = 2,88 м;
- рама правая (коробка) 1 440 × 660 × 78 мм;
- 3 – брусок горизонтальный 660 мм – 2 шт. = 1,32 м;
- 4 – брусок вертикальный 1 440 мм – 2 шт. = 2,88 м. Итого в коробке 8,48 м;
- створка правая 1360 × 580 × 78 мм;
- 5 – брусок горизонтальный 580 мм – 2 шт. = 1,16 м;
- 6 – брусок вертикальный 1 360 мм – 2 шт. = 2,72 м. Всего 3,88 м.

Анализ технологии изготовления оконного блока показал, что на производстве существует масса проблем. Из-за ограниченности производственных площадей неправильно организованы рабочие места у торцовочных станков MAGGI. Расположение пакета с заготовками длиной 1,5 м одно для обеих торцовщиц вынуждает их за каждой заготовкой двигаться назад с поворотом на 180°, затем возвращаться к станку и снова поворот корпуса на 180°, в то время как заготовки должны находиться в пределах вытянутой руки рабочего.

Перенос со стола торцовочного станка и укладка выпиленных брусков с пороками и дефектами древесины плотно в пакет на поддон занимает до 25–30 % времени цикла торцовки одной заготовки длиной 1,5 м и вынуждает рабочих совершать непроизводительные движения, а при укладке нижних слоев на уровне 0,2 м – с сильным наклоном. Точно так же при укладке качественных заготовок-коротышей. В итоге – значительное снижение производительности труда.

Кусковые отходы следует просто сбрасывать в контейнер, вывозить из цеха и при необходимости укладывать в пакет вспомогательными рабочими (установить для них норматив). Только за счет этого можно повысить производительность на торцовке на 20–25 %.

Необходимо добавить местное освещение до 400 лк. Наибольшие потери древесины возникают при раскрое заготовок длиной 1,5 м на заготовки-коротыши для сращивания сечения 50 × 92, 50 × 78 и 50 × 68 мм по продольно-поперечной схеме раскроя досок. Потери составляют 18 % в среднем в зависимости от качества пиломатериалов.

Доски длиной 6 м вначале режутся на заготовки длиной 1,5 м, которые торцуются повторно на коротыши с вырезкой всех пороков и дефектов. Даже при минимальной длине без дефектных заготовок (180 мм), идущих на сращивание, на концах большинства заготовок длиной 1,5 м имеются участки качественной древесины, длина которых меньше 180 мм. В сумме это будет заготовка точно длиной более 180 мм. Но такие участки или вырезаются вместе с сучком, или выпиливаются дополнительным резом и отправляются в отходы, тем самым снижается полезный выход на 2–3 %. В связи с этим следует в целях экономии древесины использовать заготовки длиной хотя бы 3 м, а в перспективе – сразу выпиливать пороки и дефекты древесины из доски длиной 6 м.

На торцовочных станках MAGGI рабочим следует более точно выпиливать пороки и дефекты, не оставлять на брусках-отходах много качественной древесины. В настоящий момент подобные ошибки может объяснить, во-первых, стремление рабочих напилить больше, и поэтому им некогда присматриваться к плохо видимым сучкам и другим порокам, и, во-вторых, дефекты проявились после других технологических операций, поэтому «лучше отпилить с запасом вокруг него».

Для более точной оценки качества древесины следует начинать технологический процесс изготовления клееного бруса с предварительного фрезерования обрезных досок по сечению на четырехстороннем станке для вскрытия всех пороков и дефектов древесины и большей наглядности о поверхности доски для рабочих [2].

В настоящее время в массовом производстве окон заготовки перед склеиванием по длине не подбираются по текстуре, направлению годовых слоев по отношению к пласти (желательно использовать рациональные заготовки), так как их почти не видно на нефрезерованной поверхности, а введение операции предварительного фрезерования позволило бы частично снизить коробление, разнотолщинность и разноширинность заготовок или исходных досок длиной 6 м.

В настоящее время толщина сухих досок и заготовок колеблется от 48 до 56 мм вместо установленной толщины 50 мм, что отрицательно сказывается на сращивании заготовок по длине: они не плотно укладываются на подающей каретке линии сращивания, что может привести к нарушению геометрии шипов. В результате на пластьях и кромках смежных сращенных заготовок получаются провесы до 3–5 мм в шиповых соединениях и коробление по кромке, что увеличивает припуск на обработку и затрудняет качественное фрезерование на четырехстороннем станке WINNER BL-23.

Перед началом технологического процесса необходимо проводить контроль влажности и температуры заготовок и досок, особенно при хранении на улице и под навесом; в зимний и дождливый периоды необходимо дополнительное укрытие. Правильным решением будет организация промежуточного хранения сухих пиломатериалов в цехе или на складе, а перед обработкой пиломатериалы должны выдерживаться в условиях цеха для стабилизации древесины в течение 2–3 суток.

После выгрузки из сушильной камеры пиломатериалы необходимо также выдерживать в плотных пакетах в течение 2–3 суток до полного остывания и снятия

внутренних напряжений, чтобы избежать трещин на пластьях заготовок, которые встречаются в настоящее время почти на каждой 4–5 заготовке и при торцовке не выпиливаются, а также могут появиться после любой технологической операции и в готовом оконном блоке. Результатом некачественной сушки, несоблюдения этапов и режимов сушки и неправильного хранения является также коробление досок и заготовок.

Продольный раскрой заготовок шириной 151 мм на заготовки для бруса шириной 92, 78 и 68 мм производится на форматно-раскrojном станке ROBLAND Z 3200 при ручной подаче. Это трудоемкий и непроизводительный процесс, он не обеспечивает получение точной ширины: наблюдается отклонение от 2 до 5 мм. Кроме того, из-за короткой направляющей ручного прижима линейки, кромки заготовок получаются криволинейными («сабля» или «волна»), что требует увеличения припусков на обработку и отрицательно сказывается на точности ширины склеенной по длине заготовки, так как возникают провесы по кромкам.

Следует отметить, что в качестве контрольно-мерительного инструмента рабочие имеют только рулетки. Для контроля толщины и ширины заготовок, размеров деталей необходимы штангенциркули.

Технические возможности линий сращивания MVF-5 позволяют склеивать по длине заготовки-коротыши шириной 151 мм, а после технологической выдержки производить продольный раскрой на заданную ширину (92, 78, 68 мм). Производительность линии сращивания составляет 1 386 м/смену однократных по ширине заготовок (или 92, или 78, или 68 мм). При склеивании двукратных заготовок шириной 151 мм, из которых после продольного раскроя можно получить 2 заготовки: шириной 78 мм и 68 мм или 68 мм и 68 мм; таким образом, производительность линии можно увеличить в 2 раза.

На торцовку для выпиливания пороков и дефектов также могут подаваться заготовки шириной 151 мм, что уменьшает вспомогательное время на подачу длинных и коротких заготовок, укладку коротышей, удаление отходов, что будет способствовать повышению производительности на этом участке.

Для повышения сменной производительности на участке торцовки и склеивания по длине предлагается установить скользящий график работы практически без перерывов, во время которых вместо основных рабочих будут работать подменные рабочие. Общее время всех перерывов составляет 2 часа. Чистое операционное время – 10 часов, за которые сращивается 1 418 метров. За дополнительные 2 часа можно срастить почти 280 метров (на 46 брусьев), а также расторцевать 350 м заготовок и вырезать пороки (и это без учета кратности по ширине). Увеличение производительности составит почти 20 %.

Самым узким местом в существующем технологическом процессе является склеивание бруса из двух заготовок (92 + 78 мм) для створки и (92 + 68 мм) для коробки оконного блока. Увеличение производительности практически ограничено, во-первых, техническими возможностями самого процесса STROMAB, а во-вторых, временем отверждения клея на основе ПВА. Реальной возможности повышения производительности в течение смены нет, поэтому при увеличении объема производства окон до 4 000 м<sup>2</sup>/месяц необходима установка еще одного пресса с длиной прессования 3 м.

Технологическими режимами изготовления клееных материалов из древесины регламентируется обязательная технологическая выдержка после любого вида склеивания [2]. При использовании клеев на основе поливинилацетатной дисперсии («Клейберита 303» и «Клейберита 304») необходима технологическая выдержка как минимум 8 часов (до 72 часов) при температуре 18–22 °С. В течение этого времени

происходит окончательное отверждение клея, снятие внутренних напряжений, выравнивание влажности по сечению бруса.

Механическая обработка возможна только после технологической выдержки. Она не выполняется после сращивания по длине, так как склеенные заготовки почти сразу обрабатываются на четырехстороннем станке WINNER BL-23. Клееный брус после прессования также практически сразу распиливается пополам, затем обрабатывается на фуговальном станке PANNANS и четырехстороннем станке.

Это является причиной появления непроклеев, зазоров в клеевых соединениях, трещин, коробления из-за внутренних напряжений и деформаций при обработке. При любой механической обработке неотвердевшие клеевые швы в результате вибрации и ударов лопаются, и прочность склеивания снижается.

Брус на технологическую выдержку должен укладываться на поддоне строго горизонтально на калиброванных по толщине прокладках, расположенных через 400 мм, а от торца бруса – не более 100 мм, то есть для бруса длиной 3,02 м надо 5 прокладок. Клеевые слои должны быть расположены горизонтально, и сверху желательно придавить чем-нибудь тяжелым.

Не следует наносить клей на основе ПВА на заготовки заранее, открытая и закрытая выдержка должна быть не более 5–7 мин, иначе снижается прочность клеевого соединения. Емкость с клеем должна быть закрыта, а клеевой валец – периодически промываться и высушиваться.

Вызывает сомнение необходимость обработки толстых клееных заготовок (бруса толщиной 86 мм) длиной всего 1,5 м на фуговальном станке для создания базовых поверхностей перед фрезерованием на четырехстороннем станке. Объясняют это тем, что брус имеет коробление. Причинами коробления могут быть разнотолщинность склеенных заготовок, неравномерность нанесения клея и давление прессования, повышенная влажность древесины и отсутствие технологической выдержки.

Операция фугования удлиняет цикл изготовления оконного бруса и повышает его технологическую себестоимость.

Изготовление клееного бруса длиной 3,02 м и его раскрой на длину около 1,5 м экономически не выгодно, так как возникают потери бруса при раскрое на короткие поперечные (горизонтальные) бруски створок, остаются неделовые обрезки бруса от 180 до 350 мм, в смену это составляет около 15 м бруса. Экономичнее было бы изготовление бруса длиной 6 м.

Основное оборудование для изготовления окон из клееного бруса, установленное в цехе, имеет достаточную загрузку и возможности для увеличения объема выпускаемых окон до 400 м<sup>2</sup>/месяц.

На участках шлифования и монтажа окон преимущественно с ручной работой могут быть установлены дополнительные рабочие столы. Для уменьшения трудоемкости шлифования можно установить широколенточный шлифовально-калибровальный станок.

На участке отделки должна быть усилена вентиляция, установлено устройство для подачи чистого сухого и теплого воздуха, тамбур-шлюз или хотя бы двери, отделяющие помещения для нанесения лакокрасочных материалов и сушки от других помещений, требуется ремонт и очистка стен, потолков и т. д.

Для повышения производительности качества отделки, снижения трудоемкости и физических усилий при транспортировке створок и коробок может быть установлен подвесной конвейер с двумя распылительными кабинами и камерой сушки.

Необходимо повышать квалификацию рабочих. Анализ существующего технологического процесса изготовления окон показал, что изначально был неправильно выстроен технологический процесс: из-за ограниченности в

производственных площадях не были организованы технологически специализированные участки изготовления клееного бруса и деталей и сборочных единиц окон.

Технологические потоки изготовления клееного бруса и деталей окон многократно пересекаются друг с другом; материалы, заготовки, детали перемещаются из одной части цеха в другую на значительные расстояния.

Оборудование в цехе расположено без учета последовательности выполнения технологических операций, в результате – большое количество транспортных операций, которые выполняют производственные рабочие, часто отвлекаясь от основной работы.

Установленное оборудование имеет различную производительность, поэтому нет ритмичности производства окон, но требуются межоперационные запасы, а значит, площади для их хранения.

Производительность участка изготовления клееного бруса не соответствует производительности последующего оборудования и не может обеспечить увеличение производственной программы по выпуску окон.

Изучение технологического процесса и его анализ показал, что в основном используются оборудование и технологии начала 90-х годов. Станки устарели морально и физически, они изношены, скорость работы, производительность и качество обработки невысоки. Применяются старые технологии, много ручного труда, большое количество непроизводительного труда, отсюда – высокие материальные и трудовые затраты, высокая себестоимость продукции, низкая прибыль. Нет резерва производства для дальнейшего развития предприятия, поэтому требуются техническое переоснащение, модернизация и расширение производства окон.

## Библиографический список

1. Родионов С.В., Прокофьев Н.М. Типизация технологических процессов в деревообработке. М.: Лесная промышленность, 1973. 152 с.

2. Кошелева Н.А. Технология обработки изделий из пиломатериалов: учебн. пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 106 с.

УДК 630\*6

**Э.Ф. Герц, А.Ф. Уразова**

(E.F. Gertz, A.F. Urazova)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: [ura-alina@mail.ru](mailto:ura-alina@mail.ru)

## **ВНЕДРЕНИЕ ЕГАИС КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ЛЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **THE INTRODUCTION OF THE UNIFIED STATE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM AS ONE OF THE METHODS OF GOVERNMENT REGULATION OF THE FOREST PRODUCTS MARKET**

*Статья посвящена актуальной проблеме незаконных рубок и нелегальному обороту древесины. Рассмотрены меры государственного воздействия, направленные на борьбу с незаконной заготовкой древесины в нашей стране. Одной из таких мер для организации контроля учета и происхождения древесины стала введенная в действие*



*Единая государственная автоматизированная система («ЛесЕГАИС»). Рассмотрен принцип работы «ЛесЕГАИС». Выявлены проблемы действующей системы и предложены пути совершенствования.*

*The article is devoted to the actual problem of illegal logging and illegal timber trade. The measures of state influence aimed at combating illegal logging in our country are considered. One of such measures, for organizing the control of registration and origin of wood, was the introduced Unified State Automated System (“LesEGAIS”). Considered the principle of the “LesEGAIS”. The problems of the existing system are identified and ways for improvement are suggested.*

Рынок лесной продукции – один из динамично развивающихся секторов экономики, который вследствие своих объемов производства и потребления вызывает интерес как отечественных, так и иностранных производителей. Однако проблемы функционирования лесного рынка и государственного регулирования производства и оборота лесной продукции определяют важность поиска новых путей совершенствования стратегии развития учета на рынке лесной продукции, которые должны предусматривать использование методологического и методического инструментария.

Россия занимает второе место в мире по производству круглых лесоматериалов (а это почти 176 млн м<sup>3</sup> в год). Является ведущим экспортером древесного сырья (необработанных лесоматериалов), занимая первое место в мире; после – Новая Зеландия и США. Наша страна также является крупным производителем пиломатериалов: занимает второе место в мире после Канады [1]. Экспорт российского круглого леса и пиломатериалов в последние годы развивается стабильно.

Одной из основных проблем организации устойчивого и эффективного лесопользования в России является незаконная заготовка древесины, включающая: рубки, проводимые без разрешительных документов; рубки ценных пород деревьев; многократное использование разрешений на рубку леса; умышленный поджог древостоев; повреждение деревьев с целью получения легальной возможности их заготовки; неконтролируемую вырубку; несоблюдение установленных ограничений на проведение рубок в защитных лесах и на особо защитных участках. Ежегодный объем нелегально заготовленной древесины составляет около 1 млн м<sup>3</sup>.

В числе основных шагов в борьбе с незаконными рубками можно выделить такие меры государственного воздействия, как принятие Федерального закона № 415-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях», в котором предусматривается:

- установление уголовной, административной ответственности за продажу или приобретение заведомо незаконно заготовленных лесоматериалов и продукции из незаконной древесины;
- содействие развитию добровольной лесной сертификации, как реального механизма обеспечения законности и устойчивости лесопользования;
- поддержка пилотных проектов в области устойчивого управления лесами и контроль за их использованием в субъектах РФ;
- обязательный учет всей заготовленной древесины, при экспорте необходима поштучная маркировка древесины ценных пород (дуба, бука и ясеня).

Одним из инструментов организации контроля учета и происхождения древесины в нашей стране стала введенная в действие с февраля 2014 года электронная система учета контроля за оборотом древесины «ЛесЕГАИС».

«ЛесЕГАИС» – это единая государственная автоматизированная информационная система, предназначенная для государственного контроля заготовки, реализации

древесины, в том числе и пиломатериалов, их импорта и экспорта. «ЛесЕГАИС» проводит учет древесины в стране и контролирует сделки с ней, а также их правомерность в соответствии с законодательством РФ. Особенно активно предполагается осуществлять контроль заготовки особо ценных пород, таких как дуб, бук и ясень.

Обязательному декларированию в системе ЕГАИС в текущем периоде подлежат сделки со следующими товарными группами: лесоматериалы необработанные (хлысты, бревна, балансы, дрова); пиломатериалы хвойных пород, пиломатериалы лиственных пород: шпалы деревянные непитанные, брусья деревянные непитанные. Не подлежат декларированию в данный период времени обработанные пиломатериалы: пиломатериалы профилированные; клеёные изделия из древесины; столярные изделия; окрашенные, протравленные, обработанные креозотом или другими консервантами лесоматериалы, шпалы, брусья; сборные деревянные конструкции; фанера; плиты древесно-волоконистые из древесины; плиты древесно-стружечные; тара деревянная; щепа, стружка, древесная шерсть и мука [2].

Основная задача создания «ЛесЕГАИС» в том, что абсолютно все звенья, через которые будет проходить продукция предприятий ЛК, будут отражать поставки, отгрузки, поступление, то есть осуществлять полный контроль за древесиной, начиная с ее заготовки и заканчивая реализацией конечному пользователю. Для этого в системе «ЛесЕГАИС» должны быть зарегистрированы все производители, поставщики и потребители древесины. Это означает, что заготовитель может поставлять продукцию, только если сам зарегистрирован в системе и если является зарегистрированным поставщиком. Поставщики не смогут отгрузить продукцию потребителям, не зарегистрированным в системе ЕГАИС.

Для оформления и фиксации поставки в «ЛесЕГАИС» не требуется специальное программное обеспечение. Декларация загружается в систему в онлайн-режиме через Интернет после регистрации на сайте [lesegais.ru](http://lesegais.ru).

В «ЛесЕГАИС» содержатся не только данные об объемах древесины и о сделках с ней, но и о документах, характеризующих объемы и сделки.

В единой государственной автоматизированной информационной системе учета древесины и сделок с ней содержится задокументированная информация о [2]:

- 1) юридических лицах, осуществляющих заготовку древесины;
- 2) договорах аренды лесных участков;
- 3) договорах купли-продажи лесных насаждений;
- 4) праве постоянного (бессрочного) пользования лесными участками;
- 5) лесных декларациях;
- 6) отчетах об использовании лесов;
- 7) юридических лицах, совершивших сделки с древесиной;
- 8) декларациях о сделках с древесиной;
- 9) фактическом объеме полученной древесины;
- 10) маркировке древесины.

Декларация о сделке загружается в систему не позднее чем за один день до транспортировки древесины.

*Как производится учет древесины?* Для заготовки древесины организация должна иметь договор аренды лесного участка, на котором производятся работы. После окончания работ на лесосеке составляется акт об окончании работ. В нем указываются данные о количестве заготовленной древесины, а также о последующей реализации.

На основании акта составляется лесная декларация, а также отчет об аренде, который подается через «ЛесЕГАИС» не позднее десятого числа ежемесячно.

Все вышеперечисленные документы формируются и подаются через систему «ЛесЕГАИС» для отчетности и контроля со стороны органов госвласти. Сроки подачи должны быть соблюдены в обязательном порядке.

«ЛесЕГАИС» высылает предпринимателям уведомления о каждом упоминании компании в качестве контрагента по сделке. Таким образом, если заключается сделка и компания-продавец вносит декларацию в «ЛесЕГАИС», то компания-покупатель получит уведомление о том, что она указана в декларации, занесенной в систему, а значит, если она еще не подала декларацию о покупке древесины, стоит это сделать.

Если обе стороны внесли сделку в систему, то такое письмо будет лишь вспомогательным уведомлением. Но если компанию укажут в качестве стороны сделки, а этой сделки она не заключала, то такое уведомление можно будет направить в контролирующие и правоохранительные органы для проведения расследования.

При транспортировке древесины организацией должны оформляться сопроводительные документы, в которых обязательно должен быть указан объем перевозимой продукции. Сопроводительный документ в обязательном порядке следует оформлять при любом виде перевозки (автомобильным, железнодорожным, водным или иным транспортом).

За транспортировку древесины без оформленного в установленном лесным законодательством порядке сопроводительного документа предусмотрена административная ответственность, а именно:

- на должностных лиц – наложение административного штрафа в размере от 30 до 50 тыс. рублей с конфискацией древесины и (или) транспортных средств, являющихся орудием совершения административного правонарушения, либо без таковой;
- на юридических лиц – от 500 до 700 тыс. рублей с конфискацией древесины и (или) транспортных средств, являющихся орудием совершения административного правонарушения либо без таковой [2].

Если перевозка древесины осуществляется без смены собственника, не на продажу, то в этом случае наличие сопроводительных документов необязательно, но в случае проверки необходимо предъявить документ о переходе права собственности на круглые лесоматериалы или пиломатериалы. При подаче декларации они также учитываются в «ЛесЕГАИС».

Согласно статье 30 Лесного кодекса Российской Федерации [3] регламентируется возможность заготовки древесины гражданами России для собственных нужд. В ЕГАИС отражаются сведения по ее заготовке. По договорам купли-продажи лесных насаждений вводятся отчеты по использованию этой древесины органами государственной власти.

Получив разрешение, жители сельской местности могли заготовить древесину, а затем продать ее. Эта практика использовалась широко и позволяла отдельным участникам рынка получать значительные преимущества. Начиная с 1 февраля 2013 года, согласно новой редакции статьи 30 Лесного кодекса РФ, «древесина, заготовленная гражданами для собственных нужд, не может отчуждаться или переходить от одного лица к другому иными способами». Однако эта древесина по-прежнему попадает на рынок.

Фактически предоставление древесины гражданам на льготных условиях во многих регионах выполняло сразу три функции:

- а) обеспечивало людей той древесиной, которая была им нужна – для отопления, строительства или ремонта;
- б) позволяло малоимущим сельским жителям оплатить частью предоставленной им древесины услуги по заготовке и доставке этой древесины из леса;

в) обеспечивало мелким лесозаготовителям дополнительный доступ к лесным ресурсам в обход неподъемных для них стандартных бюрократических процедур.

Правильно это или нет – отдельный вопрос, но у законодателей, очевидно, было свое представление: древесина, предоставленная гражданам для собственных нужд, должна использоваться только ими и только для этих нужд. Именно это представление и было реализовано в новом законе. Теперь малоимущий сельский житель, не имеющий возможности ни самостоятельно заготовить древесину, например, в силу возраста или отсутствия навыков, ни оплатить заготовку и доставку «льготной» древесины в силу малости, например, пенсии, или вообще отсутствия источников дохода, столкнется с невозможностью реализации полученной льготы.

Может быть, пути решения этой проблемы будут найдены, если реальной потребности в данной услуге нет или ее невозможно получить. Одним из возможных решений была бы монетизация этой льготы.

Рассматриваемая автоматизированная система применяется не только в целях учета правоотношений, предмет которых – продажа древесины, но также для проведения аналитической работы в целях выстраивания экономической политики в сегментах экономики, для которых характерны данные подобные соглашения между хозяйствующими субъектами.

В целом такая система проверки законности происхождения древесины, совмещающая в себе документальную проверку и использование информационных систем, является эффективной мерой противодействия вывозу из РФ незаконно заготовленной древесины ценных пород, однако в ней имеется ряд «слабых мест»:

1) ЕГАИС предназначена для выявления лесонарушений в процессе транспортировки древесины, в пунктах приема древесины или в пунктах пропуска через государственную границу, а не в местах заготовки. Этот подход не исключает незаконные рубки, а только выявляет их. Необходимо перенести контроль в лес, для этого должна быть восстановлена лесная охрана. От 40 до 50 % всех случаев незаконной рубки может выявляться при проведении патрулирования территории сотрудниками лесничеств [4];

2) специалисты, работающие в сфере лесных отношений, в недостаточной мере ознакомлены с правилами и процедурами, реализуемыми в системе;

3) в «ЛесЕГАИС» отсутствуют сведения о транспортировке древесины, что приводит к невозможности контроля объемов лесоматериалов от лесосеки до места потребления;

4) существует проблема, связанная с учетом пунктов перехода прав собственности. В связи с отсутствием закрепленных на законодательном уровне требований пункты приобретения древесины становятся местом сбыта незаконно добытой древесины, легализации более дорогих и качественных круглых лесоматериалов [5];

5) отсутствуют возможности взаимодействия информационных систем Федеральной таможенной службы и «ЛесЕГАИС» с использованием единой системы межведомственного электронного взаимодействия, а также механизмы отслеживания объемов древесины на момент заготовки и объемов древесины, указанных во внешнеторговом контракте [5].

Для совершенствования системы «ЛесЕГАИС» можно предложить ряд мероприятий:

1) проведение системного обучения с пользователями, специалистами системы государственного управления лесами и лесного бизнеса. Необходимы мероприятия по дистанционному обучению нормам 415-ФЗ и работе ЕГАИС для всех желающих в виде вебинаров;

2) оснащение аппаратурой ГЛОНАСС транспортных средств, которые осуществляют рубку лесных насаждений и транспортировку древесины;

3) добиваться в «ЛесЕГАИС» полноты и достоверности данных, обеспечивающих полный контроль потоков древесины, чтобы полностью проследить оборот лесоматериалов от лесосеки до мест переработки или экспорта;

4) необходимо активизировать совместную работу по постоянному информационному взаимодействию с профильными ведомствами – Федеральной таможенной службой, Министерством внутренних дел, Федеральной службой судебных приставов, Федеральной налоговой службы – для более эффективного использования информации, содержащейся в «ЛесЕГАИС», и оперативного выявления и исключения из оборота незаконно заготовленной древесины;

5) для повышения эффективности работы органов государственной власти субъектов Российской Федерации необходимо применение данных космического мониторинга о незаконном лесопользовании. Это позволит точнее учитывать незаконные рубки и выявлять территории, где необходимо вмешательство правоохранительных органов [5];

6) внедрение программно-технических средств, позволяющих контролирующим органам осуществлять проверку фактического объема заготовленной древесины непосредственно на месте.

Лесозаготовителей ждут изменения, касающиеся сопроводительного документа, которые произойдут в ближайшее время. До сих пор сопроводительный документ на перемещаемую партию древесины не вносился в «ЛесЕГАИС», не было требований по его хранению, он был незащищен, что приводило и приводит к ситуации, когда сопроводительный документ не обеспечивает прослеживаемость оборота товара от лесосеки до переработки или экспорта, не является препятствием для легализации незаконно заготовленной или незаконно поступившей в оборот древесины [6].

В предлагаемых изменениях в лесное законодательство – выдача электронного сопроводительного документа (ЭСД) уполномоченным представителям юридического лица или индивидуального предпринимателя на транспортировку древесины в лесничествах субъекта РФ в соответствии с объемом, указанным в договоре купли-продажи лесных насаждений, или заявленной в лесной декларации древесины на конкретной лесосеке.

По дополнительному заявлению сопроводительные документы могут быть выданы дополнительно или списаны в случае их утери или порчи. Каждый выданный сопроводительный документ должен быть привязан к конкретной лесосеке. Сведения о привязке совокупности сопроводительных документов к лесосеке вносятся лесничеством в «ЛесЕГАИС». Такая привязка делает совокупность сопроводительных документов по функционалу современным аналогом действовавшего ранее в лесном законодательстве разрешительного документа на рубку лесных насаждений – лесорубочного билета.

Началом использования сопроводительного документа считается первоначальное внесение на него информации, установленной Постановлением Правительства РФ от 21.06.2014 г. № 571. Прекращением использования сопроводительного документа считается считывание с него информации в пункте назначения. Начало использования и прекращение использования сопроводительного документа предполагается автоматизировать путем внесения данных в виде файла на RFID-метку с помощью носимого устройства с NFC-модулем.

Предполагается, что начало использования и прекращение использования сопроводительного документа будет сопровождаться внесением геотегов – сведений о

географических координатах места, где использовалось мобильное устройство для заполнения сопроводительного документа [6].

## Библиографический список

1. Китаев И. Кругляк на экспорт. Правда и мифы // Smart-Lab. 2018. URL: <http://https://smart-lab.ru/blog/469802.php/> (дата обращения: 06.05.2019).
2. О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: принят Госдумой 20 декабря 2013 г.: одобр. Советом Федерации 25 декабря 2013 г. № 415-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156534/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156534/) (дата обращения: 06.05.2019).
3. Лесной кодекс Российской Федерации. № 200 от 4 декабря 2006 г.: принят Госдумой 8 ноября 2006 г.: одобр. Советом Федерации 24 ноября 2006 г.: введ. Федер. законом Рос. Федерации от 03.08.2018 г. № 340-ФЗ.
4. Цифровизация природопользования. Национальный Лесной форум: семинар. Пермь, 2019. URL: <https://vk.com/lesnoyforum/> (дата обращения: 06.05.2019).
5. Об усилении контроля за оборотом древесины и противодействия ее незаконной заготовке: постановление Правительства РФ от 30.12.2019 г. № 17-СФ // Председатель Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации В.И. Матвиенко. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=646711#0054189658824447706> (дата обращения: 06.05.2019).
6. Петров Е. «ЛесЕГАИС»: ждем изменений // Лесозаготовка. Бизнес и профессия 2019. № 1 (15). URL: <http://lesozagotovka.com/rybriki/les-i-zakon/lesegais-zhdem-izmeneniy/> (дата обращения: 06.05.2019).

УДК 006.027

Н.К. Казанцева<sup>1</sup>, О.А. Вишневецкая<sup>1</sup>, В.В. Шимов<sup>1</sup>, Е.С. Синегубова<sup>2</sup>  
(N.K. Kazanceva<sup>1</sup>, O.A. Vishnevskaya<sup>1</sup>, V.V. SHimov<sup>1</sup>, E.S. Sinegubova<sup>2</sup>)  
(<sup>1</sup>УрФУ; <sup>2</sup>УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: [sinyes@yandex.ru](mailto:sinyes@yandex.ru)

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

### STANDARDIZATION IN THE DIGITAL ECONOMY

*Стандарты стимулируют переход промышленности и экономики на цифру. На сегодняшний день цифровизация стала более активно внедряться в реальное производство, и роль стандартов при этом трудно переоценить. Цифровизация – первый и важнейший этап вхождения в цифровую экономику.*

*Standards stimulate the transition of industry and the economy to the figure. To date, digitalization has become increasingly implemented in real production, and the role of standards is difficult to overestimate. Digitalization – the first and most important stage of entering the digital economy.*

Роль стандартизации в современных условиях постоянно возрастает. Стандартизация – это ключевой фактор поддержки государственной социально-экономической политики; она способствует развитию различных инноваций, снижению технических барьеров в торговле, добросовестной конкуренции, экономии всех видов ресурсов, обеспечивает охрану интересов потребителей и защиту окружающей среды.

Трудно переоценить значение и роль стандартизации в современном мире. Стандарты служат конечному пользователю критерием суждения, высокой мерой качества, определенной гарантией взаимосвязанности и совместимости, способствуя повышению безопасности, охране здоровья людей и защите окружающей среды, а также способствуют улучшению качества жизни людей.

Основные направления развития стандартизации:

- а) модернизация и техническое переоснащение;
- б) расширение практики применения ссылок на документы в области стандартизации;
- в) добровольное подтверждение соответствия национальным стандартам;
- г) усиление роли бизнеса в работах по стандартизации.

В настоящее время действует 32 700 стандартов национальных и межгосударственных. При этом доля «советских» стандартов остается высокой. Также действует целый ряд среднесрочных отраслевых и перспективных программ по стандартизации, например, программа стандартизации в нанотехнологии.

Ключевые мероприятия по развитию национальной системы стандартизации:

- а) совершенствование применения нормативных документов в законодательной базе;
- б) формирование библиотеки стандартов в машиночитаемой форме;
- в) рост влияния в международных организациях по стандартизации;
- г) создание экспертной экосистемы с отраслевыми и международными системами стандартизации.

Стандартизация во многом определяет уровень экономического развития, так как она констатирует применяемые технологии, методы измерения, материалы. Из этого всего складывается уровень экономики. Стандартизация используется для обеспечения достижения научно-технического прогресса [1, 2].

Научно-технический прогресс стал ведущим фактором роста экономики, а инвестиции в человеческий капитал стали превышать инвестиции в машины и оборудование. Становление нового технологического уклада обеспечит снижение материало- и энергоемкости производства: энергоемкость мировой экономики к 2030 году снизится на 60 %. В 2015 году мировой рынок продукции и услуг, созданных с использованием нанотехнологий, достиг одного триллиона долларов, а это 1,25 % от ВВП (валового мирового продукта).

Ожидается, что сфера производства перейдет к экологически чистым и безотходным технологиям. Доля России на мировом рынке электронной техники и компонентов составляет не более 0,1–0,3 %, а на рынке информационных услуг – 0,2 %, что в 25 раз меньше чем у Китая и в 15 раз меньше чем у Индии.

Основным фактором роста экономики является научно-технический прогресс и интеллектуализация основных факторов производств: на долю новых знаний, которые воплощаются в производство, в развитых странах приходится от 70 до 85 % прироста ВВП [3].

Европейская комиссия считает, что роль стандартов для поддержки инноваций важна, как ответ на современные экономические, экологические и социальные вызовы. С одной стороны, стандартизация содействует инновационному процессу с его начальных стадий – делает его управляемым, а с другой – обеспечивает доступность инновационного процесса, содействует внедрению инновационного продукта в производство.

Таким образом, стандарты предшествуют инновациям, устанавливая критерии для проектирования и эксплуатационные характеристики, которые будут отвечать требованиям потребителей. В то же время внедренная инновационная идея может стать

основной для нового стандарта. Ученые и специалисты Росстандарта доказали возможность применения стандартизации на ранних стадиях внедрения инноваций на примере разработки и использования нанопродуктов. Стандартизация играет интегрирующую роль в цикле «наука – техника – производство» и, опираясь на достижения фундаментальных наук, обеспечивает развитие техники.

Сегодня стандартизация приобретает все большее значение, так как она взаимоувязывает технические решения и дает возможность обеспечить межотраслевую кооперацию деятельности и эффективное внедрение наукоемких технологий в производство. Стандарты задают уровень, на который должны ориентироваться производители товаров и услуг.

Недостаточное число стандартов в новых сферах деятельности и замедленное обновление существующих затрудняет реагирование на инновации, ускорение их доступа на внутренние и глобальные рынки.

Одна из основных социально-экономических функций стандартизации – модернизация продукции и технического уровня производства. Она реализуется путем создания нормативной базы для повышения качества продукции (в том числе, предметов потребления) и обновления производственной базы, с помощью которой формируется высокий технический уровень и обеспечивается интенсификация производства.

Внедрение концепции «Индустрии 4.0» подразумевает значительное повышение уровня знаний о цифровых технологиях в производственной компании и связанных с ними возможностей, а также влечет за собой изменения сразу в нескольких крупных частях организации [4].

Повышение уровня знаний о цифровых технологиях обуславливает необходимость пошагового подхода к развитию компании. Немецкими учеными были разработаны пути развития для «Индустрии 4.0»: они начинаются с базовых требований и обеспечивают поддержку компаний в течение всего процесса их преобразования в постоянно развивающиеся, гибкие организации. Данный путь включает 6 этапов развития: информатизацию, связанность, наглядность, проницаемость, предсказуемость и самокоррекцию (см. рисунок).



Этапы развития «Индустрии 4.0»



Каждый этап основан на предыдущем и описывает характеристики, необходимые для его достижения, а также потенциальные выгоды для компании. Важно, чтобы характеристики накапливались поэтапно. Процесс преобразования – это непрерывный путь, включающий множество последовательных шагов, которые нужно делать постепенно [5].

На сегодняшний день многие компании в Российской Федерации решают проблемы, связанные с созданием базовых условий для «Индустрии 4.0». Соответственно, путь развития начинается с цифровизации. Хотя сама по себе цифровизация не является частью Индустрии 4.0, информатизация и связанность представляют собой базовые требования для ее реализации. За этими двумя первоначальными этапами следует четыре других этапа, в ходе которых развиваются характеристики, необходимые для «Индустрии 4.0» [6, 7].

*Информатизация* – это первый этап на пути развития «Индустрии 4.0», и она представляет собой основу для цифровизации. На этом этапе разные информационные технологии используются раздельно друг от друга в рамках компании. Информатизация уже довольно распространена в большинстве компаний и главным образом используется для более эффективного выполнения повторяющихся задач. Информатизация открывает важные преимущества, например, помогает удешевить производство и одновременно привести его к более высоким стандартам и более высокой точности, без которой было бы невозможно изготавливать многие современные продукты. Тем не менее, на предприятиях есть множество оборудования без цифрового интерфейса, поэтому использование информатизации для начала развития «Индустрии 4.0» невозможно.

*Цифровой стандарт будущего* – это стандарт в его нынешнем текстовом формате с привязанными к нему требованиями, к которым привязаны параметры, читаемые автоматизированными системами. Исходя из этого разрабатываются новые технологии управления документами (сравнительный анализ, проверка актуальности и другое). Также разрабатываются решения по реализации системы управления требованиями, для использования человеком и автоматизированными системами. Это создание принесёт огромную пользу для всех участников производственного процесса.

## Библиографический список

1. Умные города как «столицы» цифровой экономики / В.П. Куприяновский [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2016. С. 41–52.
2. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City и другие) / А.П. Добрынин [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2016. С. 4–11.
3. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Синягов С.А. Киберфизические системы как основа цифровой экономики // International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 2. Т. 4. С. 18–25.
4. Гаффни Дж.Э. Метрики в обеспечении качества программного обеспечения // ACM'81. 1981.
5. Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the Future. URL: <http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/News/2014-01-14-Industrie> (дата обращения: 09.08.2019).
6. Preparing a Corporate System of Standards to Digitization / N.K. Kazantseva, R.G. Bildanov, V.A. Aleksandrov, O. Loretts, V. Kukhar // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET). 2018. № 9 (6). Pp.1567–1573.
7. Variants of the Dazitization for a specific technological Process / N.K. Kazantseva, T.V. Kazantseva, R.G. Bildanov, S.B. Ismurotov, T.V. Bedych, D.S. Ismurotov, V.A. Aleksandrov, V.S. Kukhar // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). 2018. № 9 (10). Pp. 1186–1192.

УДК 674.61

**В.М. Кириченко, В.Г. Новоселов**

(V.M. Kirichenko, V.G. Novoselov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: kozerog54@yandex.ru

## **АНАЛИЗ РЫНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ДЕРЕВЯННОЙ ТАРЫ В РОССИИ**

### **THE ANALYSIS OF THE MARKET AND THE PROSPECT OF PRODUCTION OF WOODEN CONTAINER IN RUSSIA**

*Рассмотрены конструкции и материалы для изготовления тары, требования к утилизации. Проанализированы тенденции производства, импорта и экспорта тары, сценарии развития рынка. Обоснован рост производства тары с учетом государственной политики импортозамещения продукции сельского хозяйства.*

*Designs and materials for production of a container, the requirement to utilization are considered. Trends of production, import and export of a container, scenarios of development of the market are analysed. Increase in production of a container taking into account state policy of import substitution of products of agriculture is reasonable.*

Основное предназначение тары – упаковка и транспортировка овощей, фруктов, других продовольственных товаров, мелких насыпных и крупногабаритных грузов (мебели, оборудования); дополнительное предназначение – в хранении различных бытовых мелочей и инструментов, в повседневной жизни деревянные ящики широко для этого применяются (рис. 1). Материалами для изготовления тары могут служить металлы, пластмассы, картон и древесина.



Рис. 1. Разновидности деревянной тары

Прочность и долговечность являются преимуществами металлической и пластмассовой тары, позволяющими ее многократное использование. Однако при этом, во-первых, возникают встречные перевозки незаполненной тары (холостые пробеги) на значительные расстояния. Во-вторых, для повторного использования при транспортировке плодоовощной продукции возникает потребность в ее антисептической обработке. Тара из металлов и пластмасс имеет низкую ремонтпригодность. Наряду с более высокой первоначальной стоимостью это существенно увеличивает эксплуатационные затраты.

Согласно Директиве Евростата (статистическому бюро Европейского Союза) планируется возложить исключительно на производителя упаковки ответственность за

обеспечение того, чтобы «упаковка не была избыточной для использования по назначению и была пригодна для повторной переработки, утилизации в качестве топлива или для компостирования» [1]. После окончания жизненного цикла металлическая и пластмассовая тара, не подверженная биоразложению, подлежит утилизации, которая использует сложные «экологически грязные» металлургические и химико-термические технологии.

Деревянная и картонная тара имеет меньшую первоначальную стоимость, что позволяет отказаться от повторного ее использования для перевозки плодоовощной продукции, соответственно от встречных перевозок и антисептической обработки, снизив эксплуатационные затраты. Такая тара, отработавшая свой срок, выступает в роли вторичного сырья. Она пригодна в качестве топлива или для переработки на щепу для ДСП, что отвечает требованиям Директивы Евростата по утилизации.

Преимуществами деревянной тары по сравнению с картонной являются прочность, надежность и ремонтпригодность. Деревянная тара изготавливается в виде жесткой конструкции, представляющей собой сборную конструкцию, в которой при необходимости можно заменить отдельный элемент. Немаловажное значение имеет и шероховатая поверхность древесины; она создает трение между пеллетом и грузом и тем самым фиксирует её на основании. Выбрать дерево в качестве материала для тары – значит приобрести не только недорогой, но прочный и безотходный товар.

По данным источников Федеральной службы государственной статистики РФ и Федеральной таможенной службы РФ [2] проанализирован рынок деревянной тары России и стран мира по всем ключевым показателям (для импорта и экспорта). На основе рейтинга производителей по выручке от продаж в 2017 году и по коэффициенту текущей ликвидности в 2014–2017 гг. выявлены крупнейшие отечественные и зарубежные производители:

- «Спецстрой-174» (г. Челябинск, Россия);
- «Уралевротара» (г. Челябинск, Россия);
- «ЛЛК ПСК» (г. Москва, Россия);
- Cargo Plast GmbH (коммуна Обервизен, Германия);
- Serwo Packaging Znl. Der Serwo GmbH (г. Эгельн, Германия);
- INGO ANNIS Kistenfabrik GmbH (г. Вурстер Нордзеекюсте, Германия);
- PROFINDUSTRY (г. Житомир, Украина);
- FOP GRITSENKO O.O. (г. Житомир, Украина);
- FUSSION FRUSHT EXPORT E.I.R (регион Пьюра, Перу);
- SEIF FRUIT, (г. Мензель-Бургиба, Тунис);
- Gruppo Ferrera Srl (г. Нишеми (Кальтаниссетта), Италия);
- Novi Fruit Di Li Bassi Giuseppe & F.lli (коммуна Шакка, Италия).

Статистика российского импорта в 2018 г. показывает, что интерес к импортной продукции со стороны российских потребителей падает (рис. 2).

Как видно из графиков, в 2014–2018 гг. наблюдался рост спроса на отечественную продукцию данного вида, что привело к увеличению объемов экспорта. Российские экспортеры ведут активный поиск новых каналов сбыта за рубежом.

Опираясь на статистические данные, прогнозы экспертов, планы государственной политики в отрасли и другие официальные источники информации, можно представить три сценария развития рынка деревянной тары на ближайшие годы: негативный, инерционный и инновационный.

Негативный сценарий развития рынка деревянной тары предполагает снижение объем рынка к 2023 году. Инерционный сценарий предусматривает сохранение тенденций развития показателей рынка, сформировавшихся в последние годы. Данные

темпы развития являются объективным отображением нынешних экономических реалий и формируют тренд рынка. По инерционному сценарию планируется рост к 2023 году. Показатели инновационного сценария развития рынка отражают опережающий рост объемов производства деревянной тары к 2023 году.

По прогнозам Минсельхоза России [3], в 2019 году российские предприятия соберут порядка 1,3 млн тонн овощей защищенного грунта. Как сообщает «Казах-Зерно», прирост к рекордному результату прошлого года составит более 200 тыс. тонн. При этом, в ближайшие 5 лет производство тепличных овощей может удвоиться по сравнению с 2018 годом и достигнуть 2 млн тонн в год.

С учетом планируемого увеличения производства рост цен на тепличные овощи в России в 2019 году не превысит уровень инфляции. По состоянию на начало текущего года повышение цен на плодоовощную продукцию наблюдалось в основном в торговых сетях, при этом у сельхозпроизводителей фиксировался незначительный рост либо снижение стоимости. В дальнейшем стабильность цен будет обеспечена, в том числе, за счет реализуемых мер господдержки.

Благодаря эффективной поддержке со стороны государства в последние годы были достигнуты высокие темпы строительства современных технологичных тепличных комплексов. По итогам 2018 года было введено в эксплуатацию около 300 га зимних теплиц, их суммарная площадь составила порядка 2,5 тыс. га, что на 10 % больше чем в 2017 году.

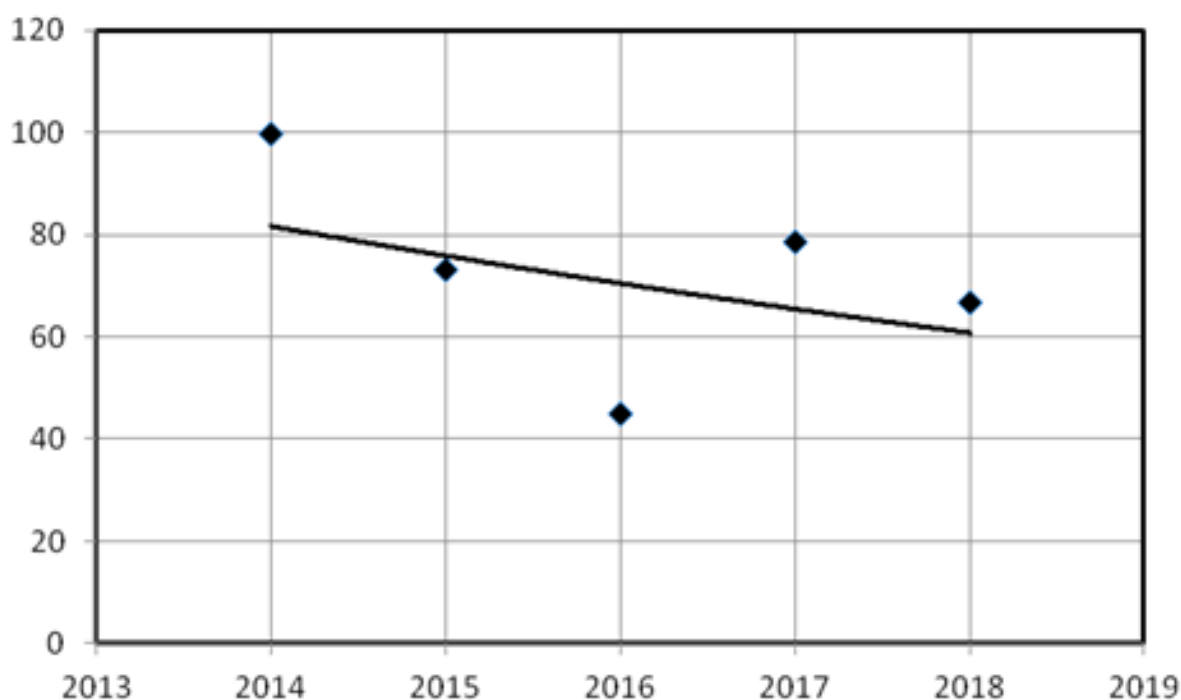


Рис. 2. Динамика российского импорта деревянной тары в процентах к 2014 г.

В то же время наблюдается рост спроса на отечественную продукцию данного вида, что привело к увеличению объемов производства (рис. 3) и экспорта (рис. 4).

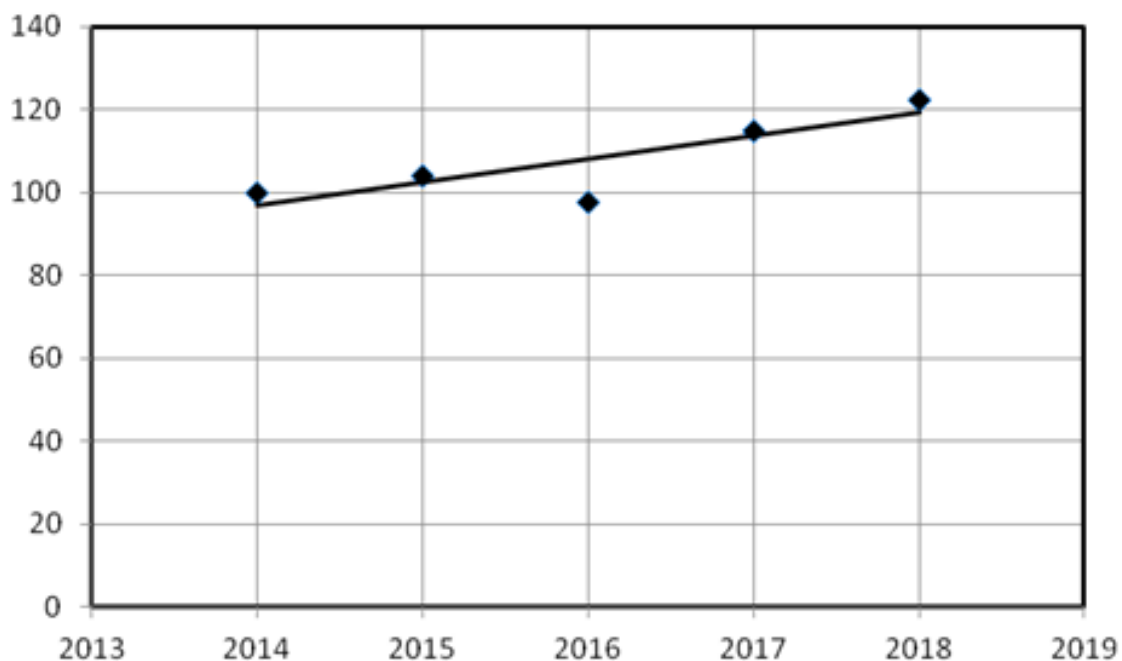


Рис. 3. Динамика объемов производства деревянной тары в России в процентах к 2014 г.

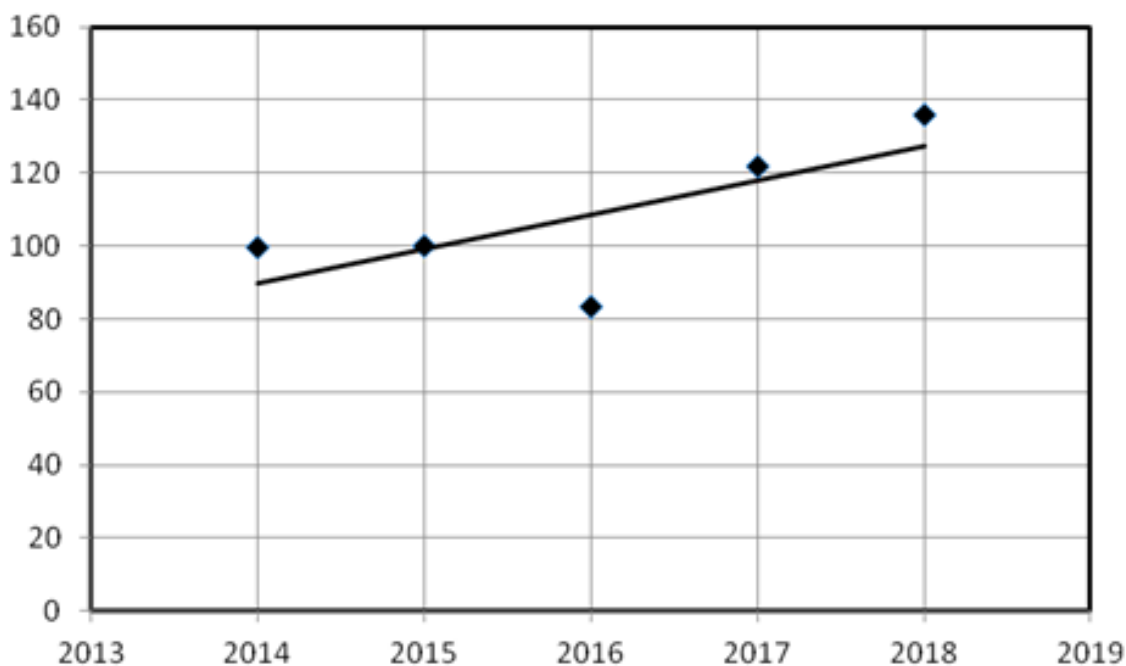


Рис. 4. Динамика российского экспорта деревянной тары в процентах к 2014 г.

«По мнению Плодоовощного союза, в 2019 году также не стоит ожидать роста цен на овощи закрытого грунта выше уровня инфляции. На ценовую динамику оказывают влияние объемы государственной поддержки, потребительский спрос, стоимость импорта, курсы валют и объем производства овощей в открытом грунте. По нашим прогнозам, ключевые из этих факторов в текущем году будут играть на сохранение стабильности на рынке» [4].

## Выводы

Государственная поддержка отечественного производства сельскохозяйственной продукции, включая плодоовощную, способствует увеличению спроса на деревянную тару и способствует росту объемов ее производства на ближайшую и отдаленную перспективу.

## Библиографический список

1. В 2014 году планируется ввести в действие новую директиву ЕС по упаковке. URL: <http://abercade.ru/research/analysis/9948.html>.
2. Деревянная тара для фруктов и овощей. URL: [https://www.europages.com.ru/предприятия/деревянная %20тара %20для %20фруктов %20и %20овощей.html](https://www.europages.com.ru/предприятия/деревянная-%20тара-%20для-%20фруктов-%20и-%20овощей.html).
3. Меры государственной поддержки агропромышленного комплекса. URL: <http://mcx.ru/activity/state-support/measures/>.
4. Доля импортных тепличных овощей в РФ снизилась до 33 % // Национальный плодоовощной союз. URL: <http://www.ovoshnoysouz.ru/>.

УДК 630.854

**Б.Е. Меньшиков<sup>1</sup>, Е.В. Курдышева<sup>1</sup>, А.Ю. Мельников<sup>2</sup>**

(B.E. Menshikov<sup>1</sup>, E.V. Kurdysheva<sup>1</sup>, A.Yu. Melnikov<sup>2</sup>)

(<sup>1</sup>УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ;

<sup>2</sup>АО «Югорский лесопромышленный холдинг», г. Ханты-Мансийск, РФ)

E-mail для связи с авторами: [lenusya30@yandex.ru](mailto:lenusya30@yandex.ru)

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРСКОГО ЛЕСОПИЛЬНОГО ЗАВОДА АО «ЮГОРСКИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЙ ХОЛДИНГ»**

### **ANALYSIS OF MODERN CONDITION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TORSK LESOPILNY FACTORY JSC “UGORSK LESO-INDUSTRIAL HOLDING”**

*На основании оценки современного состояния потребности в пиловочном сырье различных групп диаметров структурными подразделениями АО «Югорский лесопромышленный холдинг» и анализе распределения круглых лесоматериалов, поступающих на Торский лесопильный завод, предложены решения по перспективам развития лесопиления на этом филиале.*

*Based on the assessment of the current state of need for sawing raw materials of various diameters groups, structural subdivisions of the Ugra Timber Industry Holding and analysis of the distribution of round timber entering the Torsky sawmill, proposed solutions for the future development of sawing at this branch.*

АО «Югорский лесопромышленный холдинг» был образован в 2004 году путем слияния ряда крупных лесозаготовительных предприятий Советского района Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Первоначально в состав холдинга вошли Алябьевский (пос. Алябьевский), Малиновский (пос. Малиновский), Зеленоборский (пос. Зеленоборск) и Самзасский (пос. Коммунистический) леспромхозы, располагающиеся на Тюменском участке железной дороги Ивдель-Приобье, а также Торский леспромхоз (пос. Агириш), расположенный в 100 км севернее на



железнодорожной ветке ст. Верхнекондинская – Агириш, на строящейся в то время железной дороге до г. Салехард (рис. 1). Дальнейшее строительство этой дороги было приостановлено.

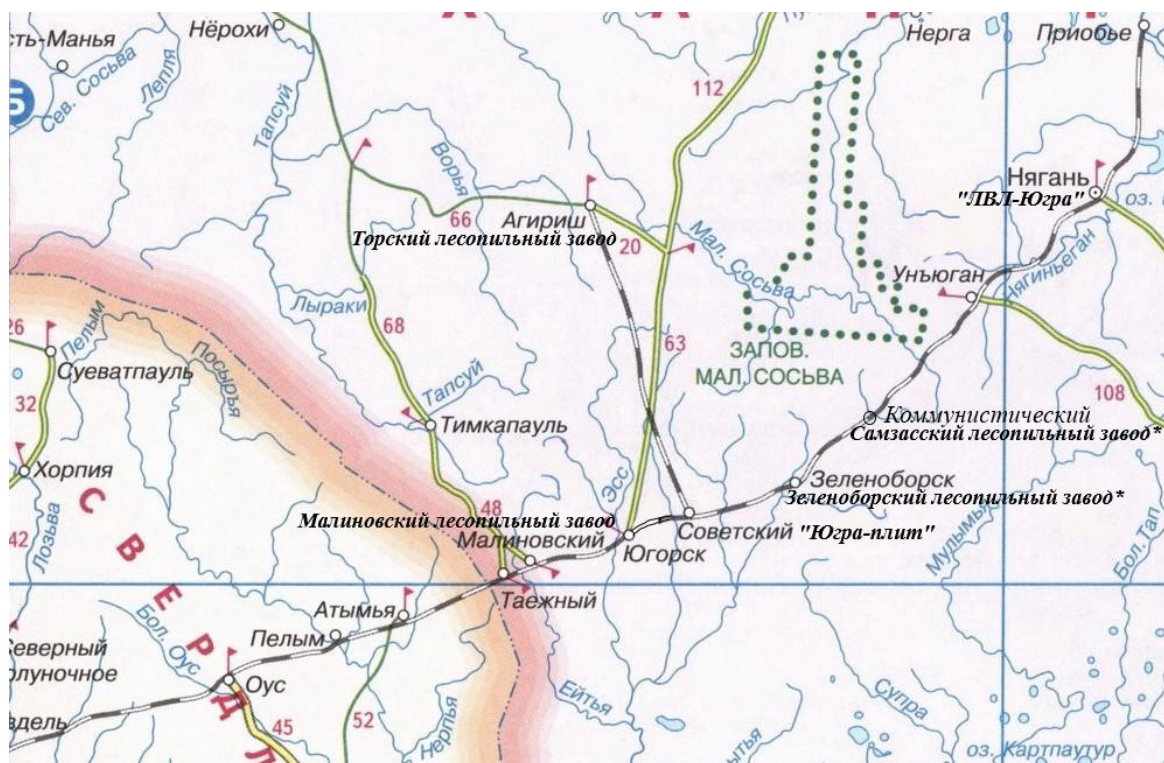


Рис. 1. Схема расположения производственных подразделений АО «Югорский лесопромышленный холдинг» (\* – закрытые)

Все вышеперечисленные лесозаготовительные предприятия, кроме Торского леспромхоза, образованного в 1975 году, до этого времени проработали по 35–40 лет. Кроме этих предприятий, на Тюменском участке железной дороги Ивдель-Приобье общей протяженностью 230 км, на первых 150 км в Советском районе ХМАО работали еще и другие крупные лесозаготовительные предприятия различных министерств и ведомств. Каждое из этих предприятий заготавливало сотни тысяч кубометров древесины в год.

Советский район занимает особое место среди других муниципальных образований региона, где доминирующим производством являются нефте- и газодобыча, а доля лесопромышленного комплекса (ЛПК) не превышает 2–3%. Длительное время Советский район ХМАО являлся одним из крупнейших поставщиков лесопродукции, объем лесозаготовок достигал 5 млн м<sup>3</sup> в год. Доля ЛПК в объемах промышленного производства района составляла 95%. Лесозаготовительные предприятия находились в каждом поселке, а в таких как Зеленоборск, Малиновский, Агириш, леспромхозы были единственным промышленным предприятием.

Практически все лесозаготовительные предприятия не имели производств по получению высококачественной продукции. Вся переработка лесоматериалов ограничивалась выпуском сырых пиломатериалов низкого качества на лесопильных рамах Р63-4Б, получением шпал на шпалорезных станках ЦДТ6-4, а остальные лесоматериалы отгружались в круглом виде, отсутствовала переработка низкокачественной древесины и отходов лесопиления.

Целью создания АО «Югорский лесопромышленный холдинг» была организация глубокой переработки древесного сырья и получения пилопродукции экспортного назначения. В первые годы существования холдинга были запущены в эксплуатацию 4 лесопильных завода (ООО «Лесопильные заводы Югры»): Малиновский, Зеленоборский, Самзасский и Торский, – которые работали на современном фрезерно-брусующем и фрезерно-пильном оборудовании зарубежного производства, с общим объемом переработки пиловочного сырья 1,2 млн м<sup>3</sup>. Уже тогда на лесопильных заводах в связи с нехваткой стандартного пиловочного сырья начали перерабатывать и тонкомерное непиловочное сырье диаметром от 11 см.

Лесозаготовительные работы в холдинге осуществляются производственным подразделением «ЮграТрансСервис», имеющим высокопроизводительное оборудование для выполнения лесосечных работ по сортиментной технологии.

К настоящему времени, в связи с истощением лесосечного фонда и острой нехваткой сырья в близлежащих районах, примыкающих к железной дороге Ивдель-Приобье, закрылись 2 лесопильных завода: Зеленоборский и Самзасский. На предприятии остались Малиновский и Торский лесопильные заводы. В то же время в состав холдинга вошли подразделения «ЛВЛ-Югра» (г. Нягань) по производству бруса клееного из шпона ЛВЛ и «Югра-плит» (г. Советский) по производству древесно-стружечных плит ДСП и ЛДСП.

Структурные подразделения холдинга, расположенные в Советском районе и г. Нягань являются основными в лесопромышленном комплексе ХМАО: на них выпускается 100 % древесно-стружечных плит, бруса ЛВЛ и фанеры, 58 % пиломатериалов и 40 % всей заготовленной в округе древесины [1].

До 2016 г. на Торском филиале весь заготовленный пиловочник в объеме 120 тыс. м<sup>3</sup> перерабатывался в собственном лесопильном цехе на базе фрезерно-брусующего станка SAB (фирмы SAB Sägewerksanlagen GmbH), предназначенного для переработки круглых лесоматериалов длиной 3–6 метров и диаметром до 30 см. Пиловочное сырье рассортировывается на двух автоматизированных транспортерах ЛТ-182 и ЛТ-182-01 с градацией  $\pm 1$  см.

После вхождения в состав холдинга завода «ЛВЛ-Югра» и в связи с острой нехваткой сырья с Торского филиала с 2016 года отправляют по железной дороге в г. Нягань весь толстомерный пиловочник диаметром более 28 см. Кроме того, в 2017 г. на головном Малиновском лесопильном заводе была произведена реконструкция и установлены 2 новых линии по распиловке пиловочника с общим объемом лесопиления 250 тыс. м<sup>3</sup>. В связи с этим с Торского филиала отгружают на Малиновский лесопильный завод пиловочное сырье диаметром от 22 до 27 см [2].

Проведенный анализ распределения по группам диаметров пиловочника, поступающего на Торский лесопильный завод (рис. 2), показал, что из 120 тыс. м<sup>3</sup> сырья, ранее перерабатываемого на месте, 23 % поступают на Малиновский лесопильный завод и 5 % – на «ЛВЛ-Югра».

На собственное потребление остается только тонкомерное сырье диаметром 11–21 см в объеме 86,4 тыс. м<sup>3</sup> (72 %). В целом для холдинга такое перераспределение пиловочника по производственным подразделениям является целесообразным и экономически оправданным. В то же время сложившаяся ситуация привела к тому, что в лесном поселке с населением около 2 тыс. человек, из которых более 300 связаны с работой на различных фазах лесозаготовительного производства, т. е. предприятие является градообразующим, 30–40 человек потеряли работу.



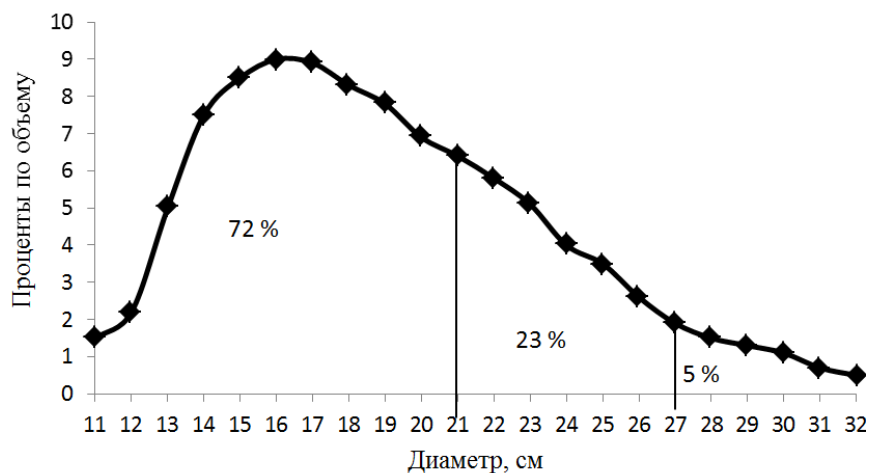


Рис. 2. Распределение пиловочного сырья по диаметрам и существующим направлениям его использования

В этой ситуации обеспечение в полном объеме сырьем собственного лесопильного цеха до ранее существующего объема переработки и увеличение поставок сырья в подразделения г. Нягань и пос. Малиновский возможно только за счет увеличения объема лесозаготовок в Торском филиале, имеющем достаточный для этого лесосечный фонд.

Полученные статистические данные по распределению пиловочника по группам диаметров позволили определить необходимый объем лесозаготовок с обеспечением Торского лесопильного завода сырьем диаметром 11–21 см в прежнем объеме (до 120 тыс. м<sup>3</sup>). Необходимое увеличение объема лесозаготовок составляет 47 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 3).

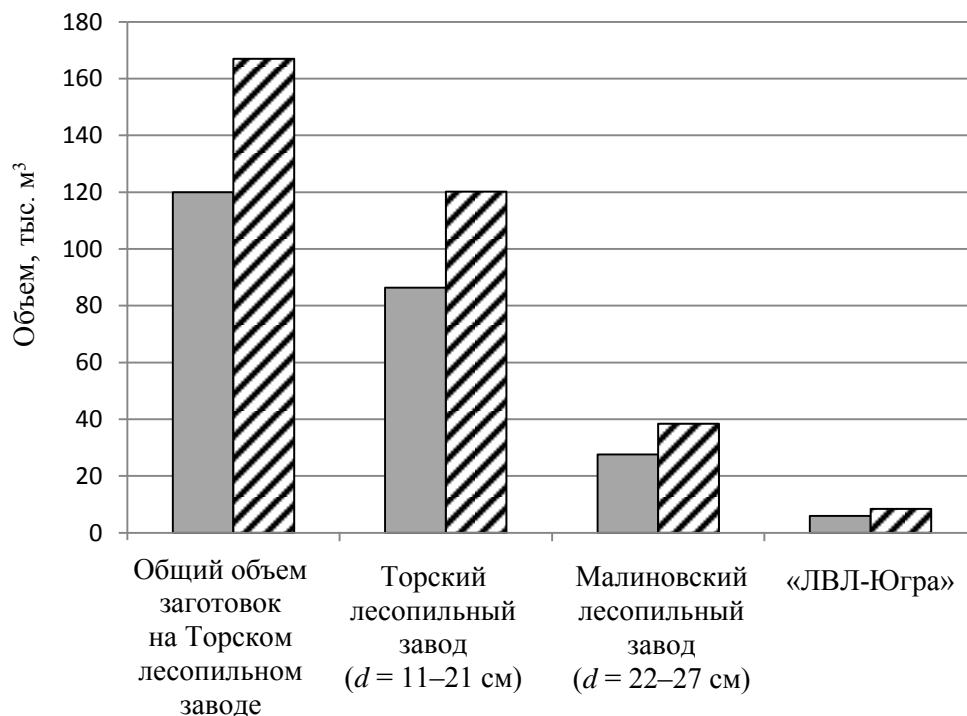


Рис. 3. Распределение круглых лесоматериалов по производственным подразделениям:  
 – существующее;  – планируемое

Предлагаемые решения по росту объема лесозаготовок до 167 тыс. м<sup>3</sup> позволят обеспечить:

1) 100 % загрузки лесопильного цеха и других производственных участков Торского лесопильного завода;

2) увеличить поставку объема пиловочного сырья на Малиновский лесопильный завод с 27,6 до 38,4 тыс. м<sup>3</sup> и «ЛВЛ-Югра» – с 6 до 8,4 тыс. м<sup>3</sup>;

3) сохранение и создание рабочих мест на Торском филиале на различных переделах работ (лесосечных работах, транспорте леса, нижнескладских работах и т. д.), что имеет важное социальное значение по трудоустройству жителей поселка, в том числе женщин, которые не могут работать на других участках лесозаготовительного производства.

## Библиографический список

1. Югорский лесопромышленный холдинг. URL: <http://www.ugratimber.com/> (дата обращения: 20.04.2019).

2. Шумейко Е., Речицкий А. Югорский лесопромышленный холдинг. Флагман в зеленом море тайги // ЛесПромИнформ. 2012. № 7 (89). С. 46–57.

УДК 330.3, 338.1

**А.В. Мехренцев<sup>1</sup>, Е.Н. Стариков<sup>1</sup>, Л.А. Раменская<sup>2</sup>**  
(A.V. Mekhrencev<sup>1</sup>, E.N. Starikov<sup>1</sup>, L.A. Ramenskaya<sup>2</sup>)  
(<sup>1</sup>УГЛТУ; <sup>2</sup>УрГЭУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: starik1705@yandex.ru, ramen\_lu@mail.ru

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ ПЕРЕХОДА К ПРОМЫШЛЕННОСТИ 4.0**

## **THE MAIN DIRECTIONS OF DIGITALIZATION IN THE FOREST SECTOR OF THE ECONOMY IN THE CONTEXT OF THE TRANSITION TO INDUSTRY 4.0**

*Статья посвящена рассмотрению основных направлений информатизации лесного сектора экономики, включая рассмотрение государственных инициатив развития цифровой экономики и стратегии отраслевого развития. Выделены основные направления цифровизации и проанализировано их текущее состояние.*

*The article is devoted to consideration of the main directions of informatization of the forestry sector of the economy, including consideration of state initiatives for the development of the digital economy and a strategy for sectoral development. The main directions of digitalization are highlighted and their current state is analyzed.*

Термин *Industry 4.0*, получивший распространение после ярмарки в Ганновере в 2011 г., обычно означает революционные изменения в промышленности – четвертую промышленную революцию.

Ключевой технологией первой промышленной революции стало изобретение парового двигателя и распространение железных дорог. Второй – распространение электричества и конвейерное производство. Катализатором развития третьей промышленной революции стало развитие полупроводников, которые привели к распространению персональных компьютеров и появлению сети Интернет.

Несмотря на то, что технологическое и программное обеспечение четвертой промышленной революции осталось прежним, его использование для создания потребительской ценности существенно выходит за рамки третьей.

Предпосылками поиска новых организационно-технологических решений стало наблюдаемое в 2000–2010 гг. исчерпание потенциала роста производительности в рамках существующего экономического и технологического уклада [1].

Президент Всемирного экономического форума в Давосе К. Шваб обосновывает «революционность» преобразований следующими факторами [2]:

- темпы развития, которые характеризуются экспоненциальным ростом;
- широта и глубина преобразований, которые приводят к трансформации не только бизнеса, но и общества;
- системное воздействие, охватывающее как отдельные компании, так и отрасли, и мир в целом.

Четвертая промышленная революция приводит к возникновению новых бизнес-моделей, основанных на платформах и экосистемах, которые существенно трансформируют цепочки создания ценности, а также системы производства, поставки и транспортировки.

Таким образом, мировая промышленность находится на пороге масштабной трансформации, от успешного перехода к которой зависит конкурентоспособность не только отдельных отраслей, но и экономики страны в целом.

Большинство отраслей обрабатывающей промышленности, к которым относится и лесная, технологически соответствуют второй промышленной революции. Следовательно, помимо общемировых вызовов, Российской промышленности предстоит решить ряд стоящих перед ней специфических проблем, к которым относится высокий износ основных фондов, низкая инновационная активность, кадровый голод.

В лесном секторе экономики замедление отраслевого развития усугубляется низкой инвестиционной привлекательностью, недостаточной эффективностью лесовосстановления, охраны и защиты лесов.

Российские государственные инициативы в области четвертой промышленной революции в основном сосредоточены на технологических аспектах цифровизации. Так, в Указе Президента РФ «О стратегии научно-технологического развития РФ» № 642 от 1 декабря 2016 г. отмечается необходимость перехода промышленных предприятий «к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

Постановлением Правительства РФ № 1632-р от 28 июля 2017 была утверждена государственная программа «Цифровая экономика», в которой предусматривается ряд мероприятий по созданию необходимых условий для развития цифровой экономики, способствующей экономическому росту и конкурентоспособности страны.

Исследование под руководством А.В. Бабкина посвящено разработке дорожной карты реализации госпрограммы [3]. Выявлению возможностей реализации госпрограммы посвящены работы Б. Паньшина и С.А. Толкачева [4, 5].

«Цифровая экономика» стала одним из стратегических приоритетов, определенных Указом Президента РФ [6], в соответствии с которым к 2024 году Правительство РФ совместно с региональными органами государственной власти должно обеспечить выполнение следующих целей: трехкратное увеличение затрат на развитие цифровой экономики; достижение импортозамещения в области программного обеспечения в государственных органах, органах местного самоуправления и организациях; создание устойчивой и безопасной информационно-

телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступных для всех организаций и домохозяйств.

Разработанный на основе Указа паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. 24 декабря 2018 г.) содержит 6 федеральных проектов, представленных в таблице.

### Проекты, включенные в государственную программу «Цифровая экономика Российской Федерации»\*

Наименование	Нацеленность	Срок реализации	Объем финансирования проекта (млн руб.)
Нормативное регулирование цифровой среды	Разработка нормативно-правового обеспечения цифровой экономики прежде всего в таких сферах, как: договорные и внедоговорные институты, судопроизводство и нотариат, финансы, авторское право и интеллектуальная собственность, телекоммуникации, стандартизация	01.11.2018–31.12.2021	1 697
Информационная инфраструктура	Создание (преимущественно на основе отечественных разработок) инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных, конкурентоспособной на мировом уровне	01.11.2018–31.12.2024	772 401
Кадры для цифровой экономики	Подготовка высококвалифицированных кадров для цифровой экономики	01.11.2018–31.12.2024	143 088
Информационная безопасность	Достижения состояния защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, не препятствующего реализации конституционных прав и свобод	01.11.2018–31.12.2024	30 204
Цифровые технологии	Формирование институциональной среды для развития исследований и разработок в области цифровой экономики, коммерциализация перспективных решений и развитие технологических заделов, создание комплексной системы финансирования проектов по разработке или внедрению цифровых технологий и платформенных решений	01.11.2018–31.12.2024	451 809
Цифровое государственное управление	Ускоренная цифровизация в экономике и социальной сфере за счет использования цифровых технологий и платформенных решений в государственном управлении и оказании государственных услуг	01.11.2018–31.12.2024	235 705

\* Источник: паспорт национальной программы проекта «Цифровая экономика Российской Федерации»: <http://ng.ach.gov.ru/pasport/tsifrovaya-ekonomika>.

Данная программа послужила основой разработки региональных проектов по развитию цифровой экономики, паспорта которых утверждены и находятся на официальных Интернет-ресурсах региональных органов власти.

Вместе с тем для отраслевых промышленных предприятий направления цифровизации остаются весьма специфическими. Формированию приоритетов отраслевого развития посвящена утвержденная постановлением Правительства РФ «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» № 1989-р от 20 сентября 2018 г.

Помимо основных направлений развития отрасли, стратегия также содержит перечень мероприятий по цифровизации лесного сектора экономики в рамках упомянутой выше госпрограммы. Основные направления работы в лесном хозяйстве связаны с повышением эффективности лесоустройства, системы инвентаризации и мониторинга лесов. Далее будут рассмотрены основные направления информатизации, предусмотренные в стратегии, и степень их реализации в настоящее время.

В стратегии отмечается необходимость создания единой цифровой платформы («ЕАИС Леса»), обеспечивающей информационно-аналитическую поддержку лиц в области лесных отношений. Основной функционал данной информационной системы включает сбор, анализ и обработку информации о состоянии лесов, их использовании, защите, воспроизводстве по ряду качественных и количественных характеристик.

Таким образом, данная система позволит перевести в единый формат данные многочисленных информационных систем (ЕГАИС УД, ИСДМ, АИС ГЛР, информационные системы Росреестра и др.) и обеспечить цифровую поддержку для решения ключевых задач Федерального агентства лесного хозяйства.

На момент написания данной работы сформирована дорожная карта реализации «ЕАИС Леса» и утверждены технические требования к создаваемой системе. Также в стратегии предложено создание автоматизированной системы «Контроль за достоверностью актов лесопатологических обследований».

Создание этой информационной системы направлено на устранение дублирования работ по учету данных лесопатологических обследований ФБУ «Рослесозащита» и территориальных органов Рослесхоза, повышение контролируемости сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии, обоснованности выбора мероприятий, а также повышения производительности труда сотрудников за счет автоматизации ряда операций документооборота. Данная система введена в эксплуатацию с 1 января 2019 г. в ФБУ «Рослесозащита» [7].

Помимо этого, стратегия содержит упоминание о совершенствовании существующих информационных систем.

Совершенствование «Единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней» («ЛесЕГАИС») направлено на декриминализацию заготовки древесины посредством контроля в режиме реального времени за её оборотом – от лесосеки до обработки или экспорта, и позволяет обеспечить соблюдение норм по контролю Федерального закона № 415-ФЗ от 28 декабря 2013 г. «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях».

С 23 января 2019 г. сведения данной системы доступны в Системе межведомственного электронного взаимодействия, что не только упрощает межведомственное взаимодействие посредством обеспечения доступа к данным контролирующим ведомствам (ФНС, Федеральная таможенная служба, МВД, Росфинмониторинг), но и позволяет встроить доступ к данным в собственные информационные системы ведомств.

Основной функционал «Информационной системы дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства» включает мониторинг пожарной и

радиационной обстановки, лесопатологический мониторинг, оценку воспроизводства лесов. Развитие данной системы не предполагает существенных изменений; предполагается, что совершенствоваться будут в основном вопросы, связанные с интерфейсом, аналитическими возможностями и интеграцией данных.

На основе рассмотрения основных направлений цифровизации лесного сектора экономики можно сказать, что развитие в основном связано с совершенствованием доступа к базам данных и интеграцией различных информационных систем, что соответствует использованию технологических решений, характерных для третьей промышленной революции. Реализация предлагаемых направлений безусловно усовершенствует информационное обеспечение лесного бизнеса, но не приведет к созданию «умных» производств, присущих четвертой промышленной революции.

Таким образом, для достижения конкурентоспособности отраслевых предприятий требуется рассмотреть возможности создания «умных производств» на базе технологий интернета вещей (IoT), «умных» датчиков и технологии искусственного интеллекта.

## Библиографический список

1. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / под ред. В.Н. Княгинина М.: Центр стратегических разработок. 2017. 136 с. URL: <https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya.pdf> (дата обращения: 20.04.2019).

2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016. 208 с.

3. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А.В. Бабкин, Д.Д. Буркальцева, Д.Г. Костень, Ю.Н. Воробьев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. № 3. Т. 10. С. 9–25.

4. Паньшин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. № 157. Т. 3. С. 17–20.

5. Толкачев С.А. Индустрия 4.0 и ее влияние на технологические основы экономической безопасности России // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2017. № 1 (25). С. 86–91.

6. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 25.04.2019).

7. Рослесзащита: официальный сайт ФБУ. URL: <http://rcfh.ru/> (дата обращения 12.05.2019).

УДК 338.2

**Н.К. Прядилина<sup>1</sup>, А.В. Швец<sup>2</sup>**  
(N.K. Pryadilina<sup>1</sup>, A.V. SHvec<sup>2</sup>)

(<sup>1</sup>УГЛТУ; <sup>2</sup>Минпромнауки Свердловской области, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: Lotos\_nk@inbox.ru, shvets\_a.v@mail.ru

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

## CURRENT CONDITION AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE FOREST INDUSTRY IN THE SVERDLOVSK REGION

*В публикации рассматривается текущая ситуация в лесной промышленности Свердловской области, приводится информация по региональным действующим приоритетным инвестиционным проектам в области освоения лесов, объемам*

господдержки и новым проектам. В заключении авторами сделаны выводы об основных проблемах регионального лесного сектора и о необходимости разработки стратегического инструментария, связанного с планированием его работы, который бы обеспечил комплексную постановку целей и задач для эффективного развития лесного сектора в целом и сгладил бы разрыв между лесным хозяйством и лесной промышленностью.

*The publication examines the current situation in the forest industry of the Sverdlovsk region, provides information on the current regional priority investment projects in the field of forest development, the volume of state support and new projects. In conclusion, the authors draw conclusions about the main problems of the regional forest sector and the need to develop strategic tools related to the planning of its work, which would provide a comprehensive statement of goals and objectives for the effective development of the forest sector as a whole and smoothed the gap between forestry and forest industry.*

Исторически основой региональной экономики Свердловской области являются горнодобывающая и металлургическая отрасли промышленности, а также машиностроение. Вместе с тем особое место в экономике региона занимает лесная и целлюлозно-бумажная промышленность. Предприятия лесного сектора работают практически в каждом муниципальном образовании области, в большинстве из которых они являются социально значимыми, градообразующими.

Ключевыми предприятиями лесного сектора являются:

- НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха»;
- ЗАО «Туринский целлюлозно-бумажный завод»;
- ООО «Новолялинский целлюлозно-бумажный комбинат»;
- ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»;
- ООО «Лестех»;
- ООО «Лесной Урал Сбыт»;
- ООО «Тура Лес»;
- ООО «Сосьва Лес»;
- Верхнепышминская мебельная фабрика (фабрика «КУПЕ»);
- ООО «Мебельная фабрика «ОМЕТА»;
- ООО «Конкорд»;
- ГК «АСМ».

Номенклатура основных видов продукции лесного сектора Свердловской области: пиломатериалы, фанера, древесно-стружечные и древесно-волоконные плиты, бумага и картон, обои, круглые лесоматериалы, древесные топливные гранулы (пеллеты), мебель, деревянные домокомплекты, ящичная тара.

Лесная промышленность области чётко сориентирована на импортозамещение. В первую очередь это касается производства фанеры, мебели, бумаги, тары, стройматериалов и домостроения.

Лесная промышленность области представлена тремя укрупненными видами экономической деятельности:

- 1) «обработкой древесины и производством изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производством изделий из соломки и материалов для плетения»;
- 2) «производством бумаги и бумажных изделий»;
- 3) «производством мебели».

Объём отгруженных товаров собственного производства по всем видам экономической деятельности лесного сектора Свердловской области за 2018 год составил 29,7 млрд рублей.

Индексы промышленного производства по видам экономической деятельности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика индексов производства  
по всем видам экономической деятельности за 2018 год

Индекс производства по видам экономической деятельности	В % к 2017 году
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	103,8
Производство бумаги и бумажных изделий	88,3
Производство мебели	90,8

Среднесписочная численность работников за 2018 год по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения» составила 7 635 человек (97,7 % к 2017 году); по виду экономической деятельности «производство бумаги и бумажных изделий» – 1 809 человек (89,9 % к 2017 году); по виду экономической деятельности «производство мебели» – 3 496 человек (104 % к 2017 году).

Размер среднемесячной заработной платы работников за 2018 год по виду деятельности «обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения» составил 21 394,1 руб. (107,1 % к 2017 году); по виду деятельности «производство бумаги и бумажных изделий» – 22 538,1 руб. (115,9 % к 2017 году); по виду экономической деятельности «производство мебели» – 14 962,6 руб. (99,6 % к 2017 году).

Данные по производству важнейших видов продукции лесного сектора организациями Свердловской области за 2018 год представлены в таблице 2.

Таблица 2

Производство важнейших видов лесопродукции  
в Свердловской области в 2018 году

Параметры	Единицы измерения	2018 год	2018 год в % к 2017 году
Лесоматериалы необработанные	Тыс. пл. м <sup>3</sup>	1 255,8	121,1
Лесоматериалы хвойных пород	Тыс. пл. м <sup>3</sup>	622,4	127,4
Лесоматериалы лиственных пород, за исключением тропических пород	Тыс. пл. м <sup>3</sup>	382,9	141,4
Древесина топливная	Тыс. пл. м <sup>3</sup>	250,4	90,1
Пиломатериалы хвойных пород	Тыс. м <sup>3</sup>	298,3	126,6
Пиломатериалы лиственных пород	Тыс. м <sup>3</sup>	34,2	В 2,2 раза
Щепа технологическая	Тыс. пл. м <sup>3</sup>	175,0	96,8
Фанера	Тыс. м <sup>3</sup>	–*	118,4
ДСП	Тыс. усл. м <sup>2</sup>	–*	121,5

\* Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций, в соответствии с Федеральным законом от 29.11.07 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (ст. 4 п. 5, ст. 9 ч. 1).



Параметры	Единицы измерения	2018 год	2018 год в % к 2017 году
ДВП	Тыс. усл. м <sup>3</sup>	—*	99,3
Бумага и картон	Тыс. т	—*	75,6
Мебель	Млн руб.	880,4	105

Расчетная лесосека по Свердловской области в 2018 году составила 24,8 млн м<sup>3</sup>, в том числе по хвойному хозяйству 10,3 млн м<sup>3</sup>. Освоение расчетной лесосеки в 2018 году составило 8,2 млн м<sup>3</sup> (33 %), в том числе по хвойному хозяйству 2,4 млн м<sup>3</sup>. В 2018 году удалось увеличить объем освоения расчетной лесосеки сразу на 1,2 млн м<sup>3</sup>. Этому способствовала, в том числе, реализация приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов.

Данные по динамике освоения расчетной лесосеки в Свердловской области за период 2013–2018 гг. приведены на рисунке 1.

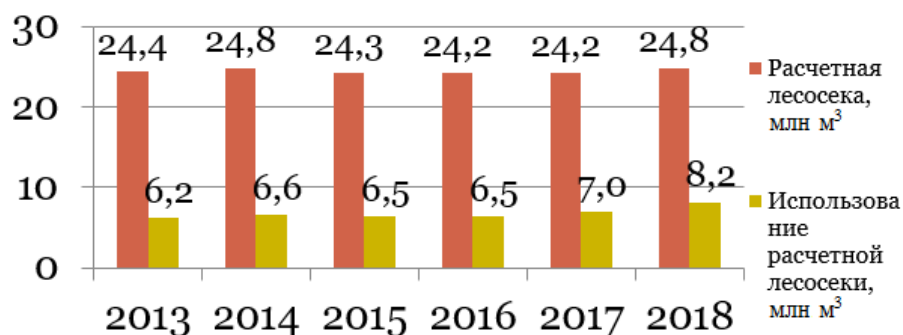


Рис. 1. Динамика освоения расчетной лесосеки в Свердловской области

На текущий момент в области реализуется 7 инвестиционных проектов:

- 1) АО «Аргус СФК»;
- 2) ООО «Лесной Урал Лобва»;
- 3) ООО «Тура-Лес»;
- 4) ООО «СибирьЭкоСтрой»;
- 5) ООО «Уральская лесопромышленная компания»;
- 6) ООО «Синергия»;
- 7) ООО «Сосьва-Лес».

Два проекта завершены, это ООО «Выйский ДОК» и ООО «Лестех». Информация по приоритетным инвестиционным проектам в области освоения лесов представлена в таблице 3.

Таблица 3

Информация по приоритетным инвестиционным проектам в области освоения лесов в Свердловской области

Показатель	За весь срок действия	В 2018 году
Включено инвестиционных проектов в федеральный перечень	11	2
Завершено инвестиционных проектов	2	1

Показатель	За весь срок действия	В 2018 году
Исключено из федерального перечня	2	0
Объем вложенных инвестиций по всем проектам, млн руб.	3 535	669,7
Выделенный размер расчетной лесосеки по всем проектам, тыс. м <sup>3</sup>	1 406,1	270,8
Количество созданных рабочих мест	971	123

Как видно из таблицы 3, объем вложенных в 2018 году инвестиций в лесной сектор по всем инвестиционным проектам составил 669,7 млн руб. (общий объем вложенных инвестиций – 3 535 млн руб.). Выделенный за прошлый год объем лесного фонда под реализацию инвестиционных проектов составил 270 тыс. м<sup>3</sup> (общий объем выделенного под реализацию инвестиционных проектов лесного фонда – 1 406,1 тыс. м<sup>3</sup>). В 2018 году в рамках инвестиционных проектов создано 123 рабочих места (всего создано 971 рабочее место).

В 2018 году в федеральный перечень инвестиционных проектов вошли 2 проекта:

1) ООО «Синергия» (г. Верхняя Тура) – «Создание высокотехнологичного деревообрабатывающего производства на территории Свердловской области» (срок реализации – 2018–2021 гг., плановый объем инвестиций – 1 503,4 млн рублей; на 1 января 2019 г. освоено 100,6 млн рублей, число создаваемых рабочих мест – 135 человек);

2) ООО «Сосьва-Лес» (г. Серов) – «Модернизация лесоперерабатывающего завода по глубокой переработке древесины на территории Свердловской области» (срок реализации – 2018–2027 гг., плановый объем инвестиций – 507,6 млн рублей, на 1 января 2019 г. освоено 144,4 млн рублей, число создаваемых рабочих мест – 126 человек).

При содействии Министерства промышленности и науки Свердловской области из федерального бюджета на развитие лесопромышленных предприятий области за 2018 год привлечено по различным основаниям 370 млн рублей (155,2 % к уровню 2017 года). Информация по реализации мер государственной поддержки лесопромышленных предприятий области за период 2015–2018 гг. представлена на рисунке 2.

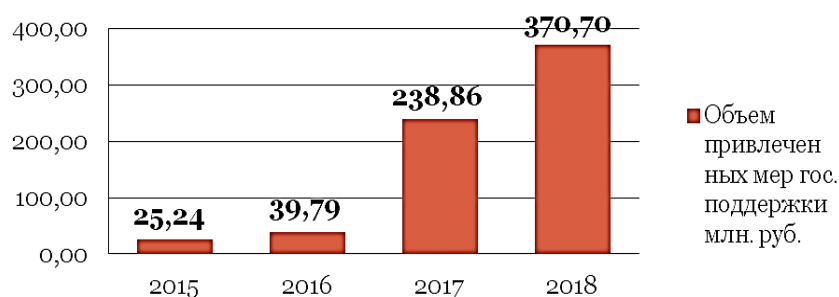


Рис. 2. Реализация мер государственной поддержки лесопромышленных предприятий области за период 2015–2018 гг.

К 2035 году объём инвестиций в лесоперерабатывающую составляющую областного лесного сектора планируется увеличить до шести миллиардов рублей, рабочие места получат 2 тысячи уральцев.

Одно из приоритетных направлений работы Правительства области – создание условий для организации на территории области новых производств, в том числе по переработке древесных отходов. Так, в результате работы в 2018 году открыт ряд утилизирующих производств:

- предприятием ООО «Лестех» произведен запуск первой очереди цеха по производству пеллет из древесных отходов;
- комбинатом «СВЕЗА Верхняя Синячиха» введена в эксплуатацию автоматическая линия сушки шпона с термомасляной установкой мощностью 7 МВт, работающая на древесных отходах предприятия;
- в п. Юшала Тугулымского городского округа запущена первая автоматическая линия по выпуску топливных элементов для твердотопливных котлов из тонкомерной лиственной древесины.

Работа по обеспечению условий для создания производств непрерывно продолжается, и уже в феврале 2019 года в городе Волчанске Свердловской области ООО «Сосьва-Лес» запущена промышленная площадка по переработке древесины. На площадке установлена тепловая котельная мощностью 2,2 мВт; в качестве топлива в котельной используются отходы производства, что позволяет предприятию утилизировать 60 % отходов производства.

Кроме того, только в рамках реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов в 2019 году планируется ввести в эксплуатацию 7 новых производственных мощностей.

Министерством промышленности и науки Свердловской области подготовлена Стратегия промышленного и инновационного развития Свердловской области на период до 2035 года, в которой, в частности, установлены направления развития лесного сектора. При разработке областной стратегии учтены положения федерального документа («Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года»)\*, подготовленного Министерством промышленности и торговли РФ.

В Свердловской области ключевые направления лесного сектора экономики, обозначенные данной Стратегией, также имеют высокие темпы развития:

- в области производится более 245 тыс. м<sup>3</sup> фанеры в год. «СВЕЗА Верхняя Синячиха» планирует увеличить выпуск фанеры на 22 тыс. м<sup>3</sup> в год. В рамках реализации инвестиционных проектов планируется выпуск 81 тыс. м<sup>3</sup> лущеного шпона;
- объём малоэтажного строительства в области превышает 50 %. В рамках реализации 2 приоритетных инвестиционных проектов будет организован выпуск комплектов для строительства домов из профилированного бруса в объёме 2 тыс. м<sup>2</sup>, элементов домостроения в объёме 8 тыс. м<sup>3</sup>;
- объём производства пеллет и брикетов в области составляет ориентировочно 60 тыс. т в год. В области действуют 2 пеллетные котельные – в ГО Дегтярск и ГО Верхняя Пышма. Доля использования биотоплива муниципальными котельными составляет 22 % от общего потребления топлива;
- при выходе на проектную мощность действующие приоритетные инвестиционные проекты увеличат объём производства пиломатериалов на 415 тыс. м<sup>3</sup> в год, столярно-строительных изделий и профильных деталей – на 37,6 тыс. м<sup>3</sup>.

---

\* Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 г. № 1989-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdIxID77KCTL.pdf> (дата обращения: 01.08.2019).

Основными направлениями для развития лесного сектора экономики области на 2019 год определены:

- развитие экспорта, вывод продукции лесопромышленников на новые рынки;
- развитие производства товаров народного потребления\*;
- в Свердловской области реализуется федеральный проект «Повышение производительности труда и поддержка занятости». В программе участвуют и 4 лесопромышленных предприятия: НАО «СВЕЗА Верхняя Синячиха», ЗАОр «Туринский ЦБЗ», ООО «Лестех» и ООО «Новолялинский ЦБК»;
- работа по кооперации лесопромышленных предприятий с предприятиями других отраслей.

Также в планах на 2019 год – дальнейшее привлечение федеральных средств на развитие лесопромышленных предприятий области. Вместе с тем у предприятий лесной промышленности области отмечается ряд системных проблем:

- 1) высокий износ основных фондов;
- 2) низкий уровень переработки древесного сырья, а значит, меньшая производительность и высокий объем отходов;
- 3) низкая доля продукции с высокой добавленной стоимостью в общем объеме производства;
- 4) высокие железнодорожные тарифы на транспортировку лесопродукции;
- 5) неэффективное лесопользование (низкий уровень освоения расчетной лесосеки; устаревшие технологии лесопереработки с высокой долей отходов производства, не используемых в дальнейшей переработке);
- 6) низкое качество производственной и дорожно-транспортной инфраструктуры, затрудняющее освоение новых участков лесного фонда;
- 7) отсутствие точных данных о качестве и составе лесосырьевых ресурсов, что не позволяет потенциальным инвесторам достоверно оценить объект вложений, что затрудняет привлечение инвестиций в лесной сектор;
- 8) низкий уровень инновационного потенциала;
- 9) несовершенство законодательства в сфере регулирования лесных отношений, ограничивающее возможности развития лесного бизнеса;
- 10) дефицит кадров и НИОКР и др.

Все эти проблемы невозможно решить одновременно, поэтому во главу угла ставится вопрос планирования и первоочередности предпринимаемых мероприятий. Основная база регионального лесного сектора нуждается в глубокой внутренней и внешней перестройке и требует новых действенных механизмов, связанных с планированием его работы. В настоящее время масштабные проекты развития лесной промышленности способны реализовать преимущественно крупные предприятия, обладающие большим запасом финансово-экономической устойчивости, ресурсным потенциалом и в силу этого имеющие возможность планировать свою инвестиционную деятельность на длительный период и реализовывать долго окупаемые инвестиционные проекты.

---

\* Областным Министерством науки и промышленности в 2018 году издан первый выпуск каталога «Товары народного потребления Свердловской области», с которым можно ознакомиться на сайте [http://mpr.midural.ru/deyatelnost/katalog\\_tnp.php](http://mpr.midural.ru/deyatelnost/katalog_tnp.php). В каталоге представлена текстильная и швейная продукция, мебель, товары для дома и сада, игрушки, изделия из бумаги, бытовая техника и другие товары, производимые в Свердловской области. Каталог используется на выставках и в ходе деловых миссий Свердловской области для презентации потенциальным инвесторам и партнерам промышленного потенциала региона, а также продвижения продукции местных производителей на новые рынки.

На текущий момент необходимо подготовить и принять нормативный документ регионального лесного планирования, учитывающий интересы как лесного хозяйства, так и лесной промышленности, интересы крупного, среднего и малого лесного бизнеса и в целом определяющий вектор устойчивого развития сектора. «Работающий» документ стратегического планирования сектора должен быть согласован с основными федеральными и региональными нормативными документами, так или иначе касающимися вопросов стратегического планирования.

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

### **NEW TECHNOLOGICAL DECISIONS IN PREPARATION, PROCESSING AND FINISHING OF WOOD**

УДК 674.023

**И.Т. Глебов**

(I.T. Glebov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: GIT5@yandex.ru

#### **ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ФАНЕРНОГО СЫРЬЯ**

#### **HYDRAULIC AND THERMAL PREPARATION OF PLYWOOD RAW MATERIALS**

*Показано назначение технологической операции проварки фанерного сырья, рассмотрены различные варианты применяемых в промышленности бассейнов, показаны их достоинства и недостатки. Приведены расчетные нормы времени проварки древесины. Показаны возможности устранения основных недостатков бассейнов, например, использованием подземных бассейнов, использованием тоннельных камер. Изложена методика расчета производительности бассейнов. Материал иллюстрирован примерами.*

*Purpose of technological operation of boiling of plywood raw materials is shown, different options of the pools applied in the industry are considered, their merits and demerits are shown. Estimated norms of time of boiling of wood are given. Possibilities of elimination of the main shortcomings of pools, for example, are shown by use of underground pools, use of tunnel cameras. The method of calculation of productivity of pools is stated. Material is illustrated by examples.*

Одной из технологических операций производства фанеры является гидротермическая обработка чураков, а затем их лущение. При лущении срезаемый шпон выпрямляется, и в нем возникают внутренние растягивающие напряжения [1]. Величина этих напряжений находится так, МПа:

$$\zeta = \frac{Ea}{2r}, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости шпона поперек волокон древесины, для поперечного резания

$$E = 600 \text{ Н/мм}^2;$$

$a$  – толщина шпона, мм;

$r$  – радиус чурака, мм.

Так, например, при толщине шпона  $a = 1,5$  мм и радиусе чурака 100 мм напряжение в развернутом шпоне равно

$$\zeta = \frac{Ea}{2r} = \frac{6 \cdot 10^2 \cdot 1,15}{2 \cdot 100} = 4,45 \text{ МПа.}$$

Средний предел прочности древесины в поперечном направлении равен  $\zeta_{\sigma} = 3,2\text{--}6,5$  МПа. Это значит, что если не принять мер по увеличению пластичности древесины чураков, то на внутренней стороне срезаемого шпона появятся трещины и разрывы.

Повышение пластичности древесины достигается ее нагревом и увлажнением. Опытом установлено, что минимально допустимая температура древесины березы, бука, ольхи равна 20–30 °С, сосны – 12 °С, пихты – 45 °С, дуба – 40 °С, осины и тополя – 15 °С, ясеня – 50 °С, красного дерева – 30–40 °С. При температуре свыше 50 °С прочность древесины понижается, и на поверхности лущеного шпона появляется мшистость и отслаивание волокон.

Расход пара на нагрев 1 м<sup>3</sup> чураков составляет 90–130 кг. Обработку сырья производят в бассейнах. Температура воды в бассейне при мягком режиме составляет +30–40 °С, при жестком режиме она составляет +60–80 °С. Продолжительность термообработки сырья при мягком режиме приведена в таблице.

Режимы проварки сырья в бассейнах с температурой воды 40 °С

Диаметр сырья, см	Продолжительность гидротермической обработки, ч, при определенной температуре воздуха, °С				
	Выше 0	От 0 до -10	От -11 до -20	От -21 до -30	От -31 до -40
Лиственные породы древесины					
До 20	5	7	10	12	14
21–25	7	10	14	16	18
26–30	10	18	24	28	30
31–35	16	23	30	35	40
36–60	16–24	23–60	30–84	35–98	40–112
Хвойные породы древесины					
До 25	6–8	11	16	17	19
20–35	12–17	22	30	34	39
36–45	21–23	35	50	56	65
46–60	38–50	68	84	98	116

Различают несколько основных видов бассейнов гидротермической обработки фанерного сырья [2]:

1. *Секционный бассейн открытый.* Это наиболее распространенный вариант бассейнов на старых фанерных комбинатах. Бассейн площадью, например, 100×20 м<sup>2</sup> и глубиной 2–3 м поделен продольными перегородками на несколько секций. Подогрев воды обеспечивается подачей пара в воду секции. Загрузка-выгрузка сырья производится непрерывно, по мере опорожнения секции.

2. *Секционный бассейн с крышками.* Секции бассейна выполнены из монолитного железобетона. Секции расположены в два ряда, между ними расположен крытый коридор обслуживания, в котором располагается аппаратура управления. Поддержание температуры воды в секциях бассейна обеспечивается системой оборотного водоснабжения с подогревом воды в бойлерах. Предусмотрена постоянная очистка

бассейна после слива воды. Секция закрывается железобетонными крышками и наполняется водой. Крышки своей тяжестью притапливают верхние края (чураки).

3. *Проходной бассейн с укрытием из легких конструкций.* Бассейн заглублен в землю и выполнен из монолитного армированного железобетона. Над бассейном сделано укрытие из легких металлических конструкций. Теплая вода в бассейн подается из системы оборотного водоснабжения. Вода периодически подвергается очистке механическими фильтрами или системой флотации. Для равномерного прогрева верхних шапок пучков предусмотрено орошение сырья в бассейне.

4. *Проходной бассейн с подъемными крышками.* Бассейн заглублен в землю и выполнен из монолитного железобетона. Перекрытие выполнено в виде секционных железобетонных крышек, которые могут подниматься гидроцилиндрами. При подъеме крышек производится загрузка и проталкивание сырья в бассейн. Поддержание температуры воды в бассейне обеспечивается системой оборотного водоснабжения с подогревом. Предусмотрена периодическая очистка воды механическими фильтрами или системой флотации (рекомендуется для хвойных пород древесины).

5. *Проходной бассейн с переменным уровнем воды (перспективный проект).* Чаша бассейна заглублена в землю, выполнена из монолитного армированного железобетона. Бассейн снабжен перекрытием из железобетонных плит. Температура воды в бассейне поддерживается системой оборотного водоснабжения с подогревом. Предусмотрена периодическая очистка воды механическими фильтрами или системой флотации. Снижение и поднятие уровня воды в секции производится путем перелива воды в резервные емкости с последующей перекачкой электронасосом. В процессе проварки сырье оказывается полностью погруженным в горячую воду. При снижении уровня воды производится загрузка и проталкивание сырья в бассейн.

6. *Закрытые бассейны с мотовилом.* Как самостоятельный вид оборудования для гидротермической обработки рассматривается редко и применяется в основном для дополнительного прогрева фанерного сырья в зимнее время. Мотовило представляет собой вращающуюся крестовину радиусом до 2,5 метров (рис. 1). При укладке на рычаги крестовины новой партии сырья крестовина поворачивается и сырье попадает в воду, одновременно выгружается прогретое фанерное сырье с противоположной стороны бассейна.

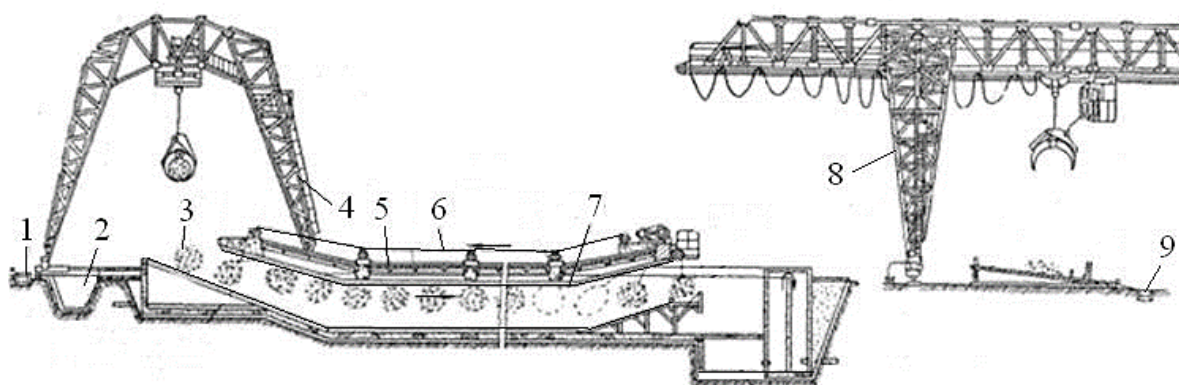


Рис. 1. Механизированный закрытый бассейн для тепловой обработки фанерных краёв:

- 1, 9 – продольный цепной транспортер (бревнотаска); 2 – накопитель краёв;
- 3 – пучок, обвязанный цепями; 4, 8 – козловые краны;
- 5 – бетонное утепленное перекрытие; 6 – тяговая цепь, 7 – стальные направляющие

Недостаток тепловых бассейнов заключается в том, что в зимнее время над бассейном образуется туман, усложняющий работу на бассейне. При этом значительная часть тепла с паром улетучивается в атмосферу. Поэтому на фанерных предприятиях стали строить закрытые подземные бассейны (рис. 1).

При работе фанерные бревна с бревнотаски 1 сбрасываются в накопитель 2. Затем они захватываются грейфером крана и связываются цепями в пучок. Пучок опускается в воду бассейна и увлекается тяговыми цепями 6 под утепленное перекрытие бассейна. На выходе из бассейна пучок краном переключается на накопитель, цепи снимаются и фанерные бревна поштучно бревнотаской 9 подаются в фанерный цех. Такой бассейн позволяет экономить расход тепла и уменьшает образование тумана зимой.

Большой интерес для тепловой обработки фанерного сырья представляет опыт США, где фанерные бревна обрабатываются в камерах тоннельного типа (рис. 2) [3].

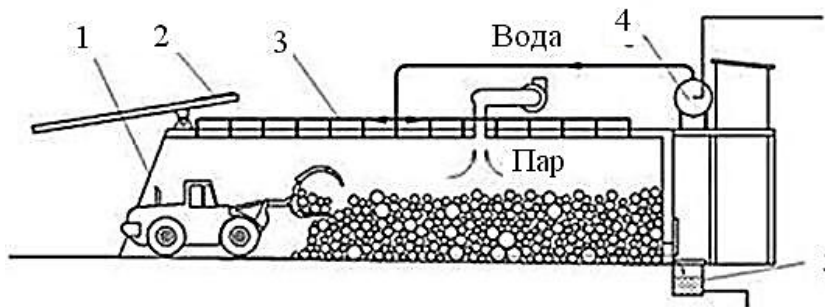


Рис. 2. Схема камеры для прогрева фанерного сырья:  
1 – погрузчик; 2 – ворота подъемные; 3 – трубопровод подачи горячей воды;  
4 – насос; 5 – слив отработанной воды

Камеры отличаются простотой конструкции, они дешевы в изготовлении, при работе можно применять фронтальные погрузчики для загрузки и разгрузки бревен, они легко очищаются от мусора.

Для увлажнения фанерных бревен включается подача горячей воды, которая течет по коллектору через форсунки, расположенные в потолке камеры. Вода орошает бревна, увлажняет их и стекает на пол. Пол камеры наклонный. Вода через окно в задней стенке камеры стекает в канал, по которому самотеком поступает в резервуар. Расход воды на прогрев составляет 1–2 м<sup>3</sup>/мин. на 100 м<sup>3</sup> чураков в зависимости от начальной температуры древесины.

По окончании цикла прогрева открываются двери камеры, включается принудительная вентиляция для удаления пара. Затем фронтальными погрузчиками осуществляется выгрузка пропаренных чураков.

Недостаток использования подобных камер заключается в большой разнице в температуре верхних и нижних чураков, а также в недостаточной эффективности при прогреве бревен большого диаметра.

#### *Производительность бассейна*

Производительность бассейна для проварки фанерного сырья рассчитывают в следующем порядке.

1. Сначала находят сменную производительность секции, м<sup>3</sup>/см:

$$P_{см} = LBHK_3 K_y K_p \frac{T_{см}}{t_ц}, \quad (2)$$

где  $L, B, H$  – длина, ширина и глубина секции соответственно, м;



$K_z$  – коэффициент загрузки секции: при работе в пучках  $K_z = 0,90$ , при загрузке сырья в контейнерах  $K_z = 0,65$ ;  
 $K_y$  – коэффициент плотности укладки сырья,  $K_y = 0,70$ ;  
 $K_p$  – коэффициент рабочего времени,  $K_p = 0,95$ ;  
 $T_{см}$  – продолжительность смены,  $T_{см} = 8$  ч;  
 $t_{ц}$  – цикл времени оттаивания и прогрева сырья, ч:

$$t_{ц} = T_{табл} K_n K_{\delta} K_x, \quad (3)$$

где  $T_{табл}$  – время оттаивания и прогрева (табл. 7, 8);

$K_n$  – коэффициент, учитывающий породу древесины (сосна, ель, кедр  $K_n = 1,0$ ; лиственница, береза  $K_n = 1,2$ );

$K_{\delta}$  – коэффициент, зависящий от способа доставки сырья (сплавное сырье –  $K_{\delta} = 1,2$ ; по железной дороге –  $K_{\delta} = 1,0$ );

$K_x$  – коэффициент, зависящий от способа хранения (дождевание, водное хранение –  $K_x = 1,0$ ; влагозащитные замазки –  $K_x = 1,2$ ; плотная укладка на срок более 2 мес. –  $K_x = 1,4$ ).

2. Годовая производительность одной секции, м<sup>3</sup>/год:

$$P_{год} = P_{см} n, \quad (4)$$

где  $P_{см}$  – сменная производительность одной секции;

$n$  – количество рабочих смен в году,  $n = 260 \cdot 3 = 780$  смен.

3. Необходимое количество секций бассейна

$$m = \frac{Q}{P_{год}}, \quad (5)$$

где  $Q$  – годовой объем сырья, подлежащий проварке, м<sup>3</sup>.

Количество секций должно быть не менее двух.

#### Пример

*Дано:* Для фанерного завода с годовой производственной программой переработки сырья  $Q = 117\,000$  м<sup>3</sup>/год проектируется бассейн открытого типа для проварки фанерных кряжей длиной  $l = 6,2$  м, расчетная температура воды в бассейне равна 40 °С, расчетная температура воздуха – до -10 °С. Для загрузки и разгрузки бассейна планируется установить козловый кран ККУ-10 с длиной пролета 20 м.

Характеристика сырья: диаметр кряжей – 26–30 см, порода – береза, доставка – железной дорогой, способ хранения – дождевание, загрузка в бассейн – пучками.

*Принято:* длина секции бассейна  $L = 18$  м,  $B = 7$  м,  $H = 2$  м.

*Определить* количество секций бассейна.

#### Решение

1. Находим цикл времени оттаивания и прогрева сырья, ч:

$$t_{ц} = T_{табл} K_n K_{\delta} K_x = 18 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 21,6.$$

2. Находим сменную производительность одной секции, м<sup>3</sup>/см:

$$P_{см} = LBHK_3 K_y K_p \frac{T_{см}}{t_ц} = 18 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \frac{8}{21,6} = 55,86.$$

3. Годовая производительность одной секции, м<sup>3</sup>/год:

$$P_{год} = P_{см} n = 55,86 \cdot 780 = 43\,570,8.$$

4. Находим необходимое количество секций бассейна, шт.:

$$m = \frac{Q}{P_{год}} = \frac{117\,000}{43\,570,8} = 2,69.$$

Количество секций бассейна принимаем за 3.

## Библиографический список

1. Глебов И.Т., Глебов В.В. Оборудование для обработки и производства фанеры. СПб: Лань, 2013. 288 с.
2. Фатхуллин А.Б., Иванов Г.А., Зверев С.В. Бассейны гидротермической обработки древесного сырья // ДЕРЕВО.RU. 2006. № 3.
3. Филиппович А.А., Кругляков А. Производство фанеры в США. Оборудование и технологии // ЛесПромИнформ. 2016. № 3 (117).

УДК 674.023

**И.Т. Глебов**

(I.T. Glebov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: GIT5@yandex.ru

## ПРОИЗВОДСТВО ТАРЫ ИЗ ЛУЩЕНОГО ШПОНА

### PRODUCTION OF CONTAINER FROM THE HULLED INTERLINE INTERVAL

*Приведены виды деревянной тары, изготавливаемой из шпона толщиной 1,5–5,0 мм и предназначенной для упаковки и транспортировки цитрусовых, ягод, грибов. Показаны конструкции лотков, корзин. Для изготовления шпона используются древесины мягких пород древесины, например, тополя, осины, липы. Рассмотрена технология изготовления деталей тары. Сначала делается лущенный шпон, затем он рубится на заготовки. Приведены схемы оборудования, на примере показана методика расчета сил и мощности.*

*Types of the wooden container produced from an interline interval 1,5–5,0 mm thick and intended for packing and transportirovka of a citrus, berries, mushrooms are given. Designs of trays, baskets are shown. For production of an interline interval it is used wood of soft breeds of wood, for example a poplar, an aspen, a linden. The manufacturing techniques of details of a container are considered. At first the hulled interline interval becomes, then it is cut for preparations. Schemes of the equipment are provided, on an example the method of calculation of forces and capacities is shown.*

Значение тары в народном хозяйстве страны трудно переоценить. Наиболее часто из многочисленных видов используется деревянная тара из тонких дощечек или шпона.

Для потребностей народного хозяйства требуются различные виды легкой и дешевой, жесткой и полужесткой тары, которые широко востребованы для упаковки и транспортировки цитрусовых, винограда, грибов и ягод. Из шпоновых дощечек делают лотки (рис. 1).



Рис. 1. Тара плодово-ягодная из шпона:  
а, б – лотки для ягод; в, г – корзинки гнуто-сшивные

Такая тара традиционно изготавливается из шпоновых заготовок, имеющих определенную толщину и ширину. Обычно тарные дощечки имеют толщину 1,5–5 мм, ширину 15–320 мм и длину 740–870 мм.

Тонкий шпон толщиной 1,5–2,5 мм, может применяться для изготовления разнообразных лотков и корзинок. Толстый шпон, толщиной 2,5–5 мм может применяться для изготовления небольших ящичков. Тара из лушеного шпона лёгкая, недорогая, компактная, и пользуется постоянным спросом у сельскохозяйственных и промышленных предприятий.

Тара защищает плоды от механических повреждений и от распространения заболеваний. Чем меньше тара, тем лучше сохраняемость плодов и тем легче их погрузка и выгрузка. Но мелкая тара дороже, чем крупная (в пересчете на 1 кг плодов). Чем разнообразнее по емкости и форме тара, тем сложнее в нее упаковывать плоды и тем дороже она стоит. Поэтому большое значение имеет изготовление для упаковки плодов стандартной тары.

Заготовки для производства жесткой и полужесткой тары получают из шпона древесины мягких лиственных пород, например, тополя, осины, липы. Использование шпона позволяет минимизировать образование отходов древесины, снизить расход электроэнергии и позволяет перерабатывать круглые лесоматериалы с большой кривизной.

Процесс изготовления тары включает выполнение ряда технологических операций.

1. Круглый лесоматериал раскрывают на чураки заданной длины, например, 740 мм или 870 мм.

2. Чураки без дополнительной подготовки (окорки и пропаривания) поштучно крепятся в центрах луцильного станка.

3. При медленном вращении чурака к нему подводят вращающийся, например, с частотой  $1\ 000\ \text{мин}^{-1}$  ножевой вал. Происходит оцилиндровка чурака.

4. После оцилиндровки ножевой вал опускается из зоны резания, и к чураку подводят суппорт с луцильным ножом и подрезными ножами (рис. 2). Включается подача суппорта. Величина подачи на каждый оборот центров равна толщине срезаемого шпона. Со станка сходят длинные ленты шпона, словно бумага разворачивается из рулона. Лушение прекращается, когда диаметр чурака достигает 80 мм, когда кулачки центров не позволяют луцильному ножу надвигаться далее [1].

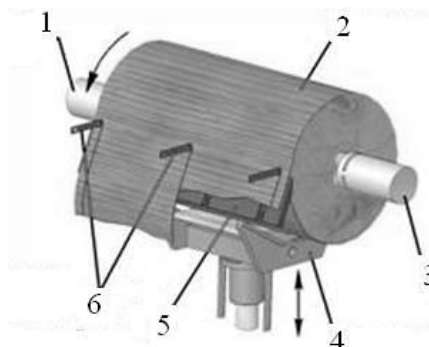


Рис. 2. Получение лушеного шпона:

1 – центр приводной; 2 – чурак; 3 – центр зажимной;  
4 – загрузочно-центрирующее устройство; 5 – нож луцильный; 6 – ножи прирезные

Оцилиндровка чурака возможна и луцильным ножом, однако при этом нож быстро затупляется, ухудшается качество шпона и снижается производительность лушения. На некоторых предприятиях лушение выполняют без обжимной линейки, считая, что получаемая шероховатость и разнотолщинность шпона их устраивают.

Группой компаний НПО «МАГР» серийно выпускает для производства тарной дощечки из лушеного шпона луцильный станок СЛ-800 и разрезающий полосы шпона на полоски станок СД-800 (см. таблицу).

### Технические характеристики станков

Параметры	СЛ-800	СЛ-1600	Параметры	СД-800	СД-1600
Диаметр чурака, мм	630	630	Размеры шпона, мм	1–5 × 800	1–3,5 × 1640
Длина чурака, мм	740–840	1150–1630	Количество ножей, шт.	1	2
–	–	–	Скорость подачи, м/мин	19–78	26–237
Установленная мощность, кВт	19,5	34,5	Мощность, кВт	8,1	4,1

Лушение древесины на предлагаемом станке происходит без обжимной линейки, так как получаемый шпон предназначен не для склеивания и значение шероховатости его поверхности может быть увеличено до  $R_{m\ max} \geq 400\ \text{мкм}$  [2].

Толщина шпона для производства тары задается пределах от 1,5 до 5 мм. Раскрой шпона по ширине производится стационарными ножами, положение которых регулируется вручную.

5. Полученные полосы шпона нарезаются на дощечки с помощью станка с роторными ножами (рис. 3). При работе станка полоса шпона надвигается механизмом подачи с постоянной скоростью, и роторные ножи отрезают полосы одинаковой ширины. Полоски падают на транспортер и выносятся из станка.

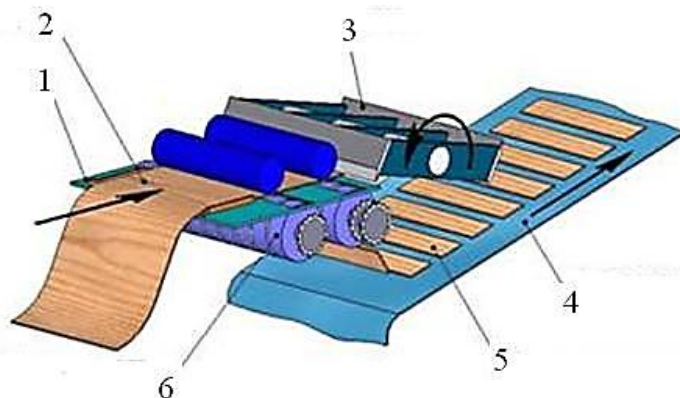


Рис. 3. Схема станка для резки шпона на дощечки:  
1 – стол; 2 – полоса шпона; 3 – ротор с ножами; 4 – транспортер;  
5 – дощечки; 6 – вальцовый механизм подачи

Регулируя скорость подачи шпона, можно получать ширину получаемых тарных дощечек в пределах от 15 до 320 мм.

Производительность установки изменяется в пределах 1,6–16 м<sup>3</sup> в смену.

### Пример

*Дано:* толщина шпона  $a = 2$  мм, ширина полосы  $b = 800$  мм, ширина дощечки  $b_0 = 50$  мм, порода – осина, радиус закругления режущей кромки ножа  $\rho = 20$  мкм, Диаметр окружности вращения ножей  $D = 500$  мм, частота вращения ротора  $n = 100$  мин<sup>-1</sup>, количество ножей ротора  $z = 2$ .

Определить скорость подачи шпона, касательную силу и мощность резания.

### Решение:

1. Ширина дощечки находится как подача на один нож ротора. Тогда скорость подачи вальцового механизма определим по формуле, м/мин:

$$V_s = \frac{b_0 z n}{1000} = \frac{50 \cdot 2 \cdot 100}{1000} = 10.$$

2. Найдем значение удельной силы резания. Известно, что при рубке в поперечном направлении древесины [3]:

$$\text{– сосны } F_{y\partial} = 0,25 + \frac{1,3}{a};$$

$$\text{– осины } F_{y\partial} = 0,27 + \frac{1,35}{a};$$

$$\text{– березы } F_{y\partial} = 0,41 + \frac{1,4}{a}.$$

Для осины значение удельной силы резания получим, МПа:

$$F_{y\partial} = 0,27 + \frac{1,35}{2} = 0,945.$$

2. Находим скорость главного движения, м/с:

$$V = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 100}{60000} = 2,6.$$

3. Находим касательную силу резания, Н:

$$F_x = F_{y\partial} ab = 0,945 \cdot 2 \cdot 800 = 1512.$$

4. Мощность резания, кВт:

$$P = \frac{F_x V}{1000} = \frac{1512 \cdot 2,6}{1000} = 3,9.$$

## Библиографический список

1. Глебов И.Т., Глебов В.В. Оборудование для производства и обработки фанеры. СПб.: Лань, 2013. 288 с.
2. Глебов И.Т. Резание древесины. СПб.: Лань, 2016. 308 с.
3. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Высшейшая школа, 1975. 305 с.

УДК 674.023

**И.Т. Глебов**

(I.T. Glebov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: GIT5@yandex.ru

## ТОВАРЫ, ПРОИЗВОДИМЫЕ СТРОГАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ

### THE GOODS MADE BY WOOD PLANING

*Приведено определение понятия строгания древесины, показаны виды строгания: продольное, поперечное и на роторных станках. Даны характеристики срезаемой стружки-продукта. Рассмотрены стружки-продукт: строганый шпон, тарные дощечки, получаемые при продольном, поперечном и роторном строгании на дощечкорезных станках. Дана характеристика штукатурных планок, древесной шерсти и кровельной щепы.*

*Definition of a concept of planing of wood is given, types of planing are shown: longitudinal, cross and on rotor machines. Characteristics of the cut-off shaving product are given. Shavings – a product are considered: the planed interline interval, tare plates received at longitudinal, cross and rotor planing on doshchekrezny machines. Characteristic of plaster levels, wood wool and roofing spill is given.*

*Строганием* называют процесс механической обработки древесины резанием с прямолинейным поступательным движением резания, при котором плоскость резания, поверхности резания и обработанная поверхность совпадают [1].

Строгание применяют для получения стружки-продукта или для формирования гладких обработанных поверхностей.

Стружка-продукт толщиной 0,6–15 мм срезается при поперечном или продольном строгании или на роторных станках (рис. 1).

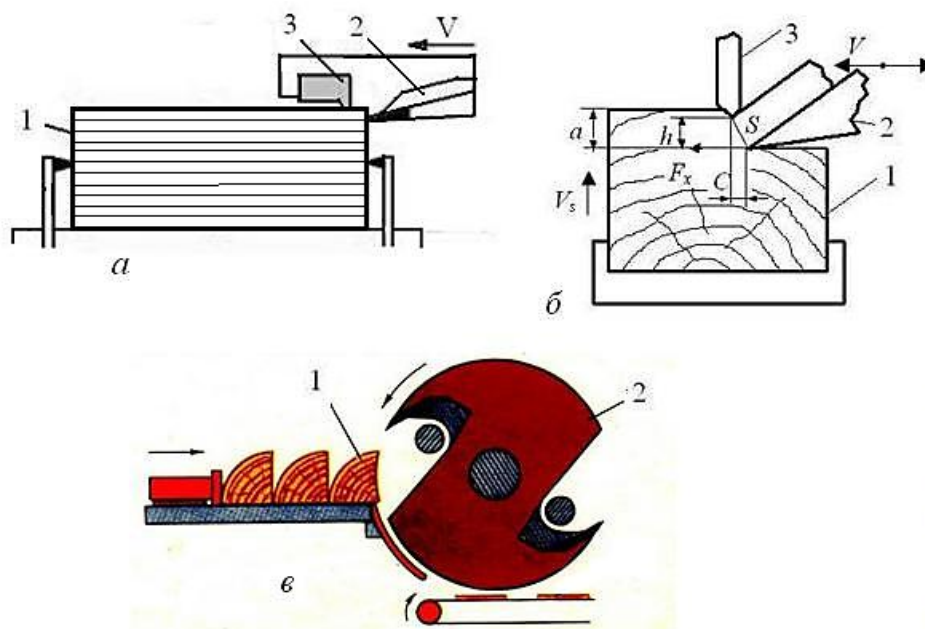


Рис. 1. Схемы строгания древесины:  
*a* – продольная; *б* – поперечная; *в* – поперечно-роторная;  
 1 – заготовка; 2 – нож (ротор); 3 – обжимная линейка

Нож имеет угол резания  $\delta = 18^\circ$  и задний угол  $\alpha = 1-2^\circ$ . Для предотвращения образования опережающих трещин и уменьшения глубины трещин растяжения на внутренней поверхности строганого шпона древесину предварительно гидротермически обрабатывают (влажность – не ниже 80–100 % и температура внутри ванчеса – до  $50^\circ\text{C}$ ), а резание сопровождают обжимом срезаемого слоя.

При продольном строгании на древесношерстных станках, например, получают стружку упаковочную или для производства цементно-стружечных плит, а также кровельную щепу. Угол резания ножей  $\delta$  достигает  $45^\circ$ , а задний угол  $\alpha = 5^\circ$ .

Поперечное строгание используют для производства строганого шпона, тарной дощечки, штукатурной планки. При строгании суппорт с ножом и обжимной линейкой срезают стружку в горизонтальной или вертикальной плоскости.

Методом строгания из древесины получают строганный шпон, используемый в качестве облицовок в производстве мебели, штукатурную дрань, материал для кровли крыш, стружку для упаковки изделий и для изготовления цементных плит, тарную дощечку и др.

#### *Строганный шпон*

Строганный шпон (ГОСТ 2977-82) получают путем строгания на станках хвойных и лиственных пород древесины. Красивая текстура (рисунок) шпона получается при строгании лиственных пород:

1) мелкорассеянно-сосудистых: березы, бука, граба, груши, клена, красного дерева (дибету, макоре, моаби, сапели), липы, ольхи, ореха, осины, тополя, ивы;

2) крупнорассеянно-сосудистых: красного дерева (аиле, боссе, лимба, африканского махогони или акажу, окуме, сипо, тиамы, фрамуре);

3) кольцесосудистых – бархатного дерева, вяза, дуба, ильма, карагача, каштана, ясеня.

Шпон получают также из древесины хвойных пород (лиственницы и сосны) и из наростов (кап) на деревьях.

### *Тарные дощечки*

Используя метод строгания древесины на дощечкорезательных станках, получают тарные дощечки толщиной до 16 мм, шириной до 180 мм и длиной до 1 200 мм. Дощечки получают как при продольном строгании (рис. 2), так и при поперечном строгании заготовок (рис. 3).



Рис. 2. Линия продольного строгания дощечки



Рис. 3. Положение стопы заготовок при поперечном строгании

Нормальные условия резания происходят при угле заострения строгального ножа  $\beta = 16^\circ$ , заднем угле  $\alpha = 1,5^\circ$ , влажности древесины  $W$  не ниже 30 %, температуре внутри заготовки  $t = 40\text{--}50^\circ\text{C}$  и степени обжима стружки  $\Delta = 10\text{--}15\%$ .

При продольном строгании заготовки в виде брусков подаются конвейером в зону резания и прижимаются к столу. Под столом закреплен строгальный нож так, что брус



надвигается на нож и с нижней части бруса срезается одна дощечка. Срезанная дощечка падает вниз, а вышедшая заготовка, пройдя на конвейере по кругу, возвращается опять в зону строгания.

При поперечном строгании (рис. 3) несколько заготовок укладывают стопой на стол под вертикальный прижим. С нижней поверхности стопы строгальным ножом срезаются дощечки. Срезанные дощечки падают на транспортер и выносятся из станка.

*Древесная шерсть* – один из видов измельченной древесины в виде длинных, узких и тонких стружек, срезаемых на строгальном станке (рис. 4). Длина стружки – 200–530 мм, ширина – 0,5–7,0 мм, а толщина – 0,03–1,0 мм. Стружка из древесины ели и мягких лиственных пород, не имеющая смолистого запаха, используется для упаковки яиц, фруктов. Стружка из древесины любых пород применяется для упаковки хрупких изделий, например изделий из стекла, фарфора и др. Древесная шерсть используется также для технологических целей в производстве цементно-стружечных плит (фибролитовых плит) и в качестве подстилки при клеточном содержании пушных зверей [2].



Рис. 4. Древесная шерсть

Стружка высушивается до относительной влажности 15–22 % и продается в упрессованных тюках размерами: 360 × 500 × 750 и 460 × 585 × 1 000 мм.

Влажность стружки не должна превышать 15 % для марок Я и З, 20 % – для марки Ф, 22 % – для марок МКС, П и ФС.

*Штукатурные планки* (дранки) – это деревянные рейки толщиной 3–5 мм, шириной 10–20 мм и длиной до 2 м. Получают их методом строгания из деревянных заготовок. Этот материал продается в любом строительном магазине пачками по 50 или 100 штук (рис. 5).

*Дранки для кровли домов*

Сегодня деревянные кровли все чаще можно увидеть не только на старых домах или куполах, но и на добротных домах и банях. И деревянные строения, и деревянные кровли становятся все более популярными даже на фоне появления новых, более быстрых и гораздо более дешевых технологий.

*Дранка* – один из натуральных и экологически безопасных материалов. Выпускается она в виде небольших деревянных пластин толщиной 3–8 мм, шириной 8–16 см и длиной 35–45 см.

Получают дранку методом продольного или поперечного строгания. Продольное строгание сводится к откалыванию пластин ножом. Колотая дранка, в которой волокна

древесины не перерезаются, а только отдираются друг от друга, менее гигроскопична и менее подвержена гниению.



Рис. 5. Штукатурная планка

При поперечном строгании древесины нож, срезающий пластину, частично перерезает волокна древесины, которые наклонены к плоскости резания. Перерезанные волокна – источник впитывания влаги, бактерий и гниения древесины.

Для изготовления дранки подбирают хвойные породы древесины (ель, сосну, лиственницу) либо осину. Хвойные породы содержат смолу, которая играет роль антисептика, защищающего древесину от гниения. Заготовки выпиливаются из ствола дерева (главное, чтобы он был без сучков, дефектов, а его поверхность – максимально ровной).

Сначала из бревна выпиливают заготовки (рис. 6) длиной по 40–45 см. Затем полено разрубает пополам или на четыре части, удаляют кору и сердцевину. Оставшийся материал раскалывают ножом на тонкие пластины – дранки толщиной 3–8 см и нужной ширины – от 8 до 18 см.



Рис. 6. Способ продольного строгания дранки

И все-таки сравнивать дранку с современными кровельными материалами для покрытий нельзя. Дранку чаще всего применяют во время реставрации старинных сооружений для восстановления их аутентичного вида. Обыкновенные застройщики дома дранкой не покрывают: это слишком дорого и хлопотно. Иногда дранку используют любители.

**Библиографический список**

1. Глебов И.Т. Резание древесины. СПб.: Лань, 2016. 308 с.
2. Цементный фибролит / Б.Н. Кауфман, П.М. Шмидт, Д.А. Скоблов, А.С. Поволоцкий. М., Лесн. пром-сть, 1961. 172 с.

**УДК 630\*307**

**В.В. Иванов**

(V.V. Ivanov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: victor.82@mail.ru

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ ХАРВЕСТЕРА**

**FACTORS, THAT CAN AFFECT THE OPERATION OF THE HARVESTER**

*В статье приводятся результаты исследования некоторых факторов, влияющих на работу харвестера, а также даны рекомендации по повышению производительности с учетом влияния этих факторов.*

*The article presents the results of a study of some factors affecting the work of the harvester, and also gives recommendations for improving productivity, taking into account the influence of these factors.*

С учетом мировых тенденций лесопромышленный комплекс Российской Федерации предъявляет лесозаготовительному производству требования обеспечения бережного отношения к лесу не только как к источнику возобновляемых сырьевых ресурсов. В результате этого возникает потребность проведения более строгого выбора технологических процессов лесопользования всего доступного лесного сырья.

Процесс лесозаготовки зависит от природно-производственных условий, лесозаготовительной техники, её стоимости, видов и способов рубок, объема заготовки и другого. Растущее многообразие машин и механизмов, применяемых для реализации систем рубок, позволяет провести выбор оборудования для проведения лесозаготовок.

Сортиментная заготовка древесины в последние годы в нашей стране становится приоритетной, поэтому перед лесозаготовителями постоянно встает проблема подбора системы машин «Харвестер-Форвардер», оптимального подбора состава лесозаготовительных бригад, позволяющих обеспечить бесперебойную работу техники в конкретных природно-производственных условиях, которые смогут обеспечивать наименьшие затраты. Такая система машин является гибкой и позволяет получать высокую производительность.

Лесозаготовительные машины для сортиментной заготовки древесины представлены огромным выбором на рынке. Однако при оценке эффективности работы харвестерных машин в условиях лесозаготовок наиболее значимым параметром является ее производительность, которая в свою очередь зависит от ряда факторов:

- 1) конструктивных параметров машин;
- 2) индивидуальных особенностей строения деревьев;
- 3) навыков (квалификации) оператора и т. д.

В связи с этим задача повышения производительности многооперационных лесозаготовительных машин является достаточно актуальной.

Исследование конструктивных параметров машин производилось в программной среде Statistica [1], в ходе чего был произведен выбор эффективного вылета манипулятора харвестера и произведен расчет основных показателей его работы. На рисунке 1 представлены результаты этого исследования.

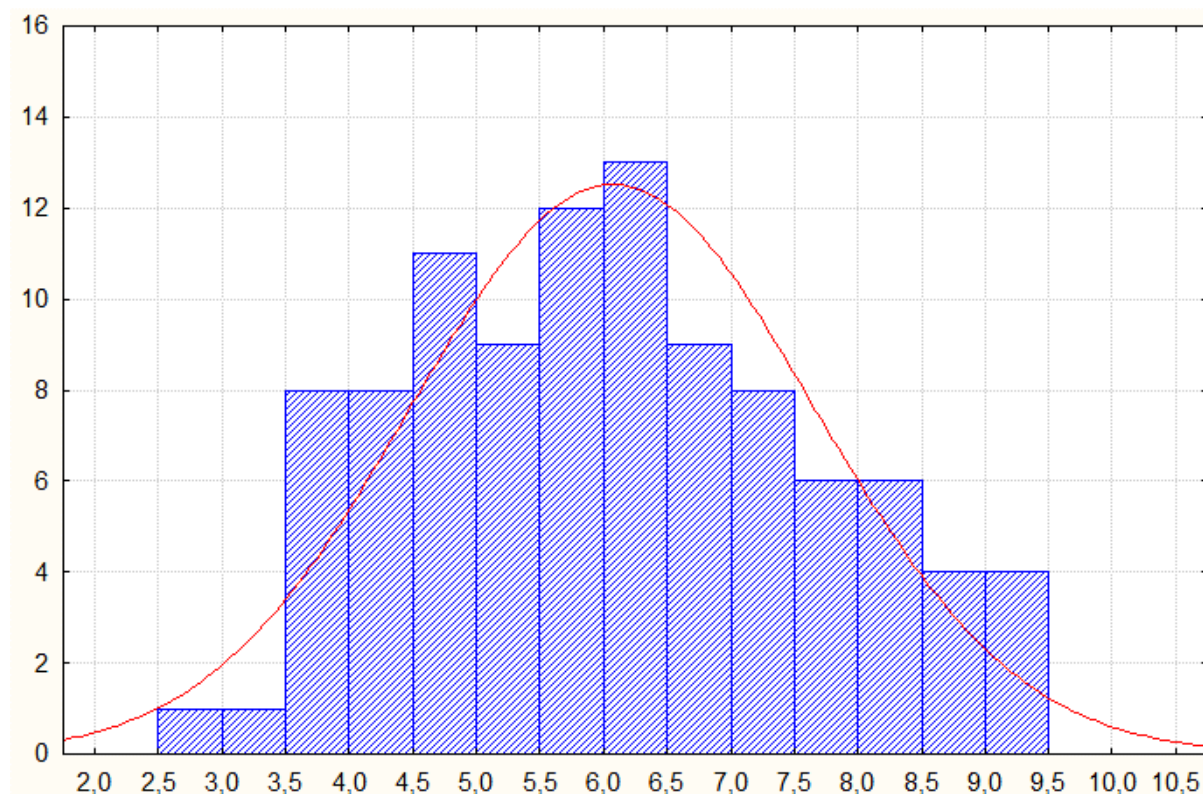


Рис. 1. Гистограмма и закон распределения вылета манипулятора харвестера  
( $\chi^2 = 6,96\ 354$ ,  $p = 0,43\ 269$ )

Таким образом, на основании выборки результатов наблюдений установлено, что наиболее эффективный вылет манипулятора находится в пределах от 4 до 7 метров и в среднем составляет 6 метров. При этом ширина пасаки, разрабатываемая харвестером, должна составлять 16 метров.

Однако при такой ширине пасаки не всегда выполняется условие Правил заготовки древесины [2] по сохранению подроста (п. 51 настоящих правил).

Для выполнения условий, изложенных в п. 51 Правил заготовки древесины, при работе харвестера с эффективным вылетом 6 метров могут быть предложены схемы его работы с заездами на полупасаки, со вспомогательным коридором, с двумя вспомогательными коридорами, а также схема работы харвестера в трех режимах [3].

Для исследования влияния индивидуальных особенностей деревьев (крупномерность, кривизна, наклон, и т. д.) в насаждении и их влияния на производительность харвестера были использованы данные пробной площади, заложенные в УУОЛ УГЛТУ. Характеристика этой пробной площади представлена в таблице 1.

При обработке экспериментальных данных пробной площади (рис. 3) было установлено, что крупномерные деревья (диаметром  $> 60$  см) составляют 1,07 % всех деревьев в насаждении. Деревья с искривленными стволами, наклоненные ветрами или по другим причинам, с сухобокостью составляют 13,4 % от общего числа деревьев.

Характеристика экспериментального участка

Состав	Тип леса	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Площадь, га	Полнота	Среднее расстояние между деревьями, м	Тип распределения деревьев в насаждении
9С1Л + С + Б	Сяг	110	25	26	2	8,3	0,6	4,6	Случайный

Наличие в насаждении с индивидуальными особенностями деревьев требует высокой квалификации оператора харвестера, так как при их обработке увеличивается время цикла. Например, на рисунке 2 представлены результаты пассивного эксперимента по исследованию времени цикла работы харвестера, проведенному на тренажере компании Komatsu с привлечением обучающихся кафедры ТОЛП (1 курс, 67 человек, набор 2017–2018 учебного года), в аудитории 4/104 (УЛК-4). Как показывает график, при заготовке крупномерных деревьев, длительность цикла обработки дерева харвестером у неопытных операторов может увеличиться до 2,4 раз.

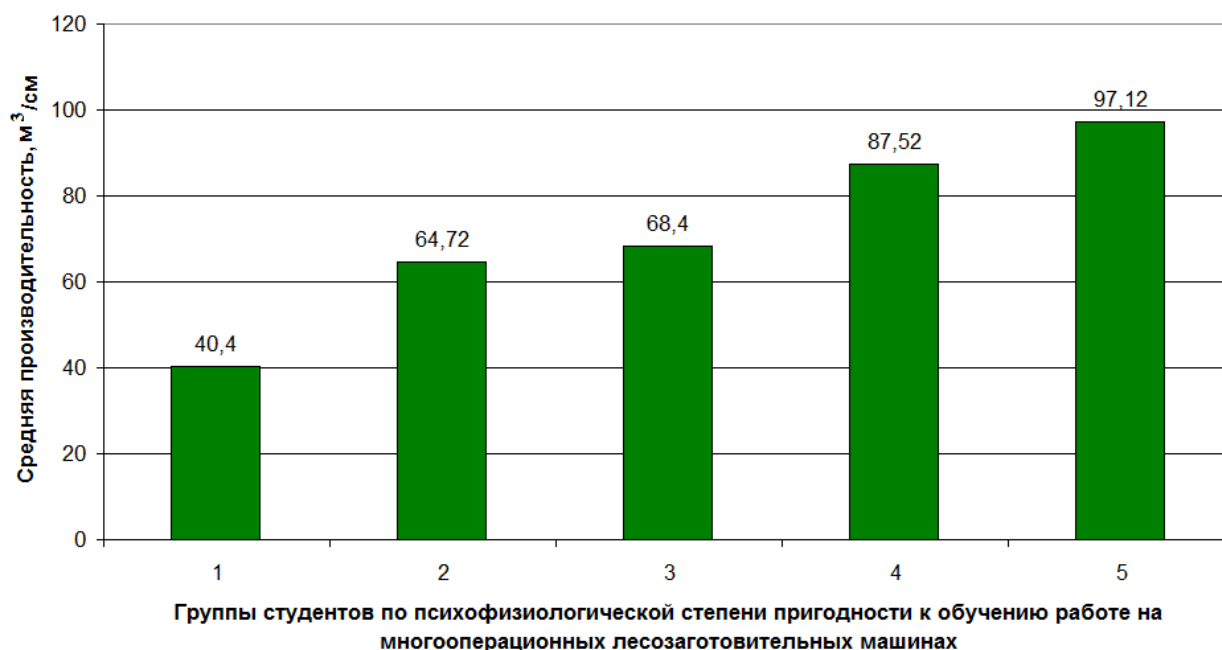


Рис. 2. Гистограмма работы харвестера при заготовке крупномерных деревьев

Помимо вылета манипулятора и наличия в насаждении деревьев с индивидуальными особенностями на производительность харвестера также оказывает влияние и скорости движения манипулятора.

Для изучения этого фактора был проведен активный эксперимент (изменяемый параметр – линейные и угловые скорости движения манипулятора) на тренажере харвестера компании Komatsu. В ходе эксперимента были отобраны 3 обучающихся, у которых были проведены замеры времени цикла на обработку деревьев. На графике (рис. 3) представлена работа этих обучающихся при угловой скорости  $0,52 \text{ c}^{-1}$  и линейной скорости  $0,75 \text{ м/с}$  манипулятора.

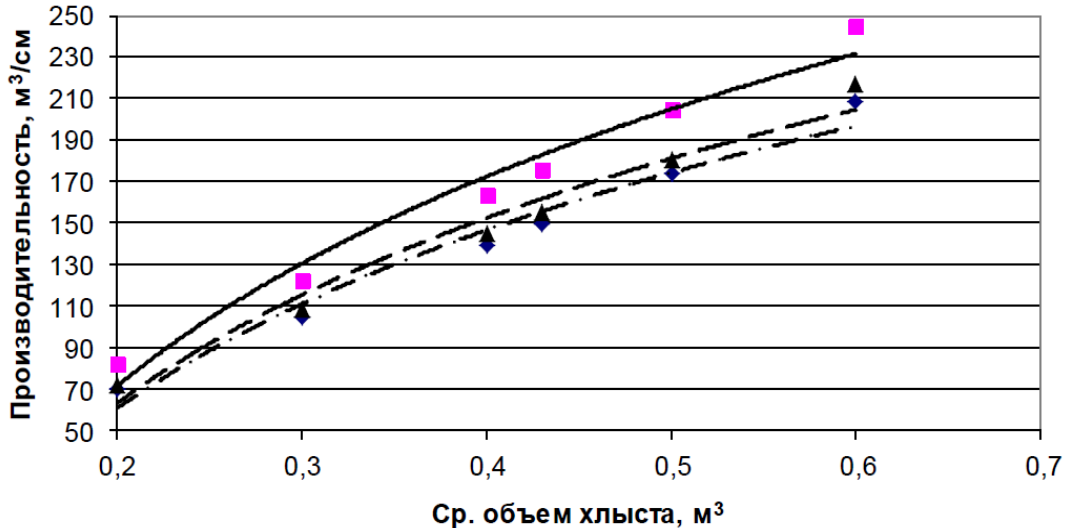


Рис. 3. График работы харвестера при  $0,52 \text{ с}^{-1}$  и линейной скорости  $0,75 \text{ м/с}$  манипулятора: - - - - 1 обучающийся; ————— 2 обучающийся, - - - - 3 обучающийся

На графике (рис. 4) представлена работа 2-го обучающегося, имеющего предыдущий лучший результат при угловой скорости  $0,6 \text{ с}^{-1}$  и линейной скорости  $1 \text{ м/с}$  манипулятора.

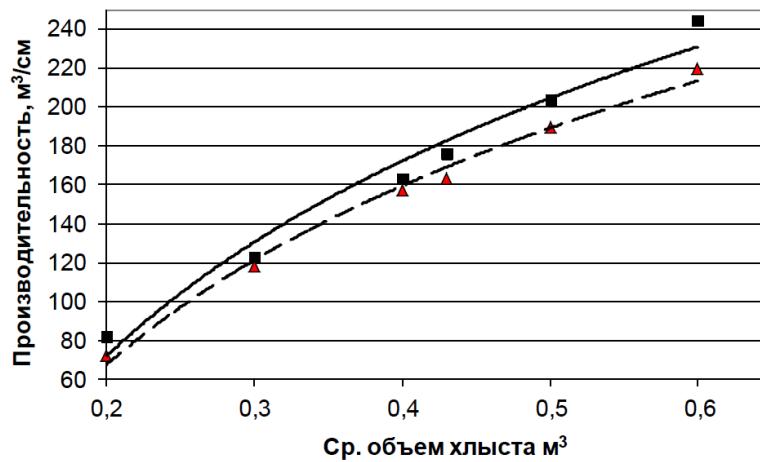


Рис. 4. График производительности харвестера при:  
 ————— угловой скорости  $0,52 \text{ с}^{-1}$  и линейной скорости  $0,75 \text{ м/с}$  манипулятора;  
 - - - угловой скорости  $0,7 \text{ с}^{-1}$  и линейной скорости  $1 \text{ м/с}$  манипулятора

Однако поднятие скоростей рабочих органов приводит к возникновению динамических нагрузок, которые при работе машины могут привести к потере ее устойчивости, тем более что машина в большинстве случаев работает на неровной рабочей поверхности. Потеря устойчивости приводит к возникновению момента опрокидывания, тем самым снижается производительность машины.

Устойчивость машины определяется по формуле [4]:

$$K_{уст} = \frac{M_{уд}}{M_{оо}}$$

где  $M_{уд}$  – удерживающий момент от опрокидывания машины, Н · м;

$M_{оо}$  – момент от внешних и внутренних сил и весов, стремящихся опрокинуть машину относительно точки опрокидывания, Н · м.

Если в расчетах опрокидывающего и стабилизирующего момента учитываются все статические и динамические нагрузки, что на практике осуществить сложно, коэффициент устойчивости принимают  $K_{уст} \geq 1,15$ .

В нашем случае расчеты основывались только на значениях сил тяжести; коэффициент устойчивости при этом условии принимают  $K_{уст} \geq 1,4$ .

Для определения эффективного вылета манипулятора с учетом коэффициента устойчивости харвестера рассматривались харвестеры JohnDeer 1270G, JohnDeer 1470G, Komatsu 901, Komatsu 931, Komatsu 951, PonsseBear, PonsseBeaver, PonsseErgo8W (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты устойчивости харвестеров

Вылет манипулятора	Харвестеры (марка; модель; масса, кг; манипулятор; харв. гол.)							
	John Deer 1270G; 20 650 кг; CH7; Waratah H414	John Deer 1470G; 22 900 кг; CH9; Waratah H480C	Komatsu 901; 16 850 кг; 200H; Komatsu S92	Komatsu 931; 19 600 кг; 230H; Komatsu S92	Komatsu 951; 23 600 кг; 270H; Komatsu 365.1	Ponsse Bear; 27 900 кг; C6; Ponsse H8	Ponsse Beaver; 17 100 кг; C2; Ponsse H6	Ponsse Ergo8w; 20 500 кг; C5; Ponsse H7
8	1,17	1,27	1,05	1,22	1,19	1,34	1,04	1,26
7,5	1,21	1,31	1,09	1,27	1,24	1,39	1,08	1,31
7	1,26	1,36	1,13	1,32	1,29	1,44	1,12	1,36
6,5	1,31	1,41	1,18	1,37	1,34	1,49	1,16	1,41
6	1,37	1,47	1,23	1,43	1,40	1,56	1,21	1,47
5,5	1,43	1,53	1,30	1,50	1,45	1,62	1,30	1,54
5	1,49	1,60	1,40	1,57	1,51	1,69	1,40	1,61

Для расчетов коэффициентов устойчивости харвестеров применялся максимальный вылет манипулятора (10 м) и дерево диаметром 60 см. Исходя из полученных результатов следует, что допустимый вылет для большинства лесозаготовительной техники при работе с крупными деревьями должен находиться в пределе до 6 м.

#### Выводы

На основании выборки результатов наблюдений установлено, что наиболее эффективный вылет манипулятора находится в пределах от 4 до 7 метров и составляет 6 метров. При этом средняя ширина пасаки, разрабатываемая харвестером, должна составлять 12 метров.

При необходимости увеличения ширины пасаки могут быть предложены схемы его работы с заездами на полупасаки, со вспомогательным коридором, с двумя вспомогательными коридорами, а также схема работы харвестера в трех режимах.

Наличие в насаждении деревьев с индивидуальными особенностями требует высокой квалификации оператора харвестера, так как при их обработке увеличивается время цикла. Исходя из полученных результатов следует, что допустимый вылет для работы лесозаготовительной техники с крупными деревьями должен находиться в пределе до 6 м.

Поднятие скоростей рабочих органов приводит к возникновению динамических нагрузок и потере устойчивости. Потеря устойчивости приводит к возникновению опрокидывания, тем самым снижается производительность машины.

## Библиографический список

1. Редькин А.К., Якимович С.Б. Математическое моделирование и оптимизация технологий лесозаготовок: учебник [для вузов]. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 504 с.

2. Об утверждении Правил заготовки древесины: Приказ Рослесхоза от 01.08.2011 № 337. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124947/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124947/) (дата обращения: 20.05.2019).

3. Сортиментная заготовка древесины: учеб. пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.

4. Повышение устойчивости лесозаготовительной машины манипуляторного типа путем использования активной ходовой рамы / И.Н. Багаутдинов, Е.Н. Богданов, А.А. Желонкин, С.С. Жилин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. № 210. С. 76–85.

УДК 658.562.47

**Н.К. Казанцева<sup>1</sup>, С.В. Селиванова<sup>1</sup>, Т.В. Казанцева<sup>1</sup>, Е.С. Синегубова<sup>2</sup>**  
(N.K. Kazanceva<sup>1</sup>, S.V. Selivanova<sup>1</sup>, T.V. Kazanceva<sup>1</sup>, E.S. Sinegubova<sup>2</sup>)

(<sup>1</sup>УрФУ, <sup>2</sup>УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: [sinyes@yandex.ru](mailto:sinyes@yandex.ru)

## ПРИЗНАНИЕ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ЧЕРЕЗ ПРОЦЕДУРУ АККРЕДИТАЦИИ

## RECOGNITION OF CONFORMITY ASSESSMENT THROUGH ACCREDITATION PROCESS

*Аккредитация имеет три уровня признания: национальный, региональный и международный. Участие национальных органов по аккредитации в региональных и международных организациях по аккредитации способствует снижению технических барьеров на пути движения продукции. Получение членства национального органа по аккредитации России в таких авторитетных международных организациях по аккредитации, как IAF и ILAC, – это залог успеха на пути обеспечения международного признания результатов аккредитации российских органов по оценке соответствия и признания результатов их деятельности.*

*Accreditation has three levels of recognition: national, regional and international. The participation of national accreditation bodies in regional and international accreditation organizations helps to reduce technical barriers to the movement of products. Obtaining the*



*membership of Russian national accreditation body of in such authoritative international accreditation organizations as IAF and ILAC is the key to success in ensuring international recognition of Russian accreditation bodies results for conformity assessment and recognition of the results of their activities.*

Роль аккредитации в современном мире в условиях жесткой конкурентной борьбы между производителями различных товаров и услуг трудно переоценить. Чтобы продвигать свою продукцию на внешние рынки, необходимо снизить влияние всевозможных барьеров: таможенных, тарифных, технических. В рамках национальных экономик и региональных объединений технические барьеры играют особую роль.

Для преодоления технических барьеров необходимо применять единые требования к продукции, участвующие в международном обмене, сформировать институт доверия к организациям, проводящим оценку соответствия продукции и выдающим сертификаты соответствия. Аккредитация – это один из механизмов достижения таких результатов [1].

Аккредитация имеет три уровня признания: глобальный, региональный и национальный. На каждом из этих уровней процедура аккредитации решает свои собственные задачи.

Основной задачей Российской системы аккредитации является выработка единой политики и гармонизированных в соответствии с международными правилами и рекомендациями принципов аккредитации национальных органов по оценке соответствия.

Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» № 412-ФЗ от 28.12.2013 г. во многом базируется на принципах и основных положениях международных норм и правил в области аккредитации. Согласно этому закону, аккредитация в национальной системе осуществляется в целях обеспечения доверия к результатам оценки соответствия и создания условий для взаимного признания торговыми партнерами РФ результатов оценки соответствия.

Национальная система аккредитации позволяет избежать прохождения двойных процедур оценки соответствия на территории РФ, снизить издержки для бизнеса, способствует повышению международного авторитета, а также обеспечению безопасности и повышению конкурентоспособности российских товаров.

В Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) на региональном уровне в области аккредитации работают такие национальные органы по аккредитации стран-членов ЕАЭС:

- национальный орган по аккредитации республики Армения – «ARMNAB» (г. Ереван);

- Белорусский государственный центр аккредитации «BSCA» (г. Минск);

- Национальный центр аккредитации республики Казахстан «NCA» (г. Астана);

- Киргизский центр аккредитации «КСА» (г. Бишкек);

- Федеральная служба по аккредитации «Росаккредитация» (г. Москва) (рис. 1).

Государства-члены ЕАЭС для создания региональной системы аккредитации осуществляют гармонизацию законодательства в сфере аккредитации посредством:

- 1) принятия правил в области аккредитации на основании международных стандартов;

- 2) применения межгосударственных стандартов в области аккредитации, разработанных на основе международных стандартов;

- 3) взаимного признания аккредитации органов по оценке соответствия в национальных системах аккредитации государств-членов;

4) обеспечения и организации проведения межлабораторных сравнительных испытаний;

5) обмена информацией в области аккредитации. Формирование региональной ассоциации по аккредитации на Евразийском пространстве упрощается тем, что страны находятся в тесном экономическом сотрудничестве. Кроме того, наличие единого языка межгосударственного общения значительно упрощает взаимодействие между странами-партнерами.

## ДОГОВОР О ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ



Аккредитацию органов по оценке соответствия проводят органы по аккредитации государств-членов, уполномоченные в соответствии с законодательством государств-членов на осуществление этой деятельности



Рис. 1. Государства-члены ЕАЭС и их органы по аккредитации

Современный этап развития мирового хозяйства характеризуется созданием международной нормативно-правовой базы для осуществления сотрудничества в рамках мирового хозяйства и усилением влияния международных организаций.

Сегодня Всемирная торговая организация (ВТО) является главной международной организацией, в рамках которой обсуждаются и прорабатываются все основные вопросы, связанные с режимом международной торговли товарами и услугами, осуществляется контроль за соблюдением правовых норм [2].

После вступления России в августе 2012 года в ВТО мы были обязаны признавать результаты подтверждения оценки соответствия других стран. Но без подписания соглашения между национальным органом по аккредитации и одной из международных организаций – Международным сотрудничеством по аккредитации лабораторий (ILAC) и/или Международным форумом по аккредитации (IAF) результаты работы российских органов по оценке соответствия не могут признаваться за рубежом [3]. В связи с этим встала необходимость проведения огромной работы по реформированию отечественной системы аккредитации [4]. Результатом этой работы было присоединение к международным организациям по аккредитации.

29 октября 2017 года в г. Ванкувер (Канада) собиралась Генеральная Ассамблея IAF и ILAC. На ней было объявлено о подписании договора ILAC MRA между российским национальным органом по аккредитации «Росаккредитация» и организацией ILAC (рис. 2).



Рис. 2. Договор о взаимном признании с ILAC

Подписанный договор означает взаимное признание работ по аккредитации испытательных лабораторий между всеми органами по аккредитации, имеющими членство в ILAC. В настоящее время в ILAC входят 89 полноправных участников («подписантов» Соглашения MRA), 17 ассоциированных и 21 аффилированный участник, 25 заинтересованных сторон и 5 региональных организаций, сотрудничающих в сфере аккредитации. Спустя год (30 октября 2018 года) в г. Сингапур в ходе совместной Генеральной Ассамблеи международных организаций по аккредитации ILAC-IAF было официально объявлено о присоединении «Росаккредитации» к Международному форуму по аккредитации IAF (рис. 3).



Рис. 3. «Росаккредитация» – полноправный член IAF

На этой встрече присутствовали руководитель службы Алексей Херсонцев и председатель IAF Сяо Цзяньхуа, который одновременно является руководителем Китайского национального органа по аккредитации в области оценки соответствия (CNAS). Ими был подписан основной членский документ IAF – меморандум о взаимопонимании.

Можно сказать, что получение членства в IAF и ILAC – это залог успеха на пути обеспечения международного признания результатов аккредитации российских органов по сертификации. Членство в IAF и ILAC расценивается, прежде всего, как знак качества работы органов по аккредитации, исключение повторных испытаний и первый шаг к свободному продвижению товаров и услуг на мировые рынки за счет признания протоколов и сертификатов [5].

Сотрудничество с такими организациями мирового уровня для нас крайне выгодно, так как предполагает заключение двусторонних межгосударственных соглашений и создает предпосылки для взаимодействия уже на уровне регуляторов рынка. А это влечет за собой значительное расширение ассортимента отечественных товаров на мировых рынках и достигается путем повышения объема экспорта [6, 7].

24 сентября 2018 г. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам был одобрен проект «Международная кооперация и экспорт», в рамках которого обозначен рубеж, до которого необходимо довести объем экспорта к 2024 году. «Международная кооперация и экспорт» – один из национальных проектов в России на период с 2019 по 2024 годы, она охватывает пять проектов федерального уровня:

- «Промышленный экспорт»;
- «Экспорт продукции АПК»;
- «Экспорт Услуг»;
- «Логистика международной торговли»;
- «Системные меры содействия международной кооперации и экспорта».

Исходя из задач по увеличению объемов российского экспорта, можно сделать вывод, что очевиден стремительный рост взаимосвязи и взаимозависимости национальных экономик в современном мире. И для того чтобы отечественные товары присутствовали на внешних рынках, предстоит решить некоторые задачи. Во-первых, переориентировать всю торговую политику государства на достижение международной конкурентоспособности российских товаров, сократить административные процедуры и барьеры в сфере международной торговли. Во-вторых, устранив логистические барьеры, создать единую систему институтов продвижения экспорта. И, наконец, сформировать в рамках ЕАЭС общие рынки товаров, услуг, капитала и рабочей силы, окончательно устранив барьеры в экономическом сотрудничестве. Решить эти проблемы на каждом из уровней поможет аккредитация. Необходимо за счет принципов и механизмов аккредитации укрепить доверие к аккредитующим органам и добиваться взаимного признания результатов оценки соответствия, особое внимание уделять мерам по совершенствованию стратегических направлений развития российского экспорта и механизмов его поддержки.

## Библиографический список

1. Казанцева Н.К. Подтверждение соответствия во внешнеэкономической деятельности: Общие понятия и международное регулирование торговли: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 116 с.
2. Горчаков В.В. Аккредитация как инструмент реализации внешнеторговой политики РФ в контексте членства в ВТО // Стандарты и качество. 2013. № 12. С. 34–35.
3. Саламатов В.Ю. Вступление в ILAC и IAF облегчит российским экспортерам выход на зарубежные рынки // Стандарты и качество. 2015. № 12. С. 16–19.
4. Казанцева Н.К., Ткачук Г.А., Цветкова Е.О. Реформа национальной системы аккредитации как инструмент получения международного признания // Молодой ученый. 2016. № 12.3 (116.3). С. 47–51.
5. Мифы технического регулирования в сфере международной торговли: соглашения о взаимном признании / И.З. Аронов, А.М. Рыбакова, В.Ю. Саламатов, А.В. Тангаева, О.В. Максимова // Стандарты и качество. 2019. № 2. С. 26–31.
6. Соглашения о взаимном признании результатов оценки соответствия: обзор практики применения / И. Аронов, Н. Галкина, Т. Николаева, А. Рыбакова // Стандарты и качество. 2019. № 3. С. 18–22.
7. Мировые тенденции и перспективы развития организаций по аккредитации // Контроль качества продукции. 2014. № 2. С. 7–9.

УДК 674.028.9+674.049.2

О.А. Рублева<sup>1</sup>, А.Г. Гороховский<sup>2</sup>, Е.Е. Шишкина<sup>2</sup>  
(О.А. Rubleva<sup>1</sup>, А.Г. Gorokhovskiy<sup>2</sup>, Е.Е. Shishkina<sup>2</sup>)  
(<sup>1</sup>ВятГУ, г. Киров; <sup>2</sup>УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: olga\_ru@vyatsu.ru

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ ТОРЦОВОГО ПРЕССОВАНИЯ  
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ШИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**PROSPECTS OF LONGITUDINAL PRESSING  
FOR THE MANUFACTURING OF JOINTS ELEMENTS**

*Технология формирования шипов прямоугольной формы способом торцового прессования обладает рядом преимуществ перед фрезерованием: малая стоимость инструмента, отсутствие отходов, возможность получения длинного клеевого шва. Механические испытания клеевых соединений по длине на прямоугольные прессованные шипы подтверждают их относительно высокую прочность, соответствующую требованиям стандартов. Обоснование оптимальных посадок в исследуемых соединениях позволит максимально раскрыть потенциал их прочности.*

*The pressing technology of forming rectangular tenons in longitudinal direction has a number of advantages over milling: low tool cost, no waste, the possibility of obtaining a long glue line. Mechanical tests of splicing joints on rectangular pressed tenons confirm their relatively high strength, which meets the requirements of the standards. Justification of the optimal fit in the studied joints will maximize the potential of their strength.*

Преимущества клеевых шиповых соединений древесины – высокая прочность, эстетичность, технологичность – позволяют применять их в различных изделиях промышленного и бытового назначения, как с целью сращивания или сплачивания, так и в качестве сборочных узлов. Соединения подразделяют на боковые, угловые и соединения по длине. Среди последних в производстве клееной продукции наиболее распространены зубчатые шиповые соединения, ввиду их достаточной прочности и экономичности. Формообразование профиля шипов может осуществляться различными методами, в числе которых можно выделить три основных подхода [1].

Формирование элементов шиповых соединений за счёт использования режущих инструментов. Наиболее распространён способ фрезерования профиля шипов, при котором в зависимости от профиля соединения и типа технологического оборудования могут использоваться фрезы различных конструкций, в том числе, цельные, сборные или наборные; цилиндрические или концевые и т. д. Для получения проушин и гнёзд можно применять также способы сверления, долбления, пиления. При формировании конструкционных соединений критичное влияние на их прочность оказывает точность изготовления и сборки инструмента: отклонение в несколько десятых долей миллиметра может существенно снизить плотность посадки и прочностные показатели соединений [1]. Для дорогостоящего режущего инструмента, требующего периодической заточки, решение этой проблемы ещё более повышает стоимость его эксплуатации. К другим недостаткам технологий формирования шипов процессами резания древесины относятся шум [2], появление отходов в виде стружки, удаление которых увеличивает энергоёмкость процесса, наличие обусловленного конструкцией инструмента затупления в вершинах шипов, снижающего прочность соединений [3].

*Комбинированный способ формирования шипов за счёт дополнения процессов резания штампованием* позволяет полностью или частично устранить некоторые недостатки предыдущего метода [1, 4]. Так, использование двухэтапного способа формирования зубчатых шипов за счёт горячей штамповки по местам предварительных пропилов [4, 5] снижает затраты на режущий инструмент и транспортировку отходов. С другой стороны, введение дополнительной операции предварительного пропиливания усложняет технологический процесс, увеличивает трудоёмкость изготовления шипов.

*Формирование элементов шиповых соединений штампами.* Известны способы холодного [6] и горячего [4] штампования шипов на торцах деревянных заготовок. Преимуществами данных способов являются высокая точность формируемых элементов, обеспечивающая воспроизведение заданных параметров посадки в соединениях [4], то есть стабильное качество и прочность соединений. Особенностью формирования шипов треугольной формы поперечного сечения (зубчатых шипов) является возникновение ограничений по их размерам и геометрии. Это связано с деформационными возможностями древесины при сжатии поперёк волокон. Исследователь М.Д. Стриклер, изучая процесс штампования зубчатых шипов [4], подтвердил известные в теории прессования закономерности [7]: при исходной плотности древесины порядка  $500 \text{ кг/м}^3$  деформация не может превысить 70 %; ограничительным пределом по размерам получаемого соединения выступает плотность древесного вещества. В связи с этим способ штампования зубчатых шипов ориентирован в основном на изготовление соединений неконструкционного назначения.

Альтернативная технология формирования прямоугольных шипов способом холодного торцового прессования [6] нацелена на устранение указанных ограничений.

Проушины прямоугольной формы формируются за счёт иных процессов деформации древесины: скалывания и местного смятия древесины под рабочим торцом пуансона. В связи с этим технология позволяет изготавливать шипы значительных высот – до 20 мм и более [8]. Это позволяет увеличить относительную длину клеевого шва до 10–12 толщин заготовки и более, тем самым обеспечив потенциально более высокую прочность склеивания по сравнению со склеиванием на зубчатые шипы.

В зубчатых шиповых соединениях, как правило, на практике не удается достичь длины шва, превышающей 8–10 толщин заготовки, по причинам, связанным с конструкцией фрез. Кроме того, при прямоугольной форме шипов склеивание производится по боковым граням шипов, на гладкую поверхность, параллельно волокнам древесины, без их перерезания. Это также повышает прочность склеивания. С этой точки зрения по данной технологии предпочтительно формировать шипы возможно большей длины.

С другой стороны, особенностью рассматриваемой технологии является формирование под дном проушины «пробки» из спрессованной древесины (рис. 1), подобной по своему влиянию на прочность сучкам в пиломатериалах из массивной древесины [9]. Известно, что наличие сучков в пиломатериалах снижает их прочность до 60–75 % [3]. С увеличением размеров сучков, а в нашем случае – «пробки», возрастает их влияние на снижение прочности. Таким образом, меньшие размеры шипов по высоте будут более предпочтительны с точки зрения прочности соединений. Кроме того, шипы меньших размеров выглядят более эстетично. С учетом этого предпочтительно формировать шипы возможно меньших размеров.



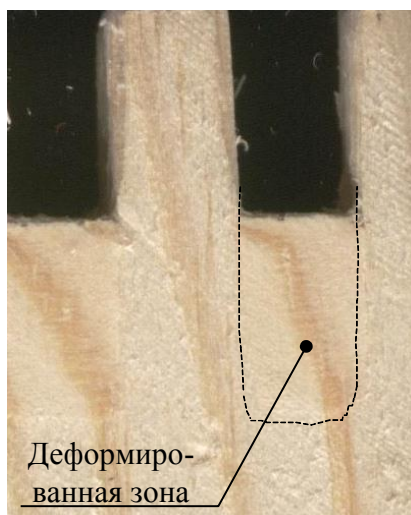


Рис. 1. «Пробка» из уплотнённой древесины под дном проушины шириной 2 мм, глубиной 10 мм в образце из древесины сосны,  $W = 8\%$

Для промышленного внедрения данной технологии необходима разработка научно обоснованных рекомендаций по выбору геометрических параметров соединения, в том числе требований к посадкам и связанной с этим точности изготовления инструмента.

Конструкция и размеры соединения оказывают непосредственное влияние на качество изготавливаемых соединений. Основным показателем качества соединения и критерием его выбора для конкретных условий эксплуатации является прочность [8, 10, 11]. На прочность соединения в процессе эксплуатации будут оказывать влияние исходное состояние материала заготовки, конструкторско-технологические факторы, конструкция и размеры соединения, эксплуатационные факторы.

К наиболее существенным относятся следующие факторы: исходное состояние материала заготовки; геометрические параметры соединения, например, размеры шипов, посадки; не менее важны длина клеевого шва, его расположение относительно направления волокон древесины. Ниже рассмотрены структурные особенности прессованных заготовок и прочность их склеивания.

Как уже было показано ранее, основным отличием в структуре древесины, подвергнутой процессу прессования, является наличие зон деформированной древесины в виде «пробок» под дном проушины. Возникают основания предполагать, что при механической нагрузке они могут выступать концентраторами напряжений и снижать прочность соединений по длине. Проведены исследования микроструктуры деформированной зоны методом сканирующей электронной микроскопии. Результаты исследования показали, что размеры поперечных трещин под нижней границей деформированной зоны минимальны; при местном торцовом прессовании происходит преимущественно односторонний изгиб поздних трахеид, образующих равномерные складки в радиальном направлении (рис. 2). Остальные структурные элементы древесины остаются практически неповрежденными, что предполагает сохранение основных положительных свойств древесины как природного конструкционного материала.

Проведены исследования прочности клеевых соединений по длине на прессованные шипы при изгибе и растяжении (см. таблицу). Относительная прочность рассчитана как соотношение прочности шипового соединения и прочности цельной древесины. Соединения типа А имели длину шипа 10 мм, толщину шипа – 2 мм; соединения типа Б – 20 мм и 4 мм соответственно.

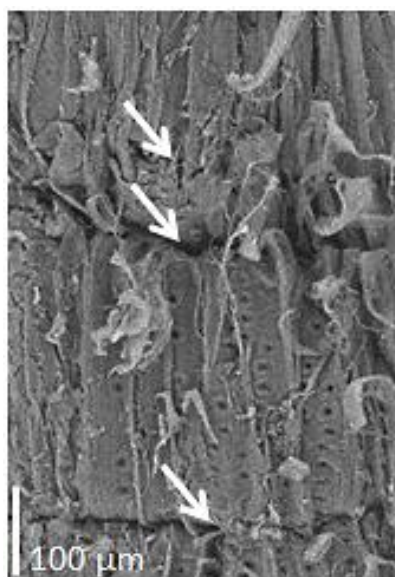


Рис. 2. Микрофотография деформированной зоны древесины сосны под проушиной образца, радиальный разрез

#### Результаты испытаний шиповых соединений на растяжение и изгиб

Тип соединения	Вид испытания	Предел прочности, МПа	Относительная прочность соединения, %
А	На растяжение	41,1–53,0	52,3–67,6
Б	На растяжение	39,9–43,1	50,8–55,0
А	На изгиб	41,9–54,9	69,5–89,7
Б	На изгиб	40,9–57,9	66,9–94,6

Соединения соответствуют классам прочности пиломатериалов до класса С30 включительно и могут быть отнесены к достаточно высокому классу прочности элементов конструкций К36.

Статистическая обработка данных позволила установить для соединения типа А – относительную прочность на растяжение 59,5 % (с доверительной вероятностью 95 % лежит в интервале 55,8–63,2 %), на изгиб – 80,7 % (75,1–86,2 %) (рис. 3); для соединения типа Б – соответственно 53,2 % (52,0–54,5) и 79,8 % (71,9–87,7 %) (рис. 3). Результаты испытаний колеблются в сравнительно узком диапазоне, что говорит о стабильном качестве клеевых соединений. Более высокая прочность на растяжение отмечена у соединения типа А (с меньшими размерами шипов). Это явление может быть объяснено меньшими размерами деформированной зоны древесины под дном проушины.

Средняя прочность при растяжении может быть с достаточной достоверностью охарактеризована средним для двух типов соединений значением 56,4 %. Ещё более высокого уровня достигает средняя для двух типов соединений прочность при изгибе 80,2 %. Именно этот показатель преимущественно используется при оценке класса прочности соединений. Это подтверждает возможность использования соединений на прессованные шипы в заготовках для столярно-строительных и других изделий, в том числе изделий конструкционного назначения. Для сравнения: зубчатые шиповые соединения чаще всего показывают относительную прочность не выше 65–75 % [3].



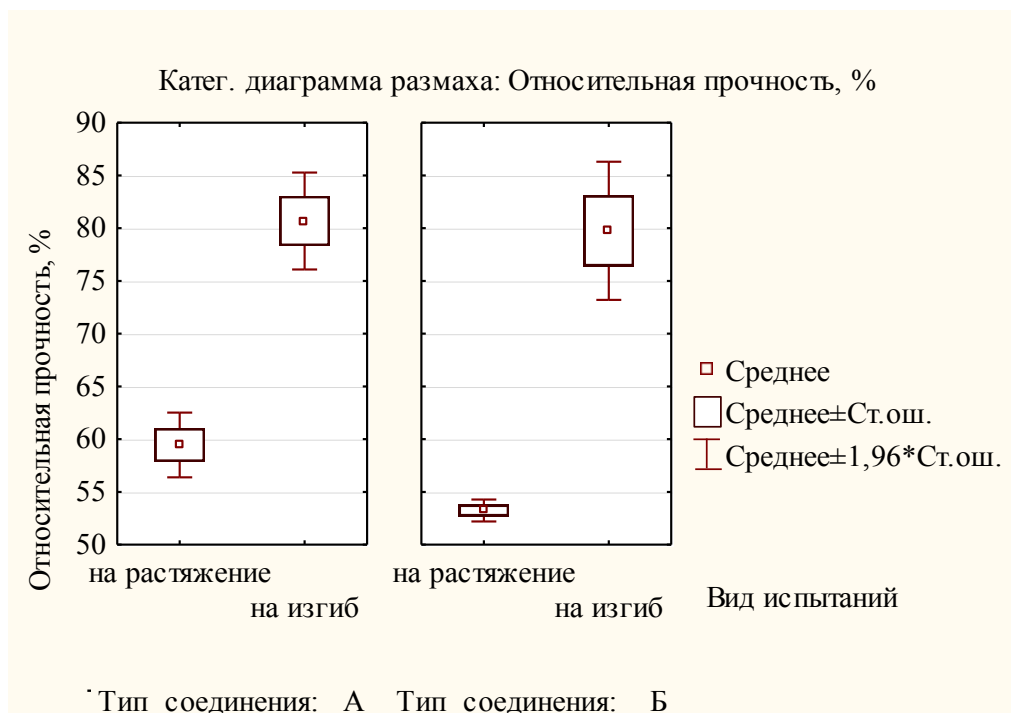


Рис. 3. Диаграммы размаха для данных, сгруппированных по типам соединений и видам испытаний

Комплексная квалиметрическая оценка соединений, учитывающая требования стандартов, потребителей и производителей, в том числе эстетические показатели, показывает высокий уровень качества соединений на прессованные шипы [12].

Приведённые выше заключения получены для указанных размеров соединений с посадкой с зазором, обеспечивающей в соответствии с рекомендациями для зубчатых соединений по длине толщину клеевого слоя 0,1 мм.

На следующем этапе работы авторы провели исследование влияния посадок на прочность клеевых соединений на прямоугольные шипы. Выявлено, что в качестве предпочтительных посадок для прямоугольных шипов малых толщин можно отметить посадки H13/k13 и H13/za13, поэтому представляется целесообразным уточнить требования к посадкам в регламентирующих документах в части рекомендаций по выбору посадок, а также величине натягов с учётом диапазона размеров шипа по толщине.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на экспериментальное подтверждение полученных теоретических закономерностей. В заключение стоит подчеркнуть, что технология торцового прессования является перспективным способом формирования элементов шиповых соединений, позволяющим достичь высокого качества клеёной продукции при снижении затрат на её производство.

### Библиографический список

1. Jokerst R.W. Finger-Jointed Wood Products // Forest Products Lab Madison Wi. 1981. № FSRP-FPL-382. 26 с.
2. Черемных Н.Н. Методология комплексного решения задач совершенствования оборудования и технологических процессов лесопильно-деревообрабатывающих производств в направлении снижения шума // Вестник московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2013. № 3. С. 130–133.

3. Волинский В.Н. Технология клееных материалов. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 392 с.
4. Strickler M.D. Finger jointing of lumber: пат. 3262723 (США). Вашингтон: U.S. Patent and Trademark Office, 1966. URL: <https://patents.google.com/patent/US3262723A/en>; (дата обращения 06.05.2019).
5. А. с. 1380946 СССР, МКИЗ 4 В 27 F 1/00. Способ изготовления рамок из деревянных брусков / С.Б. Астахов, В.И. Русинов, П.А. Каменкович, В.П. Молодкина (СССР): пат. 1380946 Рос. Федерация. № 3993608/29–15; заявл. 19.12.85; опубл. 15.03.88, Бюл. № 10. 3 с.
6. Рублева О.А. Способ формирования элементов шиповых соединений деревянных заготовок: пат. 2741614 Рос. Федерация. № 2011116271/13; заявл. 25.04.2011; опубл. 10.01.2013, приоритет 25.04.11.
7. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 352 с.
8. Рублева О.А. Формирование элементов шиповых соединений способом торцового прессования: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Киров, 2011. 215 с.
9. Hesselbach J., Hoffmeister H.W., Looß T. Punching in industrial wood machining: an alternative production process to drilling // Production Engineering. 2007. №. 4. Т. 1. С. 365–370.
10. Özçifçi A., Yarıcı F. Structural performance of the finger-jointed strength of some wood species with different joint configurations // Construction and Building Materials. 2008. №. 7. Т. 22. С. 1543–1550. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.020.
11. Barboutis I., Vasileiou V. Strength of finger-jointed beech wood (*Fagus sylvatica*) constructed with small finger lengths and bonded with PU and PVAC adhesives // PROLigno, ISSN-L4737. 2013. № 4. Т. 9. С. 359–364.
12. Рублева О.А. Формирование прямоугольных шипов способом торцового прессования // Лесотехнический журнал. 2013. № 4 (Вып. 12) С. 126–133. DOI: 10.12737/2191.

**УДК 674.815**

**Е.С. Синегубова, О.В. Кузнецова, М.П. Чепчугов**  
(E.S. Sinegubova, O.V. Kuznetsova, M.P. Cherpchugov)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: kkkontrol@yandex.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА  
С ДОБАВЛЕНИЕМ ВЕРМИКУЛИТА РАЗНОЙ ФРАКЦИИ**

**THE STUDY OF THE PROPERTIES OF WOOD COMPOSITE  
WITH ADDITION OF VERMICULITE DIFFERENT FACTIONS**

*С каждым годом объемы производства древесно-стружечных плит возрастают. Гарантом развития конкурентоспособного производства древесно-стружечных плит на рынке производства древесных композитов послужит улучшение эксплуатационных свойств, что расширит области их применения в мебельных и строительных конструкциях.*

*В работе представлены результаты экспериментальных исследований зависимости размера фракции природного наполнителя вермикулит в составе древесно-стружечных плит на их физико-механические свойства.*

*Every year the volume of production of chipboards is increasing. For competitiveness in the market of production of wood composites, improvement of their operational properties will serve as guarantors of development of production of wood chipboards, which will expand areas of their application in furniture and construction designs.*

*The paper presents the results of experimental studies of the dependence of the size of the fraction of natural filler vermiculite in the composition of particleboards on their physical and mechanical properties.*

В настоящее время актуальной задачей в деревообрабатывающей промышленности является создание новых древесных материалов с высокими эксплуатационными свойствами.

*Древесный композит* – древесно-стружечные плиты, изготовленные из измельченной древесины со связующим, обладают невысокой влагостойкостью, что ограничивает возможности применения их как композиционного материала в условиях эксплуатации при повышенной или переменной влажности окружающей среды.

При контакте плит с водой клеевые связи ослабевают и древесные частицы расщепляются, разбухают, и плиты разрушаются. Даже если плиты не разрушились и древесные частицы высохли, плиты не восстанавливают первоначальную форму и размеры. В связи с этим разбухание и связанная с ним потеря целостности плит в условиях агрессивной среды при эксплуатации, а именно переменной влажности или в непосредственном контакте с водой являются серьезным недостатком.

Влагостойкость плит характеризуется показателями водопоглощения и разбухания плит по толщине.

Ряд проведенных экспериментальных исследований по модернизации древесно-стружечных плит, а именно, с добавлением в состав плит природного материала (вспученного вермикулита) показал результаты, в которых в разы увеличилась влагостойкость плит, при этом механические свойства не снизились, что показывает перспективы масштабности использования таких плит в различных областях мебельной и строительной промышленности. В эксперименте в состав древесно-стружечных плит добавляли вспученный вермикулит средней фракции [1].

Цель исследования – получить древесно-стружечные плиты средней плотности с добавлением вспученного вермикулита разной фракции, изучить физико-механические свойства полученных модернизированных древесно-стружечных плит.

Вермикулит вспученный представляет собой сыпучий зернистый материал чешуйчатого строения, получаемый в результате обжига природных гидратированных слюд.

Основные технические характеристики вспученного вермикулита:

- температура плавления – 1 350 °С;
- температура применения – от -260 до +1 100 °С;
- влажность по весу – не более 3 %.

Согласно ГОСТу 12865-67 вермикулит в зависимости от плотности подразделяют на марки: 100; 150 и 200 [2]. В зависимости от размера зерен его делят на следующие фракции (три стандартных размера):

- мелкий (0–0,5 мм);
- средний (0,6–5 мм);
- крупный (6–10 мм).

На рынке у производителей существует более мелкая градация – на 5 различных фракций (см. таблицу).

## Фракционный состав вспученного вермикулита

Наименование	Размер зерен, мм	Объемный насыпной вес, кг/м <sup>3</sup>
ВВФ-0,5	0,16–0,63	200
ВВФ-1,0	0,315–1,6	160
ВВФ-2,0	0,7–3,0	155
ВВФ-4,0	1,4–5,0	135
ВВФ-8,0	2,8–10,0	100

Размер фракций оказывает влияние на свойства минерала (плотность, теплопроводность и др.) и его дальнейшее применение.

Для сравнительного анализа в качестве контрольных образцов были спрессованы древесно-стружечные плиты без вермикулита (плита № 1): средней плотностью 650–700 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 10–12 мм.

В плиты № 2 был добавлен вермикулит крупной фракции, средней фракции (плиты № 3) и мелкой, пылевидной, фракции (плиты № 4). Для обеспечения точности однородности размеров частиц вспученного вермикулита, каждый размер фракции просеивали через лабораторное сито.

Однослойные плиты изготовили путем горячего прессования. В них использовали сосновую стружку со связующим на основе карбамидоформальдегидных смол. Изменение плотности плит с добавлением вермикулита разных фракций представлено на рисунке 1.

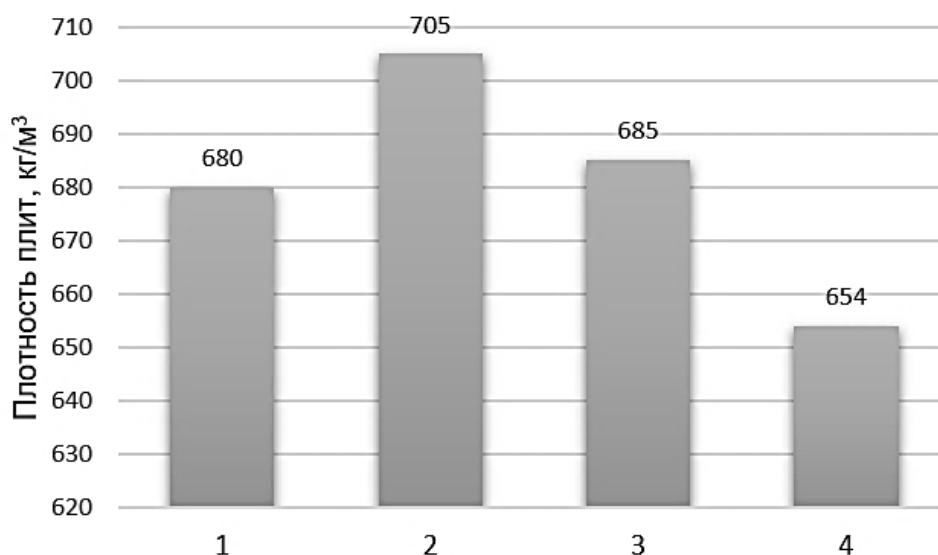


Рис. 1. Диаграмма плотности полученных плит

Механические свойства плиты испытывали на предел прочности при статическом изгибе; результаты испытаний приведены на рисунке 2.

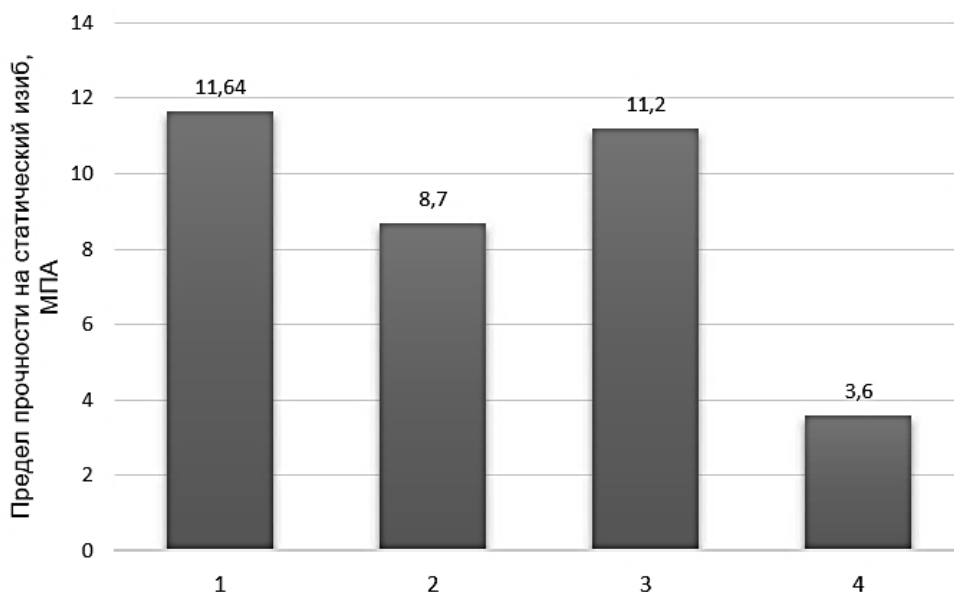


Рис. 2. Диаграмма механических свойств полученных плит

Водопоглощение и разбухание проверяли с погружением образцов плит в воду на 24 часа (согласно ГОСТу [3]). Плиты № 4 после 18 часов в воде потеряли свою форму и размеры, поэтому дальнейшее их испытание завершили.

Разбухание по толщине оставшихся плит производили как среднее значение по замерам в четырех точках образцов. Обработки результатов водопоглощения и разбухания по толщине плит представлены на рисунке 3.

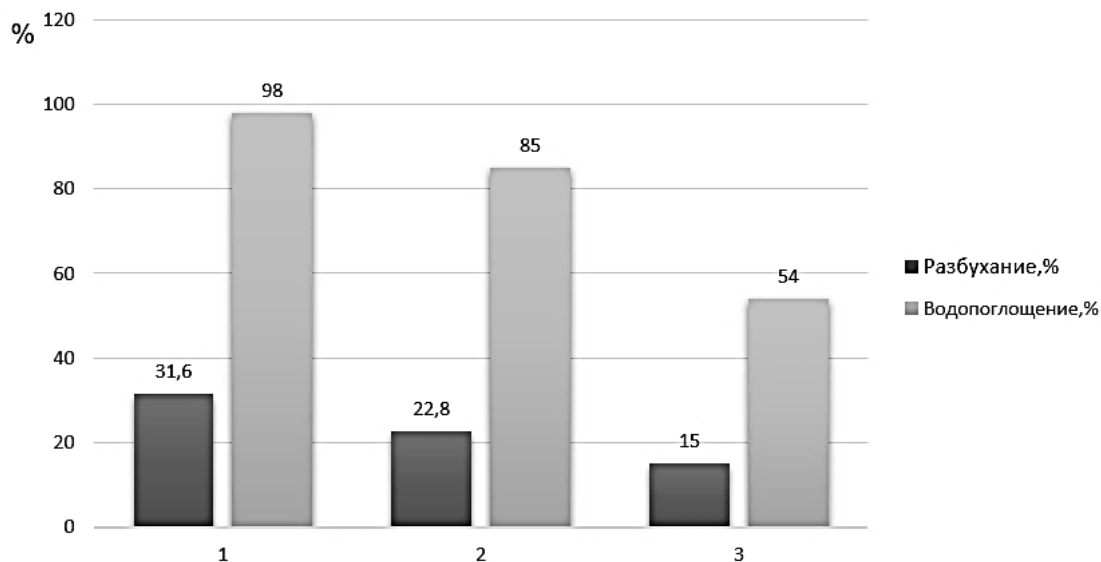


Рис. 3. Диаграмма показателей влагостойкости полученных плит

Результаты исследования по добавлению вспученного вермикулита разных фракций показали, что вермикулит средней фракции улучшает в разы показатели влагостойкости древесно-стружечных плит, не изменяя значительно основные физико-механические свойства плит. Вермикулит крупной фракции ухудшил механические свойства, а плиты в составе которых был вермикулит мелкой фракции, не выдержали испытания на показатели влагостойкости.

**Библиографический список**

1. Кузнецова О.В, Синегубова Е.С., Чепчугов М.П. Повышение гидрофобных свойств древесно-стружечных плит // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: мат-лы XII Международн. науч.-технич. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. С. 20–23.
2. ГОСТ 12865-67. Вермикулит вспученный. Введ. 1968-07-01. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1990. 4 с.
3. ГОСТ 10634-88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств. Введ. 1988-12-19. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1990. 6 с.

**УДК 667.646.42**

**Е.И. Стенина, С.А. Ильина, Д.Г. Опалева, М.В. Зотеева**  
(E.I. Stenina, S.A. Il'ina, D.G. Opaleva, M.V. Zoteeva)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: sten\_elena@mail.ru, svetla.ilina.a@yandex.ru,  
dashuta.opaleva@mail.ru, ms.zoteeva.marina@yandex.ru

**ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП  
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**THE EFFECT OF VARIOUS FLAME RETARDANTS GROUP  
STRENGTH CHARACTERISTICS OF MASSIVE WOOD**

*В статье приведены результаты исследований по изучению влияния антипиренов различных групп на прочностные показатели массивной древесины при условии глубокого их внедрения в материал.*

*The article presents the results of studies on the effect of fire retardants of different groups on the strength of solid wood under the condition of their deep introduction into the material.*

*Древесина – природный конструкционный материал, исторически занимающий лидирующие позиции в строительстве. Широкое применение деревянных конструкций в этой отрасли обусловлено тем, что древесина, обладающая уникальными физико-механическими показателями при малой плотности, является одним из наиболее экономичных и доступных конструкционных материалов.*

*Повышение пожарной безопасности деревянных конструкций (ДК) является важнейшим аспектом при решении вопроса целесообразности расширения их использования в данной области. Один из наиболее эффективных методов обеспечения огнезащиты деревянных конструкций – это глубокое введение антипиренов в структуру древесины.*

*Однако на сегодняшний день применение метода глубокой пропитки деревянных элементов не получило широкого применения для огнезащитной обработки деревянных строительных конструкций, как, например, для биозащиты древесины. Одной из основных причин здесь можно назвать развитие в последние десятилетия практики применения методов поверхностной обработки из-за недостаточной проработки нормативной базы. Но нужно отметить, что технологии глубокой пропитки в последние десятилетия не стояли на месте. С развитием методов импульсной*

пропитки возникает возможность обеспечить высокие показатели защищенности и прочности древесины при относительно невысоких технологических и экономических затратах [1].

Антипирены работают за счет реализации в той или иной степени следующих механизмов проявления огнезащитного действия: подавления горения в газовой фазе за счет выделения негорючих или флегматизирующих газов; изменения механизма термического разложения древесины в сторону образования продуктов полного сгорания; теплофизической защиты за счет образования над поверхностью материала вспученного слоя.

Научно-практический интерес представляет изучение влияния различных по химическому составу антипиренов и величины их поглощения древесиной на прочность древесного материала.

В таблице приведены антипирены, используемые в экспериментах, и их основные характеристики: состав на основе солей аммония и полифункциональных соединений (солевой раствор), состав на основе аммонийных солей нитрилтриметиленфосфоновой кислоты («Аммофон-1») и антипирен «нового поколения» на натуральной основе, полученным путем модификации полисахаридов растительного сырья (МПС).

Основные характеристики антипиренов, используемых в экспериментах

Характеристики	Антипирен		
	Солевой состав	«Аммофон-1»	МПС
Область применения	Предназначен для огнезащиты древесины и материалов на ее основе	Предназначен для огнезащиты древесины и материалов на ее основе	Предназначен для огнезащиты древесины и материалов на ее основе
Внешний вид	Прозрачная жидкость светло-желтого цвета	Прозрачная жидкость светло-коричневого цвета	Густая жидкость коричневого цвета
Привес сухих солей, %	28,5	44–50	не менее 30
Содержание воды, %	71,5	55	70
Концентрация водородных ионов (рН)	4–4,5	6,5–7,5	4,5–12,5
Огнезащитная эффективность по ГОСТу 53292-2009	I группа	I или II группа	I группа
Показатель безопасности	Нетоксичен и пожаровзрывобезопасен	Нетоксичен и пожаровзрывобезопасен	Нетоксичен и пожаровзрывобезопасен
Влияние на здоровье человека	Не раздражающего действия	Не раздражающего действия	Раздражающего действия

В ходе экспериментов у 90 образцов определялись прочность на сжатие вдоль волокон по ГОСТу 16433.10-73, прочность на статический изгиб по ГОСТу 16483.3-84 и прочность при скалывании вдоль волокон по ГОСТу 16483.5-73 [2, 3, 4].

На рисунке 1 приведена динамика прочности в зависимости от величины поглощения древесиной тех или иных антипиренов, на рисунке 2 – диаграммы прочности пропитанной древесины. На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Максимальный предел прочности на изгиб при использовании «Аммофона-1» наблюдается у обработанной древесины при поглощении  $28,67 \text{ кг/м}^3$  и составляет 86,55 Мпа; у солевого состава – при поглощении  $15,86 \text{ кг/м}^3$  – 58,14 Мпа; у МПС – при поглощении  $9,43 \text{ кг/м}^3$  – 55,96 МПа (см. рис. 1).

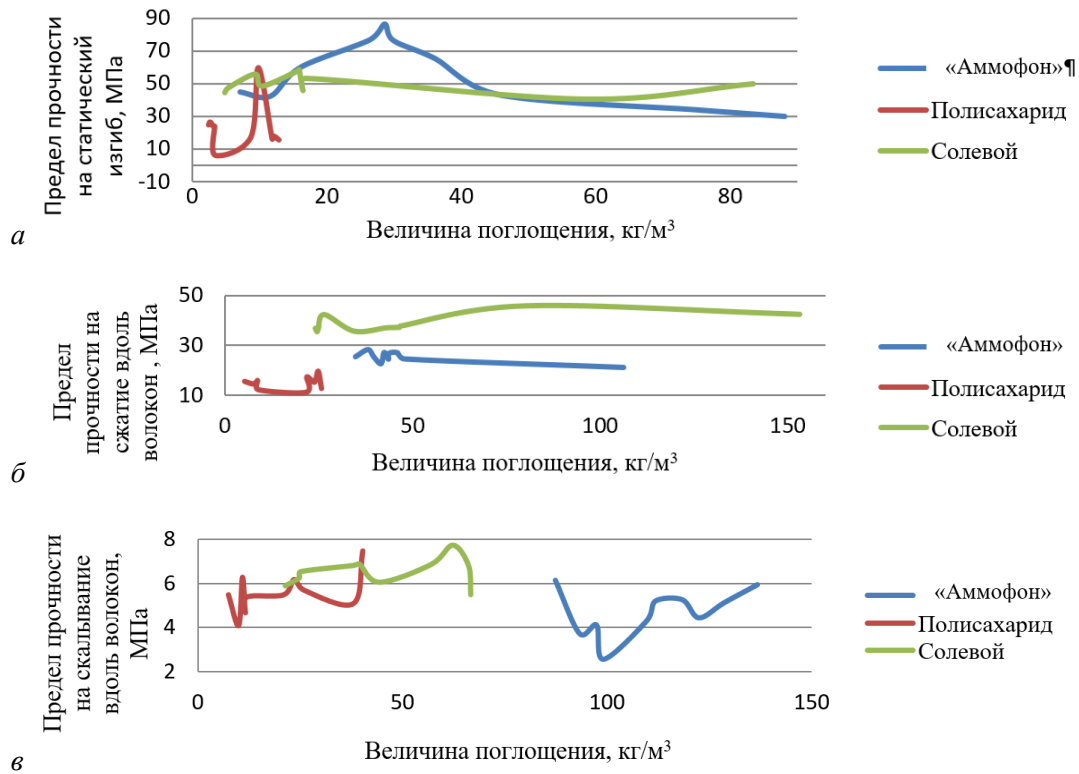


Рис. 1. Динамика прочности древесины в зависимости от величины поглощения антипиренов

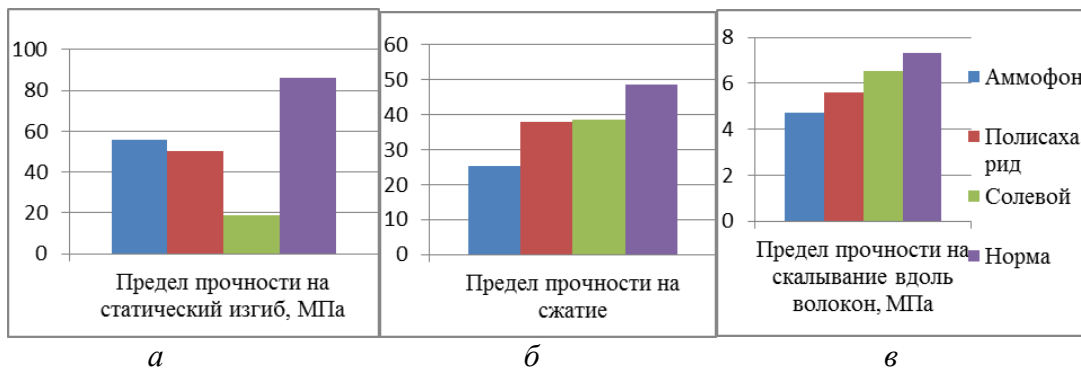


Рис. 2. Диаграммы пределов прочности древесины

2. Наибольший предел прочности на изгиб в диапазоне поглощения у «Аммофона-1» – 20–40 кг/м<sup>3</sup>; у солевого препарата – 10–30 кг/м<sup>3</sup>; у МПС – 7–12 кг/м<sup>3</sup>.

3. Максимальный предел прочности на сжатие отмечается у солевого препарата при поглощении 80,42 кг/м<sup>3</sup> и составляет 45,69 МПа, а при поглощении 26,36 кг/м<sup>3</sup> – 42,29 МПа; у «Аммофон-1» при поглощении 38,19 кг/м<sup>3</sup> – 28,5 МПа; у МПС при поглощении 8,73 кг/м<sup>3</sup> – 15,8 МПа.

4. В целом, пределы прочности на сжатие и скалывание значительно выше у образцов, пропитанных солевым антипиреном, а самый низкий при сжатии – у МПС, в то время как при скалывании – у «Аммофон-1».

5. Максимальный предел прочности на скалывание у солевого состава наблюдается при поглощении 62,26 кг/м<sup>3</sup> и составляет 7,76 МПа; у МПС – при поглощении 40,28 кг/м<sup>3</sup> – 7,5 МПа, а при поглощении 10,83 кг/м<sup>3</sup> – 6,3 МПа; у «Аммофона-1» – при поглощении 93,25 кг/м<sup>3</sup> – 3,75 МПа.



6. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что по совокупности прочностных показателей оптимальным поглощением для МПС является  $10 \pm 2 \text{ кг/м}^3$ , а для солевого препарата и «Аммофона-1» –  $30\text{--}40 \text{ кг/м}^3$ , что соответствует требованиям ГОСТа 30495-2006 «Средства защитные для древесины. Общие технические условия» [5].

7. В среднем прочность на изгиб у пропитанной древесины данными антипиренами ниже аналогичной прочности для массивной древесины. Отклонение для «Аммофона-1» составляет 35 %; для солевого состава – 41 %; для МПС – 86 %, что не допускается ГОСТом 30495-2006 (до 20 %) (см. рис. 2).

8. В среднем прочность на сжатие пропитанной древесины также ниже аналогичной прочности для массивной древесины. Отклонение для «Аммофона-1» составляет 48 %; для солевого состава – 22 %; для МПС – 21 %, что не допускается ГОСТом 30495-2006.

### Библиографический список

1. Стенина Е.И., Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкций: учебн. пособие / Федеральное агентство по образованию, Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. 223 с.

2. ГОСТ 16483.10-73. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200014949> (дата обращения: 01.08.2019).

3. ГОСТ 16483.3-84 (СТ СЭВ 390-76). Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008473> (дата обращения: 01.08.2019).

4. ГОСТ 16483.5-73. Древесина. Методы определения предела прочности при скалывании вдоль волокон. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200014946> (дата обращения: 01.08.2019).

5. ГОСТ 30495-2006. Средства защитные для древесины. Общие технические условия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200049633> (дата обращения: 01.08.2019).

УДК 674.049.2

**Н.А. Тарбеева, О.А. Рублева**

(N.A. Tarbeeva, O.A. Rubleva)

(ВятГУ, г. Киров, РФ)

E-mail для связи с авторами: [nataly.ntar534@yandex.ru](mailto:nataly.ntar534@yandex.ru)

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТЕПЕНЬ УПЛОТНЕНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ**

### **EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE EFFECT OF PIEZOTHERMIC TREATMENT MODES ON THE DEGREE OF DENSIFICATION OF PINE WOOD BLANKS**

*Одним из наиболее важных показателей, характеризующих результат пьезотермической обработки заготовок из древесины, является степень уплотнения. Целью данного исследования является установление зависимости между степенью уплотнения и режимами пьезотермической обработки заготовок из древесины сосны.*

Благодаря статистической обработке экспериментальных данных получена математическая модель, позволяющая с высокой точностью рассчитывать в исследуемом диапазоне значения функции степени уплотнения. На основании установленной зависимости определены благоприятные режимы обработки заготовок.

*One of the most important indicators characterizing the result of piezo-thermal processing of wood blanks is the degree of densification. The purpose of this research is to establish the influence between the degree of densification and the modes of piezo-thermal processing of pine wood blanks. Due to the statistical processing of experimental data, a mathematical model for calculating the degree of densification in the range of values of the function with high accuracy was obtained. Based on the established dependencies, favorable processing modes for the workpieces are determined.*

Прессование широко применяется в деревообработке для упрочнения и декорирования заготовок из древесины [1, 2]. На основе процесса прессования древесины разработан многоступенчатый способ декоративной упрочняющей обработки заготовок, основанный на совокупности обжига, браширования и пьезотермической обработки [3]. При его исследовании возникает необходимость в установлении зависимостей физико-механических свойств заготовок от режимов обработки. На первом этапе обработки (декорировании) на лицевой поверхности заготовок формируют контрастную рельефную поверхность. Режимы декоративной обработки оказывают влияние только на внешний вид заготовок, поэтому их подбирают индивидуально. На втором этапе – пьезотермической обработке – происходит изменение физико-механических свойств заготовок. Для определения режимов пьезотермической обработки, обеспечивающих повышение прочностных свойств, необходимо проведение экспериментальных исследований.

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих результат пьезотермической обработки, является плотность заготовок из древесины. Благодаря ей можно получить опосредованную оценку твердости и износостойкости материала. В связи с этим целью данного исследования является установление зависимости изменения плотности в результате пьезотермической обработки.

Древесина, как материал, обладает значительной вариативностью свойств не только в пределах одной породы, но и в пределах ствола, поэтому оценивать изменение плотности наиболее рационально не в абсолютных значениях ( $\text{кг/м}^3$ ), а в относительных величинах (долях единицы или процентах). Так, для оценки изменения плотности принята относительная величина – *степень уплотнения*  $\gamma$ , которая определяется как отношение плотности обработанных заготовок  $\rho_n$  к начальной плотности  $\rho_0$ :

$$\gamma = \frac{\rho_n}{\rho_0} 100 \%. \quad (1)$$

Для исследования зависимости степени уплотнения заготовок из древесины сосны от режимов пьезотермической обработки проведен дробный двухуровневый четырехфакторный эксперимент  $2^{4-1}$ . Варьируемые факторы – *угол наклона волокон в заготовке*  $\alpha$  ( $X_1$ ), *влажность*  $W$  ( $X_2$ ), *степень прессования*  $\varepsilon$  ( $X_3$ ) и *температура термической обработки (ТО)*  $T$  ( $X_4$ ). Исследуемая зависимая переменная (отклик) – *степень уплотнения*  $\gamma$  ( $Y$ ). Результаты эксперимента представлены в таблице.

Результаты эксперимента

№ опыта	Факторы							Отклик $Y$ ( $\gamma$ ), %
	$X_1$	$\alpha$ , град	$X_2$	$W$ , %	$X_3$	$\varepsilon$ , %	$X_4$	
7	+	45	-	7	+	55	+	122
4	+	45	+	17	-	50	+	123
6	-	30	+	17	+	55	+	127
8	+	45	+	17	+	55	-	122
1	-	30	-	7	-	50	+	140
2	-	30	+	17	-	50	-	119
5	-	30	-	7	+	55	-	138
3	+	45	-	7	-	50	-	118

По итогам эксперимента в программе STATISTICA [4] проведена статистическая обработка данных, получены следующие результаты. Установлена корреляция между факторами, их взаимодействиями и зависимой переменной (рис. 1).

Фактор	Корреляции факторов и переменных (Таблица sta) 4 двухуров. фактора(ов)										
	(1) Угол наклона	(2) Влажность	(3) Степень прессования	(4) Температура т.о.	1 на 2	1 на 3	1 на 4	2 на 3	2 на 4	3 на 4	Степень уплотнения, %
(1) Угол наклона	1,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,64
(2) Влажность	0,00	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,42
(3) Степень прессования	0,00	0,00	1,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,13
(4) Температура т.о.	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,23
1 на 2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0
1 на 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-0,03
1 на 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	1,0	-1,0	0,0	0,0	-0,06
2 на 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	-1,0	1,0	0,0	0,0	0,06
2 на 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	-1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,03
3 на 4	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	-0,58
Степень уплотнения, %	-0,64	-0,42	0,13	0,23	0,6	-0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,6	1,00

Рис. 1. Корреляция факторов и зависимой переменной

Данные таблицы свидетельствует о том, что между фактором *угол наклона*  $\alpha$ , взаимодействиями  $\alpha W$ ,  $\varepsilon T$  и зависимой переменной *степени уплотнения*  $\gamma$ , согласно шкале для технических измерений [5], имеется средняя корреляция (0,5–0,7). Фактор *влажности* имеет слабоватую корреляцию (0,3–0,5). *Степень прессования* и *температура  $T_O$*  – слабую (0,1–0,3).

Наиболее сильное воздействие из рассматриваемых факторов на *степень уплотнения* заготовок оказывает *угол наклона волокон в заготовке*. Его влияние отрицательно, то есть при его уменьшении значение зависимой переменной увеличивается. Наименьшее влияние на отклик оказывает фактор *степень прессования*  $\varepsilon$ .

С целью достоверности сделанных выводов проведен дисперсионный анализ, результаты которого представлены на рисунке 2. Из него исключены незначимые взаимодействия факторов и те, определение которых по причине смешения эффектов невозможно.

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют, что наибольшую изменчивость (около 41,5 %) зависимой переменной *степени уплотнения*  $\gamma$ , характеризуемой *статистикой*  $s^2$ , объясняет фактор *угол наклона*. Взаимодействие факторов  $\alpha W$  объясняет 33,7 % изменчивости переменной  $\gamma$ . Далее идут факторы *влажности*, *температуры  $T_O$*  и *степени прессования*, каждый из которых характеризует 17,5; 5,1 и 1,7 % изменчивости соответственно.

Фактор	Дисперсионный анализ; Прм.: Степень уплотнения, %; R-кв.=,99481 4 двухуров. фактора(ов); Остаточн. SS=1,25				
	SS	сс	MS	F	p
(1) Угол наклона	200,0000	1	200,0000	160,0000	0,006192
(2) Влажность	84,5000	1	84,5000	67,6000	0,014473
(3) Степень прессования	8,0000	1	8,0000	6,4000	0,127128
(4) Температура т.о.	24,5000	1	24,5000	19,6000	0,047421
1 на 2	162,0000	1	162,0000	129,6000	0,007628
Ошибка	2,5000	2	1,2500		
Общая SS	481,5000	7			

Рис. 2. Дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ подтверждает результаты корреляционного анализа. Уровень значимости ( $p$ ) критерия Фишера ( $F$ ) для всех факторов, кроме *степени прессования*  $\varepsilon$ , меньше 0,05.

Факторы воздействуют на зависимую переменную достоверно и при этом являются статистически значимыми.

Несмотря на статистическую незначимость фактора  $\varepsilon$ , включение его в модель позволяет повысить коэффициент детерминации. Таким образом, получена модель в кодированном виде:

$$y = 126,25 - 5X_1 - 3,25X_2 + X_3 + 1,75X_4 + 4,5X_1X_2, \quad (2)$$

и в натуральных значениях факторов:

$$\gamma = 172,8 - 2,1067\alpha - 5,15W + 0,4\varepsilon + 0,1167T + 0,12\alpha W. \quad (3)$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$ , что говорит о том, что построенная модель с высокой степенью точности описывает взаимосвязь между факторами и зависимой переменной.

По полученному уравнению регрессии определены предсказанные значения зависимой переменной *степени уплотнения*  $\gamma$  и остатков (рис. 3).

Наблюд. план	Наблюдаемые, предсказанные значения и остатки (Таблица ста) 4 двухуров. фактора(ов); Остаточн. SS=1,25 ЗП Степень уплотнения, %		
	Наблюдае	Предск.	Остатки
1	122,0000	122,7500	-0,750000
2	123,0000	123,2500	-0,250000
3	127,0000	126,2500	0,750000
4	122,0000	121,7500	0,250000
5	140,0000	139,7500	0,250000
6	120,0000	120,7500	-0,750000
7	138,0000	138,2500	-0,250000
8	118,0000	117,2500	0,750000

Рис. 3. Предсказанные значения зависимой переменной и остатки

Доверительная вероятность модели [5], оцененная благодаря анализу остатков, составила  $D = 99,3 \%$ , что наряду с коэффициентом детерминации  $R^2$  подтверждает высокую достоверности модели.

Для оценки нормальности распределения остатков [6] построен нормальный вероятностный график, представленный на рисунке 4.

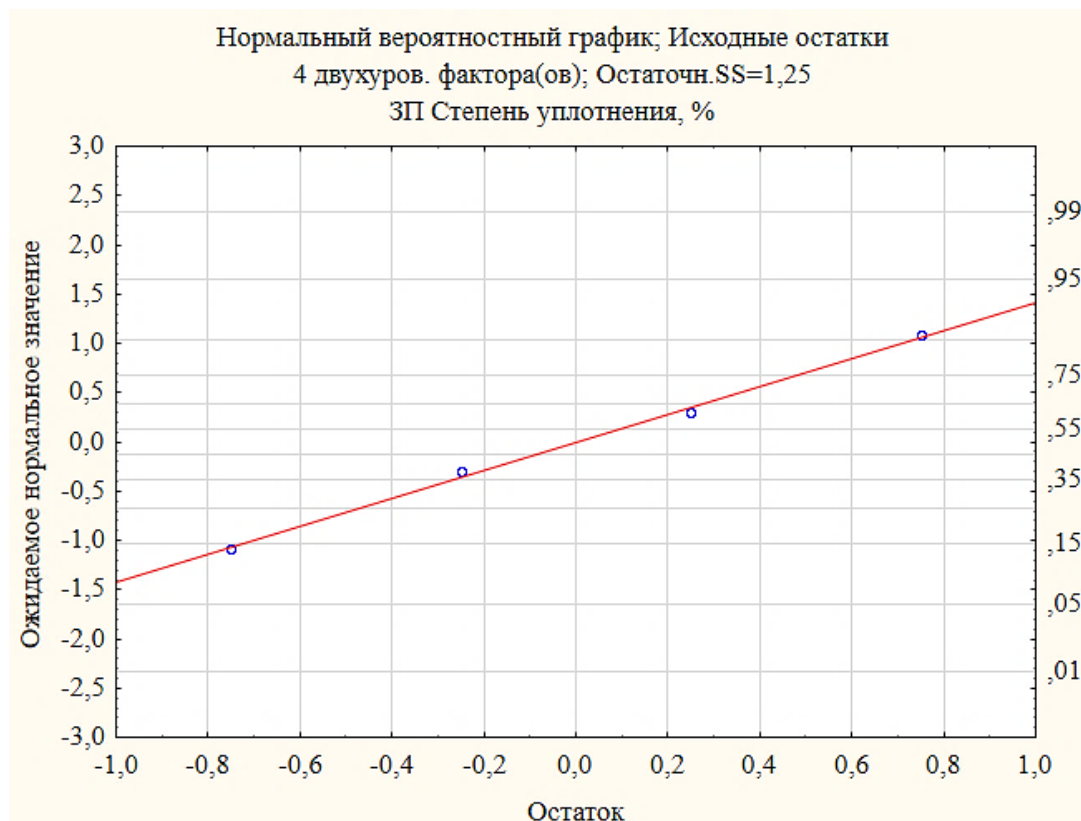


Рис. 4. Нормальный вероятностный график остатков

На данном графике по оси абсцисс отложены наблюдаемые значения остатков, а по оси ординат – ожидаемые значения остатков, упорядоченные по возрастанию, соответствующие нормальному распределению. Все значения остатков (точки) укладываются на прямую ожидаемых нормальных значений, что говорит о нормальном распределении остатков [6].

Карта Парето-эффектов (рис. 5) позволяет ранжировать рассматриваемые факторы в порядке их значимости. Вертикальная линия, которая представляет на 95 % доверительную вероятность, указывает, каким должен быть минимальный эффект, чтобы он был статистически значим.

Можно предполагать, что фактор *степени прессования* оказался статистически не значим по причине выбранной достаточно узко области определения. Для установления более точного влияния *степени прессования* на *степень уплотнения* заготовок необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

Для достижения повышенной твердости и износостойкости деталей из древесины необходимо обеспечивать более высокую *степень уплотнения* заготовок в процессе пьезотермической обработки. Благодаря графикам подогнанной поверхности, представленных на рисунке 6, можно выявить области определения факторов в исследуемом диапазоне, в которых зависимая переменная *степень уплотнения* является максимальной.

Карта Парето стандартизованных эффектов; Перемен.: Степень уплотнения, %  
4 двухуров. фактора(ов); Остаточн.SS=1,25  
ЗП Степень уплотнения, %

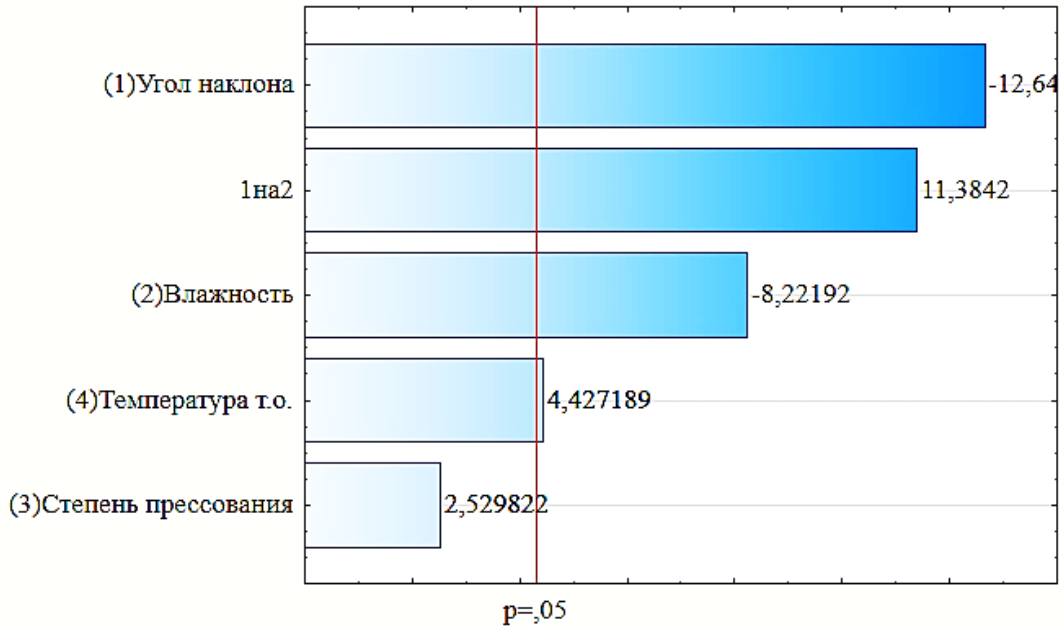


Рис. 5. Карта Парето-эффектов



Рис. 6. Подогнанные поверхности степени уплотнения при фиксированных значениях:  
а –  $\varepsilon = 52,5\%$ ,  $T = 165\text{ }^\circ\text{C}$ ; б –  $W = 12\%$ ,  $T = 165\text{ }^\circ\text{C}$

Согласно графикам, наиболее высокой степени уплотнения заготовок можно достичь путем подбора исходного сырья с минимальным углом наклона волокон и их обработкой при влажности 6–10 %.

Таким образом, в ходе статистической обработки экспериментальных данных по определению *степени уплотнения* получена математическая модель с одним парным

взаимодействием факторов, позволяющая с достаточной степенью точности предсказывать значения функции как в рассматриваемых диапазонах изменения факторов, так и в некоторых областях за их пределами (коэффициент детерминации модели  $R^2 = 0,99$ , доверительная вероятность  $D = 99,3 \%$ ).

Выявлены статистически значимые факторы: *угол наклона волокон в заготовке  $\alpha$ , влажность  $W$ , температура  $TO$  ( $T$ )*, а также парное взаимодействие  $\alpha W$ . В результате анализа полученной зависимости определены благоприятные для обработки заготовок режимы, например, угол наклона волокон в заготовке  $\alpha$  – не более 30 град., влажность  $W$  – не более 10 %, степень прессования  $\epsilon$  – не менее 50 %, температура  $TO$  – 180 °С.

## Библиографический список

1. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1964. 348 с.
2. Шамаев В.А. Перспективы производства и применения модифицированной древесины // Научный журнал КубГАУ – Scientific Journal of KubSAU. 2012. № 78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-proizvodstva-i-primeneniya-modifitsirovannoy-drevesiny> (дата обращения: 14.05.2019).
3. Тарбеева Н.А., Рублева О.А. Технология изготовления упрочненного декоративного отделочного материала из массивной древесины // Экологические и биологические основы повышения продуктивности и устойчивости природных и искусственно возобновляемых лесных экосистем: мат-лы Международн. науч.-практич. конф., посвященной 100-летию высшего лесного образования в г. Воронеж и ЦЧР России. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», 2018.
4. Электронный учебник по статистике. URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stexdes.html> (дата обращения 10.05.2019).
5. Мазуркин П.М., Сафин Р.Г., Просвирников Д.Б. Статистическое моделирование процессов деревообработки: учебн. пособие. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. 342 с.
6. Халафян А.А. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA: учеб. пособие. М.: Либроком, 2013. 384 с.

УДК 65.012.122

**В.В. Чамеев, В.В. Иванов**  
(V.V. Chameev, V.V. Ivanov)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: victor.82@mail.ru

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ ПРИ РАСКРОЕ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ FACTORS AFFECTING THE WORKING OF WOOD-WORKING MACHINES IN LONG-TERM ROUNDWOOD**

*Дана классификация факторов, влияющих на временные параметры распиловки лесоматериалов на лесообработывающих станках. Намечены пути экспериментального учёта влияния этих факторов на процесс.*



*The article presents the classification of factors affecting the timing of sawing timber on forest processing machines, and also shows how to take experimental account of the influence of these factors.*

Длительность распиловки круглых лесоматериалов на лесообрабатывающих станках является основным элементом (составляющей) формулы по определению производительности. Теория производительности машин и механизмов зародилась в начале 30-х годов в машиностроении, а в 1932 г. в МВТУ им. Баумана уже была введена соответствующая дисциплина.

Главной целью теории производительности является выявление и анализ закономерностей технического прогресса, в первую очередь – закономерностей развития станков, автоматов, автоматических линий, выявление причинных связей и зависимостей, количественное их описание.

Появляются аналогичные разработки по теории производительности в лесной отрасли, у горняков, в радиоэлектронике и автоматике, в сельском хозяйстве, в других отраслях.

Теория производительности машин и механизмов для всех отраслей промышленности и сельского хозяйства применяется при проектировании, планировании и управлении как отдельными машинами и механизмами, так и технологическими потоками, полуавтоматическими и автоматическими линиями, гибкими производственными и автоматизированными системами.

Теория производительности машин и механизмов учитывает вероятностный характер изучаемых явлений, рассматривает объект исследований с позиций теории сложных систем, использует аналитические и имитационные методы, математический аппарат исследования операций, факторный и регрессионный анализ, т. е. практически весь арсенал математики.

Теория производительности машин и механизмов присутствует в САПР, АСУ ТП, АСУ П и других системах, учитывает качество, надежность, экономические показатели.

Обзор научно-технической информации о факторах, влияющих на временные параметры распиловки лесоматериалов на станках, т. е. на производительность, осмысление полученных материалов позволило классифицировать эти факторы.

На рисунках 1 и 2 приведены результаты этой классификации. На рисунке 1 представлены основные факторы, влияющие на процесс распиловки лесоматериалов на лесообрабатывающих станках. К группе факторов «Сырьё» можно отнести диаметр (толщину) круглых лесоматериалов, длину, породу, закомелистость, кривизну, сбег, гниль, сучки, трещины, механические повреждения, влажность и температуру древесины.

В группе факторов «Продукция» основными будут размеры выпиленной пиломатериала, её шероховатость и точность распиловки. Группа факторов «Оборудование (станки и околостаночное оборудование)» включает параметры питателей (длины транспортёров, емкости питателей), параметры станков (скорости рабочих и тяговых органов, мощности электродвигателей и т. д.), степень механизации и автоматизации технологических операций, надежность оборудования [1, 2].

В группу факторов «Инструмент» можно включить тип режущего органа и его толщину, параметры зубьев и их шаг, качество и способ подготовки зубьев (развод, плющение), материал зубьев и тела пилы [1, 3].

Группа факторов «Станочник» показана на рисунке 2 и включает психофизические, санитарно-гигиенические, социальные, экономические и технико-организационные факторы. Более подробно об этих факторах можно узнать из работ



Е.Н. Шермана, Р.П. Миусковой, Л.Ф. Никулина и «Сборника нормативно-технических документов по оценке уровня качества продукции». М.: ВНИИС, Издательство стандартов, 1975. 93 с. [4–7].

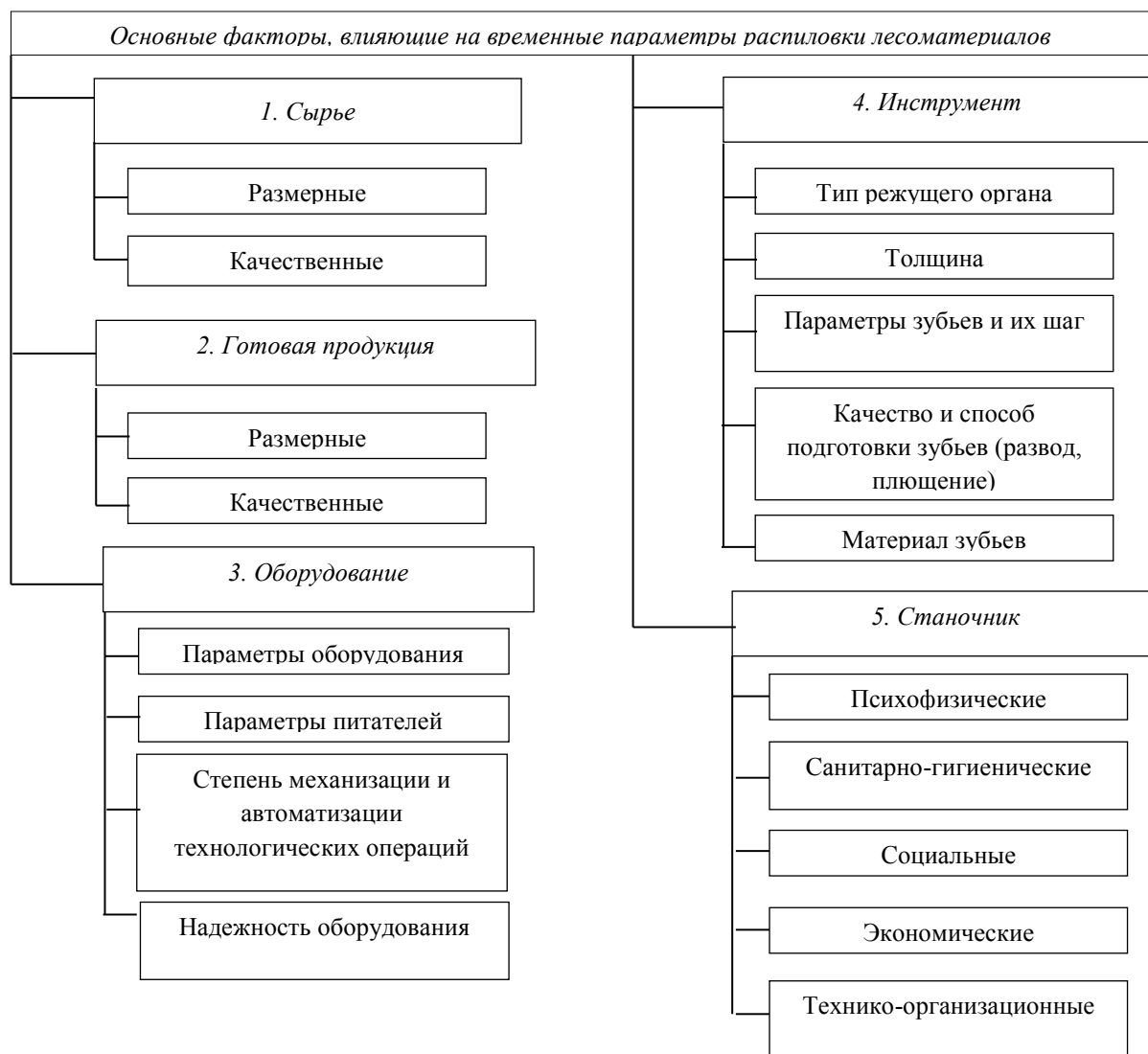


Рис. 1. Основные факторы, влияющие на временные параметры распиловки лесоматериалов

Для практических целей этот перечень факторов подлежит сужению. В теории планирования эксперимента рекомендуется учитывать в математических моделях не более 6–8 факторов. При большем числе факторов значительно возрастает время на создание математических моделей и время на проведение машинных экспериментов. Выбор наиболее значимых факторов возможен при проведении социологического эксперимента (метод ранговой корреляции) и отсеивающих экспериментов при имитационном моделировании.

В настоящее время к выбору параметров процессов раскрытия лесоматериалов подходят с точки зрения оптимизации. Задачи оптимизации технологических процессов рассматриваются как задачи математического программирования, состоящие из целевых функций и ряда ограничений. Целевые функции отражают критерии оптимизации по себестоимости операции или по производительности оборудования.

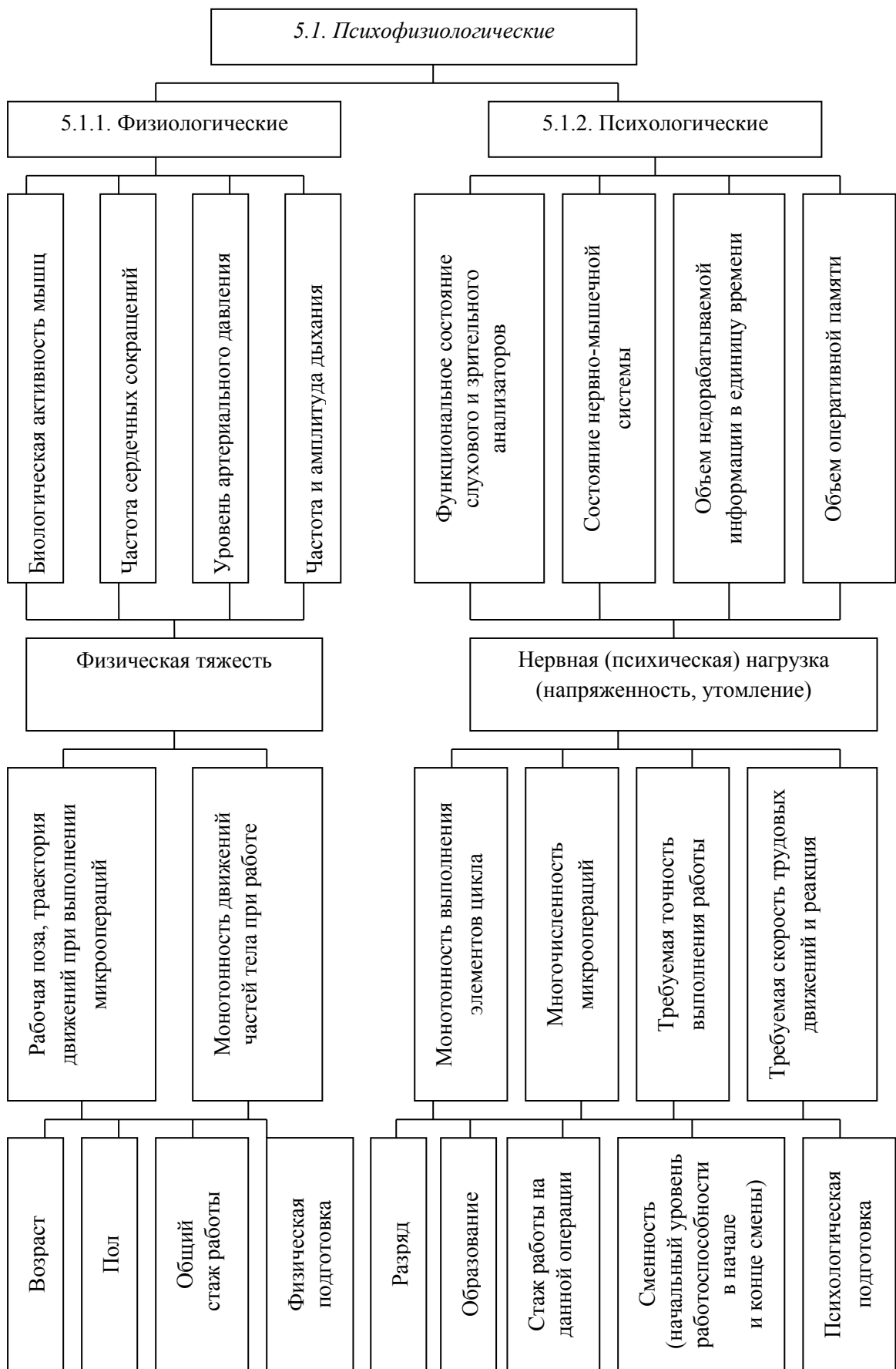


Рис. 2 (начало). Группа факторов «Станочник»

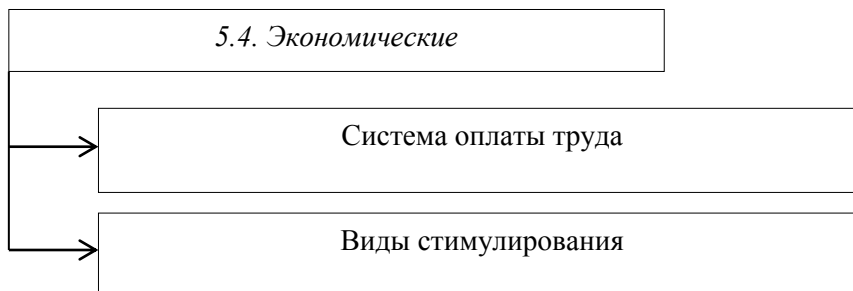
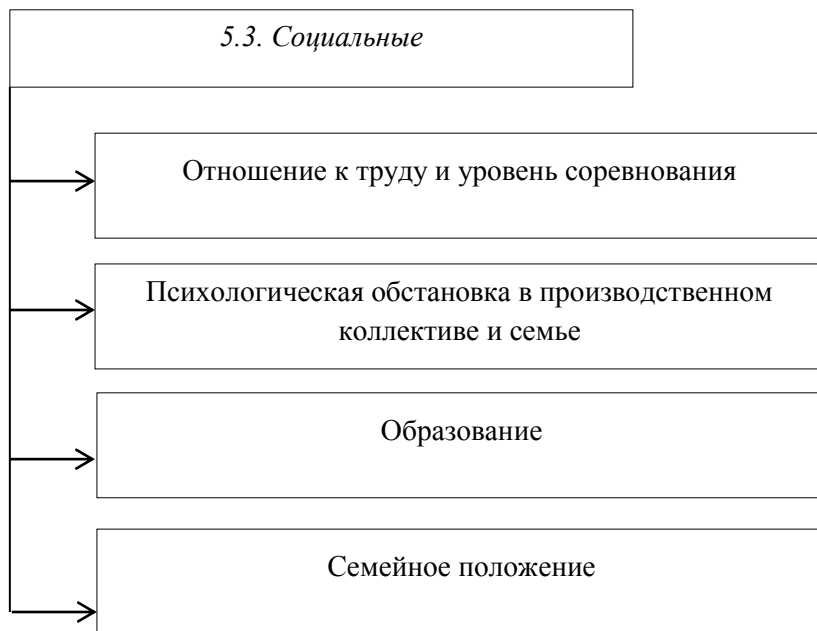


Рис. 2 (продолжение). Группа факторов «Станочник»

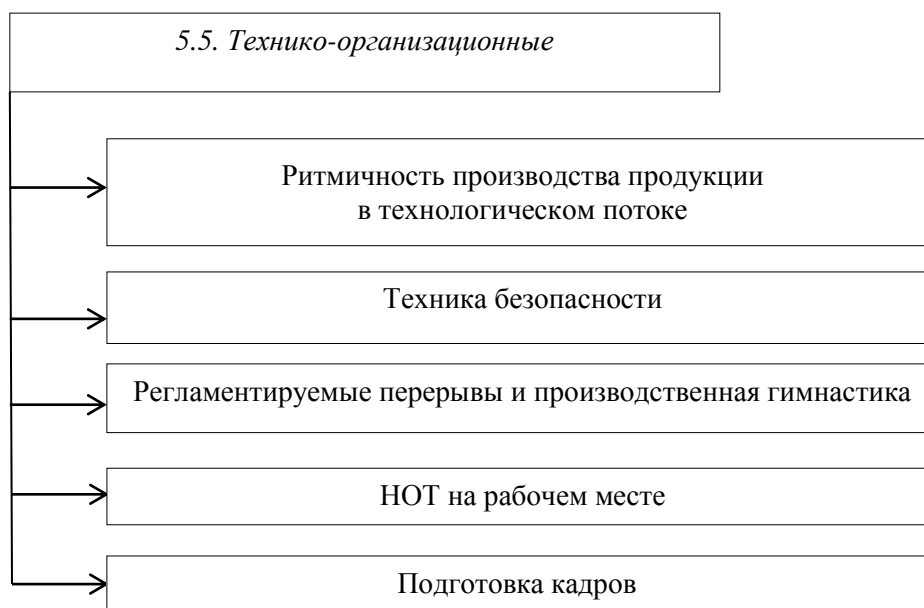


Рис. 2 (окончание). Группа факторов «Станочник»

Задачи оптимизации сводятся к нахождению оптимальных значений искомых переменных, при которых целевая функция достигает максимального или минимального значения. Целевые функции процессов, как правило, получают на основании теоретических предпосылок. При выводе ограничений процессов используют результаты как теоретических, так и экспериментальных исследований.

Ограничения математических моделей процессов механической обработки древесины классифицируют по трем группам [1].

1. Конструктивно-технологические ограничения:

1.1. По мощности привода главного движения (при резании – привода механизма резания).

1.2. По мощности привода вспомогательного движения (при резании – привода механизма подачи).

1.3. По прочности узлов оборудования.

1.4. По устойчивости инструмента.

1.5. По условиям заполнения пазух инструмента стружкой.

1.6. По допустимым условиям закрепления инструмента и подачи заготовок.

1.7. По наибольшей скорости резания, допустимой кинематикой станка и режущими возможностями инструмента.

1.8. По наименьшей скорости резания, допустимой кинематикой станка.

1.9. По наибольшей скорости подачи, допустимой кинематикой станка.

1.10. По наименьшей скорости подачи, допустимой кинематикой станка.

1.11. По наибольшей допустимой глубине резания.

1.12. По наименьшей технологически приемлемой глубине резания.

2. Качественные ограничения:

2.1. По шероховатости обработанной поверхности.

2.1.1. По неровности разрушения.

2.1.2. По мшистости и ворсистости.

2.2. По точности обработки.

2.2.1. По точности размерообразования.

2.2.2. По продольной волнистости (кривизне).

2.2.3. По поперечной волнистости (покоробленности).

2.3. По нагреву обрабатываемой поверхности.

3. Техничко-экономические ограничения:

3.1. По заданной производительности оборудования или ритму работы автоматической и поточной линии.

3.2. По расходу обрабатывающего инструмента.

3.3. По объему заготовок в партии.

3.4. По времени работы инструмента, т. е. по времени на технологические операции за период стойкости.

Для построения математической модели любого технологического процесса прежде всего необходимо описать его. Цели математического описания процессов механической обработки лесоматериалов состоит в выражении величин  $y_k$ , характеризующих тот или иной процесс, в виде функциональных зависимостей от различных переменных факторов  $x_i$ , действующих в этом процессе. Эти зависимости для ряда процессов механической обработки древесины следующие [1]:

1. Силовые:

1.1. По усилиям резания  $F_p$  и подачи  $F_n$ , т. е.  $F_p = f(x_i)$  и  $F_n = f(x_i)$ .

1.2. По мощности резания  $P_{рез}$  и мощности подачи  $P_{под}$ , т. е.  $P_{рез} = f(x_i)$  и  $P_{под} = f(x_i)$ .

2. Качественные:

2.1. По неровностям разрушения обработанных поверхностей деталей, т. е.  $R_{z\max} = f(x_i)$ .

2.2. По мшистости и ворсистости обработанных поверхностей  $W = f(x_i)$ .

2.3. По точности размерообразований обрабатываемых деталей  $\delta = f(x_i)$ .

2.4. По продольной волнистости (кривизне) обрабатываемых деталей  $\delta_k = f(x_i)$ .

2.5. По поперечной волнистости (покоробленности) поверхности детали  $\varphi = f(x_i)$ .

3. Техничко-экономические:

3.1. По себестоимости обработки  $C = f(x_i)$ .

3.2. По производительности обработки  $\Pi = f(x_i)$ .

К характеристике ряда процессов можно отнести работоспособность инструментов по заполнению емкости впадин  $A = f(x_i)$  и устойчивость  $B = f(x_i)$ .

Экспериментальным исследованиям уделяется большее внимание при изучении технологических процессов. Исследования проводятся часто для определения наивыгоднейших условий технологических процессов, оптимальных режимов работы и параметров машин и механизмов, а также для состава многокомпонентных систем [1].

К решению задач такого рода имеются два подхода [1]: первый подход заключается в том, что перед определением оптимальных условий процесса всесторонне исследуются как механизм данного процесса, так и свойства изучаемого вещества. Основываясь на результатах таких исследований, можно создать теорию, с помощью которой будут решаться задачи по определению оптимальных условий технологического процесса или оптимальных параметров машин и механизмов. Вторым подходом является экспериментальное изучение механизма данного процесса.

Первый подход предпочтительнее, однако такой подход редко применяется при решении технологических задач. Технологические процессы, такие как механическая обработка древесины, настолько сложны, что пока еще не поддаются полному теоретическому изучению, так как определяются большим количеством различных факторов, воздействующих на данный процесс. Количественная оценка влияния большого числа факторов на процесс представляет собой трудную задачу для теоретического решения. При неполном знании процесса лучше обратиться к эксперименту.

В процессе эксперимента [1] обычно исследуется лишь часть факторов, влияющих на процесс. Как же поступить с оставшимися факторами? При классической постановке эксперимента исследователи стремятся стабилизировать эти факторы, что не всегда удается. Целесообразно факторы, которые нельзя стабилизировать, учитывать как случайные величины.

## *Выводы*

На технологический процесс раскроя лесоматериалов в лесообрабатывающих цехах действует множество факторов. При построении математических моделей функционирования станков и станочных систем, при имитации их работы необходимо число факторов, действующих на работу станков, существенно снизить. Один из способов для выбора наиболее значимых факторов при построении математической модели базируется на социологическом эксперименте, а при проведении имитации – путём отсеивающих экспериментов.

## **Библиографический список**

1. Пижурин А.А. Оптимизация технологических процессов деревообработки. М.: Лесн. пром-сть, 1975. 312 с.
2. Рябов В.В. Основные положения методики автоматизированных испытаний на надёжность деревообрабатывающего оборудования // Научные труды московского государственного университета леса. М.: МГУЛ, 1995. № 281. С. 35–38.
3. Соболев И.В. Статистический контроль качества рамной распиловки. М.: Лесн. промышленность, 1971. 104 с.
4. Шерман Е.Н. Изучение и проектирование трудовых процессов. М.: Машиностроение, 1971. 120 с.
5. Миускова Р.П. Оптимизация трудовых процессов с использованием математических методов и ЭВМ. М.: Экономика, 1975. 200 с.
6. Никулин Л.Ф. Системный анализ трудовых процессов станочников. М.: Экономика, 1975. 174 с.
7. Сборник нормативно-технических документов по оценке уровня качества продукции. М.: ВНИИС, Издательство стандартов, 1975. 93 с.

**УДК 674.213.049.2:674.031**

**Д.В. Шейкман, Н.А. Кошелева, Ш.А. Салахутдинов**  
(D.V. Shejkman, N.A. Kosheleva, SH.A. Salahutdinov)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: cheikman@yandex.ru

## **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОПИТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ И ОСИНЫ**

## **PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF IMPREGNATED WOOD OF BIRCH AND ASPEN**

*Изучены основные физико-механические свойства модифицированной древесины осины и березы как наиболее важные для покрытий пола в процессе эксплуатации.*

*To justify the use of modified birch and aspen wood as a durable floor covering, the physical and mechanical properties, as the most important for floor coverings during exploitation, are studied.*

Пропитку древесины чаще всего проводят в автоклавах, с применением вакуумирования и избыточного давления, в ряде случаев применяют открытые баки в которых пропитывают древесину по методу горяче-холодной ванны. Способ поверхностной пропитки экономически эффективен, не требует больших затрат на оборудование, а полученные результаты исследований физико-механических свойств модифицированной древесины способом поверхностной пропитки с термоуплотнением представлены в данной статье.

В результате исследований по модификации древесины березы и осины за счет пропитки волокон древесины полимерными составами и последующего уплотнения при температуре 110–140 °С поверхностный слой паркетной планки превращается в композиционный материал, обладающий улучшенными физико-механическими свойствами [1].

Основными показателями физико-механических свойств древесины при выборе материала для покрытий пола являются показатели статической и ударной твердости. Древесина осины в натуральном виде по степени статической твердости относится к группе мягких лиственных пород [2] и поэтому мало пригодна для производства прочного напольного покрытия. Береза по физико-механическим показателям находится на границе между мягкими и твердыми породами.

Устойчивость древесины к воздействиям статической и ударной твердости обеспечивают применяемые в исследовании пропиточные составы, пропитывающие стенки клеток и заполняющие поры и сосуды [1] древесины. Последующая термообработка и прессование уплотняют поверхностный слой заготовки, придавая древесине улучшенные износостойкие свойства. Эффективность высокотемпературной сушки и последующая пропитка древесины подтверждается результатами многих опытных работ.

Статическая твердость заготовок из древесины осины после модифицирования увеличивается в среднем на 52,4 % и немного не достигает твердости эталонного дуба, что предопределено строением древесины осины и эластичностью волокон, а также меньшими показателями твердости натуральной древесины осины. В то же время показатели статической твердости древесины березы после модифицирования увеличились более чем в два раза и достигли при пропитке акриловым составом 73 Н/мм<sup>2</sup>, при пропитке алкидным составом – 81 Н/мм<sup>2</sup> [1] (см. рисунок).

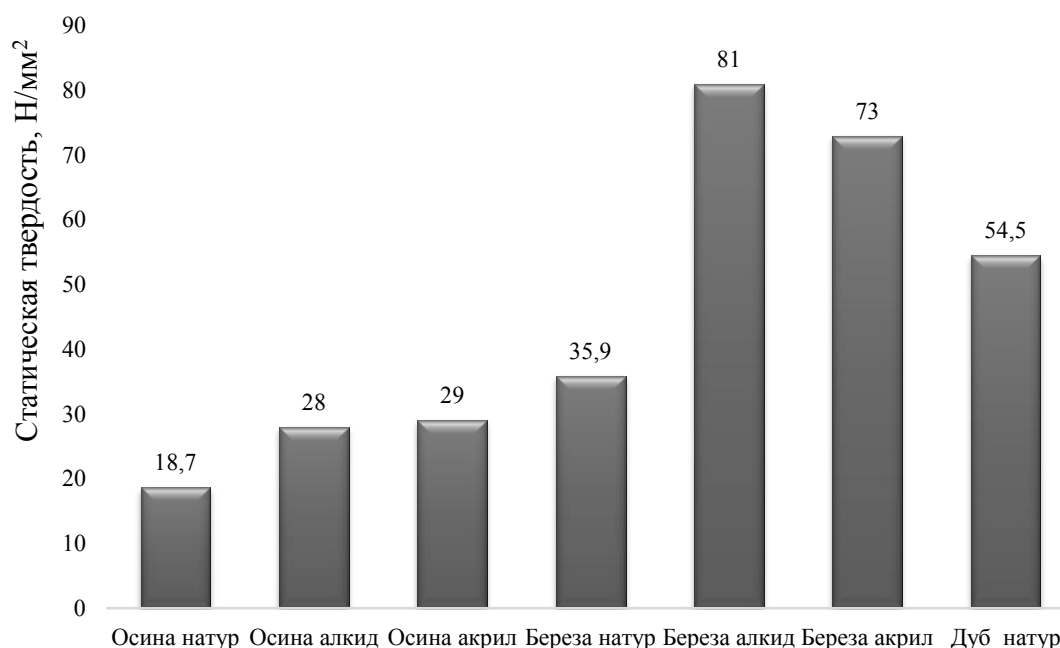
После проведения экспериментов по модифицированию древесины происходит повышение ударной твердости древесины осины и древесины березы. Показатели ударной твердости модифицированной древесины осины и древесины березы в среднем на 9,4 % превышают ударную твердость древесины дуба.

В результате пропитки древесины акриловыми составами получены высокие показатели ударной твердости, растворителем у акриловых композиций является вода. Такие композиционные составы создают более пластичный, способный к деформации древесных волокон, слой древесины, а вот алкидные составы создают менее устойчивую к ударным нагрузкам, более твердую и хрупкую поверхность.

Прочность на изгиб является важной характеристикой для напольных покрытий. При испытаниях измеряют сопротивление материала по отношению к максимальной удельной нагрузке при увеличивающемся давлении на поверхность образца. Этот показатель используется для измерения внутренних связующих материала и во многом зависит от строения и породы древесины. Прочность на изгиб особенно велика по значению у древесины твердолиственных пород – более 100 МПа.

Показатели прочности на изгиб у древесины осины после модифицирования увеличились на 11,6 % при пропитке акриловой композицией и на 27 % при пропитке алкидной композицией, но так и не достигли прочности дуба. Изначально прочность на

изгиб у древесины березы выше прочности древесины дуба, но после пропитки алкидным составом на основе ПФ-053 и термоуплотнения возрастает на 54,5 % и 56,4 % и достигает 172 МПа [1].



Сравнительная характеристика статической твердости дуба и модифицированной, немодифицированной древесины осины и березы

Паркетную планку после модифицирования можно рассматривать как трехслойную панель, которая за счет слоистого строения способна воспринимать большие изгибающие нагрузки, чем однослойная и монолитная по сечению панель. Повышение стойкости при статическом изгибе древесины осины и древесины березы объясняется тем, что опасные сжимающие напряжения воспринимает лицевой износостойкий слой паркетной планки, модифицированный пропиткой и уплотнением, и более прочный по сравнению с натуральной древесиной, а растягивающие напряжения воспринимает тоже более прочный нижний уплотненный слой [1].

Еще большее значение имеет показатель при местном смятии древесины поперек волокон. При проведении экспериментов после модифицирования акриловым составом показатели повышаются на 19,8 % у древесины осины, а у древесины березы – на 32,3 %. Показатели прочности древесины, пропитанной алкидным составом, увеличиваются у древесины осины на 45 %, а у древесины березы – на 46,8 %, что объясняется созданием более прочного и твердого износостойкого слоя. Результаты исследования показывают, что древесина осины выровнялась с натуральной древесиной дуба (9,1 Н/мм<sup>2</sup>), а показатели древесины березы превзошли древесину дуба [1] на 33,8 %, что составило (12,2 Н/мм<sup>2</sup>).

*Ударная вязкость* – это способность древесины к поглощению энергии при нагрузке. При испытаниях используется маятниковый копер. Полученные показатели при исследованиях ударной вязкости натуральной древесины составляют у осины 8,5 кДж/м<sup>2</sup>, у березы – 9,3 кДж/м<sup>2</sup>, что выше ударной вязкости древесины дуба – 7,6 кДж/м<sup>2</sup>.



Это можно объяснить его природной хрупкостью и резкой разницей в строении ранней и поздней зон годовых слоев, а также большими анатомическими неровностями высотой до 200 мкм на продольных разрезах.

Древесина осины и березы более однородная, умеренно вязкая и хорошо гасит ударные динамические нагрузки. Показатели ударной вязкости при пропитке осины акриловым составом ВАК-48Д увеличиваются на 29 % и составляют 10,9 кДж/м<sup>2</sup>, а при пропитке акриловым составом древесины березы увеличение значительно меньше, всего 13,9 %, и составляет 10,6 кДж/м<sup>2</sup>. Эти показатели значительно выше по сравнению с данными при пропитке алкидными составами в 1,5 раза, что связано с меньшей пластичностью алкидных составов после отверждения [1].

Модифицированный износостойкий слой древесины на поверхности заготовок из древесины березы превосходит по большинству основных показателей эталонную для производства паркета древесину дуба [3].

Данный процесс модифицирования древесины позволяет использовать мягкие лиственные породы древесины вместо дорогих твердолиственных пород для изготовления напольных покрытий [1].

Проведенные исследования показали, что в результате модифицирования значительно улучшаются физико-механические свойства древесины осины и березы, что позволяет использовать древесину мягких лиственных пород для изготовления напольных покрытий и тем самым расширить сырьевую базу для их производства.

## Библиографический список

1. Шейкман Д.В., Кошелева Н.А. Исследование физико-механических свойств модифицированной древесины березы и осины // Вестник технологического университета. Казань. 2016. № 15. Т. 19.

2. Б.Н. Уголев. Древесиноведение с основами лесного товароведения. М.: МГУЛ, 2001. 225 с.

3. Шейкман Д.В., Кошелева Н.А. Исследование влияния способа поверхностной пропитки на степень проникновения пропитывающего состава в древесину // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIII Международн. евразийск. симпозиума 18–21 сентября 2018 г. / под науч. ред. В.Г. Новоселова; Минобрнауки России, Уральский государственный лесотехнический университет, Уральский лесной технопарк. Екатеринбург, 2018. С. 125–128.

УДК 674.419

**И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин**  
(I.V. Yatsun, Yu.I. Vetoshkin)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: iryatsun@mail.ru

## ИННОВАЦИОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ «ФАНОТРАН А» ИЗ ДРЕВЕСНОГО ШПОНА

## INNOVATIVE COMPOSITE MATERIAL "FENATRAN A" OF WOOD VENEER

*Новый композиционный материал «Фанатран А» по конструкции представляет собой древесный слоистый пластик, где несколько листов шпона заменены листами*

фольги из сплава Вуда. Разработанный материал обладает рентгенозащитными свойствами (свинцовый эквивалент – 0,8 ммPb/мм), и его планируется использовать в строительстве и отделке помещений с повышенным радиационным фоном: в конструкциях стен, потолков, полов, дверных полотен, защитных экранов, ширм, жалюзи и т. п.

*The new composite material “Fanatren A” is a wood laminated plastic by design, where several veneer sheets are replaced by sheets of Wood alloy foil. The developed material has X-ray protective properties (the lead equivalent is 0.8 mmPb/mm) and is planned to be used in construction and decoration of premises with an increased background radiation in the structures of walls, ceilings, floors, door panels, protective screens, screens, blinds and etc.*

Задача поиска путей и новых технологических решений по созданию композиционных материалов различного назначения, в которых в качестве основного элемента используется древесина, с расширением области ее применения весьма актуальна.

Наиболее перспективным направлением для решения этой задачи является разработка композиционных слоистых материалов на основе древесины, в которых один или несколько внутренних слоев шпона заменены другими материалами, что позволяет разнообразить их свойства [1].

На кафедре механической обработки древесины и производственной безопасности ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» разработана конструкция композиционного материала на основе древесного шпона «Фанотрен А», который обладает способностью ослаблять поток рентгеновского излучения. Защитный материал планируется использовать в строительстве и отделке помещений с повышенным радиационным фоном (воздействием): в конструкциях стен, потолков, полов, дверных полотен, защитных экранов, ширм, жалюзи и тому подобном (рис. 1).

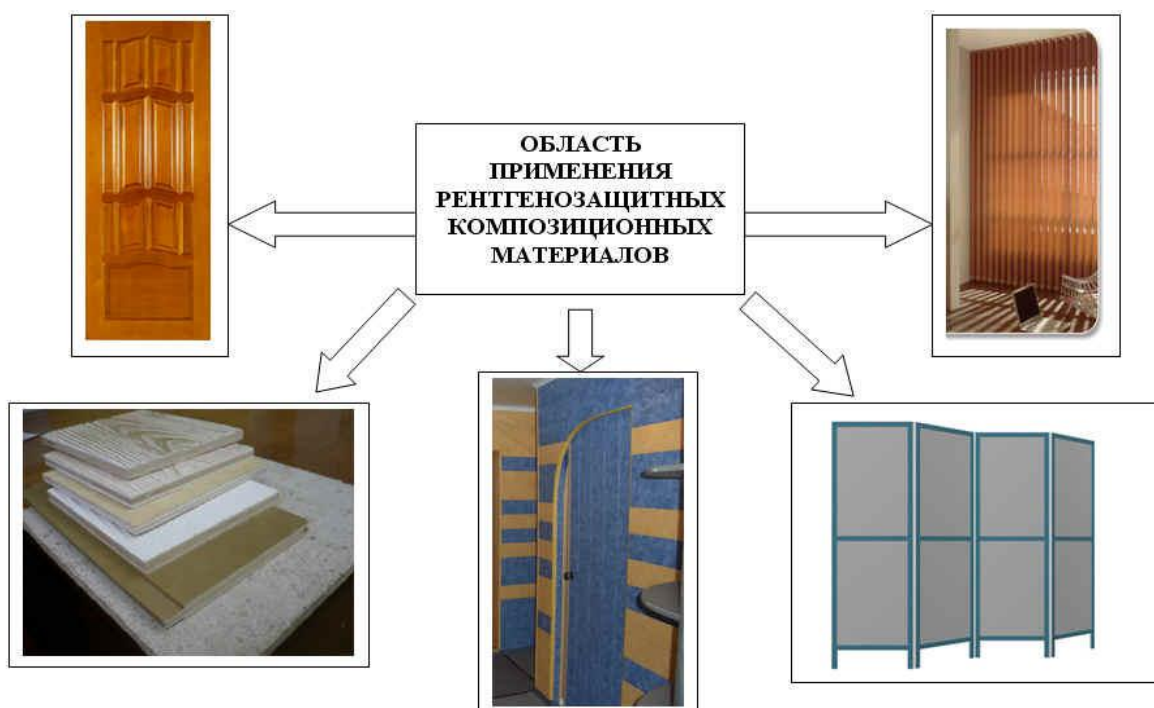


Рис. 1. Области применения композиционного материала «Фанотрен А»

По своей конструкции материал «Фанотрен А» подобен фанере марки «ФК» [2]: слои лущенного березового шпона толщиной  $1,5 \pm 0,1$  мм через один чередуются со слоями армирующего (защитного) слоя толщиной  $0,3 \pm 0,02$  мм. В качестве армирующего (защитного) слоя и одновременно связующего использована фольга, изготовленная из легкоплавкого сплава Вуда (рис. 2) [3].

Особенностью материала является то, что в сравнение с применяемыми в настоящее время защитными материалами – аналогами (баритовой штукатуркой, просвинцованной резиной, бетоном, материалами с использованием свинца, железа и др.) [4, 5, 6] – этот материал является конструкционным. Он позволяет достаточно просто, быстро и мобильно создавать интерьеры, обладающие высокими дизайнерскими свойствами в специализированных помещениях.



Рис. 2. Внешний вид материала «Фанотрен А»

Технологический процесс изготовления рентгенозащитных жалюзи из материала «Фанотрен А» включает следующие технологические операции [1]:

- снятие такелажа со шпона, фольги;
- сортировку шпона;
- раскрой шпона, фольги, декоративной пленки;
- ребросклеивание шпона;
- сборку пакета;
- прессование плитного слоистого материала специального назначения с плавным понижением температуры;
- технологическую выдержку;
- обрезку материала по формату;
- сортировку материала;
- раскрой материала на заготовки;
- облицовывание декоративной пленкой;
- сверление отверстий;
- технический контроль качества;
- комплектацию изделия стандартными металлоконструкциями;
- маркировку и упаковку готовой продукции.

Для создания конструкции защитного материала был получен следующий режим склеивания: давление плит пресса составляет  $-1,5 \pm 0,1$  МПа (прессование осуществляется с применением дистанционных планок), температура плит пресса –  $100 \pm 5$  °С, время выдержки плиты под давлением – 6 мин, время охлаждения пакета в прессе под давлением –  $15 \pm 1$  мин, технологическая выдержка на подстопном месте не менее 24 часов.

По данным испытаний, проведенных в лаборатории университета и в Свердловском областном клиническом психоневрологическом госпитале ветеранов войн, были получены показатели основных физико-механических и защитных свойств разработанного материала (рис. 3) и выполнен сравнительный анализ со свойствами фанеры марки «ФК», результаты которого приведены в таблице.



Рис. 3. Значение свинцовых эквивалентов свинца толщиной 1 мм (эталон); просвинцованной резины разной плотности и материала «Фанотрен А»

### Физико-механические свойства сравниваемых материалов

Показатели	Материал «Фанотрен А»	Фанера ФК
Толщина материала, мм	4	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1 800	640–700
Предел прочности, МПа:		
при статическом изгибе вдоль волокон наружных слоев	90	55
при скалывании в плоскости клеевого слоя (вдоль волокон)	1,26	1,5
Свинцовый эквивалент, ммРb/мм	0,8	–
Водопоглощение за 24 ч, %	–	28 ± 4

Разработанный материал обладает высокими конструкционно-эксплуатационными свойствами, долговечен, легко обрабатывается дереворежущим инструментом, безопасен в эксплуатации. Поверхность материала по желанию заказчика можно легко облагородить как лакокрасочными материалами, так и современными декоративными пленками. Стоимость одного квадратного метра материала составляет порядка 15 000 рублей.

### Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Чернышев О.Н. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. 148 с.
2. Куликов В.А. Производство фанеры. М.: Лесная пром-сть, 1976. 367 с.

3. Корольков А.М. Структура и свойства легкоплавких сплавов. М.: Наука, 1967. 198 с.
4. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения. М.: 1963. 336 с.
5. Аглицев К.К. Дозиметрия ионизирующих излучений. М.: Гос. изд-во технико-теорет. лит., 1957. 503 с.
6. Вибераль А.В., Мареулис У.Я., Воробьев Е.И. Защита от рентгеновских и гамма-лучей. М.: Медгиз, 1960. 274 с.

УДК 674.419

**И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин, А.Г. Гороховский**  
(I.V. Yatsun, Yu.I. Vetoshkin, A.G. Gorokhovsky)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: iryatsun@mail.ru

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ «ПЛИТОТРЕН» И DS-1**

#### **RESEARCH OF THE MACROSTRUCTURE OF COMPOSITE X-RAY PROTECTIVE WOOD PLATES “PLITOTREN” AND “DS-1”**

*В статье представлены новые композиционные плитные материалы, которые изготавливаются на основе древесных частиц (стружки и опилок) и способны ослаблять поток рентгеновского излучения. Дано описание технологии получения разработанных плит и проведено исследование их макроструктуры. Микросъемку компонентов древесно-клеевой композиции и плитных материалов проводили с применением электронной микроскопии.*

*The article presents new composite Board materials, which are made on the basis of wood particles (chips and sawdust) and are able to weaken the flow of x-ray radiation. The description of technology of receiving the developed plates and the study of macrostructure. Microscopy of the components of the wood-glue composition and plate materials was carried out using electron microscopy.*

Плитные материалы на основе древесины находят широкое применение в различных областях народного хозяйства. Существуют разновидности композиционных материалов специального назначения, например, для использования в мебельной промышленности, строительстве, автомобиле-, вагоно- и судостроительстве и т. д. [1].

В Уральском государственном лесотехническом университете разработаны плитные композиционные древесные плитные материалы с защитными свойствами от рентгеновского излучения «Плитотрен» и DS-1. Эти материалы представляет собой аналоги древесных плит, таких как ДСтП и МДФ. Для получения этих материалов используется низкокачественная древесина, отходы деревообрабатывающих производств в виде древесных стружек, а также опилки фракции менее 2 мм [2–4]. Внешний вид плит показан на рисунке 1.

Состав древесно-клеевых композиций плит «Плитотрен» и DS-1 приведен в таблице 1.



*a*



*б*

Рис. 1. Лабораторные образцы композиционных древесных плитных материалов:  
*a* – «Плитотрен», *б* – DS-1

Таблица 1

Состав древесно-клеевых композиций плит «Плитотрен» и DS-1

Наименование материала	Состав композиции
«Плитотрен» [2, 3]	1. Древесные частицы (стружка фракции 3–10 мм). 2. Связующее (карбамидоформальдегидная смола и отвердитель – хлористый аммоний). 3. Наполнитель – сульфат бария ( $BaSO_4$ )
DS-1 [4]	1. Древесные частицы (опилки фракции менее 2 мм). 2. Связующее (порошковый клей KauritLeim 176 Pulver, Германия). 3. Наполнитель – сульфат бария ( $BaSO_4$ )

Технологический процесс изготовления плитного материала «Плитотрен» включает следующие этапы:

- 1) подготовка исходных материалов: сушка стружки и приготовление связующего путем введения в смолу отвердителя;
- 2) приготовление древесно-клеевой композиции: загрузка в смеситель последовательно в несколько этапов компоненты древесно-клеевой композиции с целью осмаливания стружки связующим с последующим обволакиванием осмоленной стружки частицами наполнителя ( $BaSO_4$ );
- 3) формирование стружечного пакета в металлической рамке размером  $330 \times 330$  мм.
- 4) подпрессовка и прессование плитного материала в прессе периодического действия с последующей технологической выдержкой.

Технология изготовления плитного материала DS-1 аналогична. Отличие возникает на этапе приготовления древесно-клеевой композиции, так как все компоненты, входящие в ее состав, изначально находятся в сухом состоянии, поэтому загружаются в чашу смесителя одновременно. Режимные параметры прессования плит приведены в таблице 2.

Предполагаемая модель внутренней структуры древесных материалов «Плитотрен» и DS-1 изображена на рисунке 2.

Микросъемку компонентов древесно-клеевой композиции и плитных материалов проводили в специализированной лаборатории и на электронном микроскопе JSM-6390 фирмы JEOL (Япония). Полученные микроснимки приведены на рисунках 3–8.



Режимные параметры прессования плит

Наименование фактора	Показатели для материала	
	«Плитортен»	DS-1
Температура плит пресса, °С	160 ± 5	
Давление прессования, МПа	1,8	
Толщина материала, мм	13 ± 0,1	16 ± 0,1
Влажность стружки, %	6 ± 1	
Время прессования, мин	6 ± 1	7 ± 1
Технологическая выдержка, ч	24	

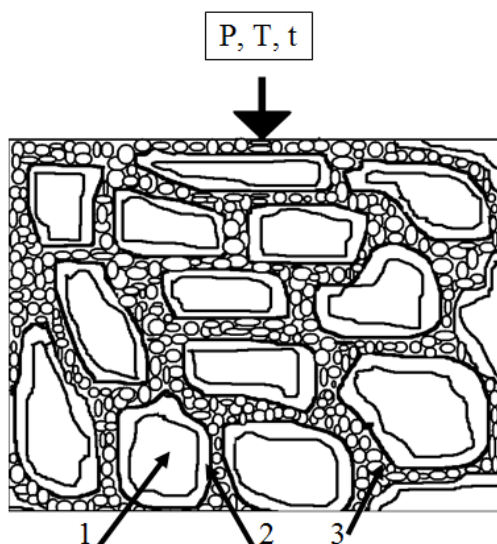


Рис. 2. Модель внутренней структуры древесных материалов «Плитортен» и DS-1:  
1 – древесные частицы; 2 – минеральный наполнитель; 3 – связующее

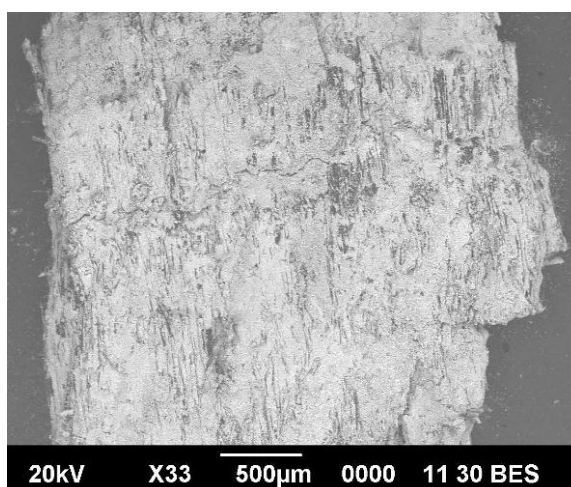


Рис. 3. Микросъемка древесно-клеевой композиции плиты «Плитортен» (увеличение ×33)

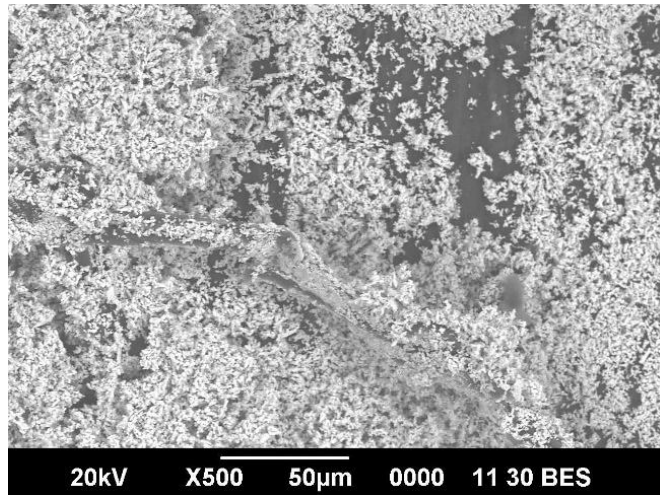


Рис. 4. Микросъемка древесно-клеевой композиции плиты «Плитотрен» (увеличение  $\times 500$ )

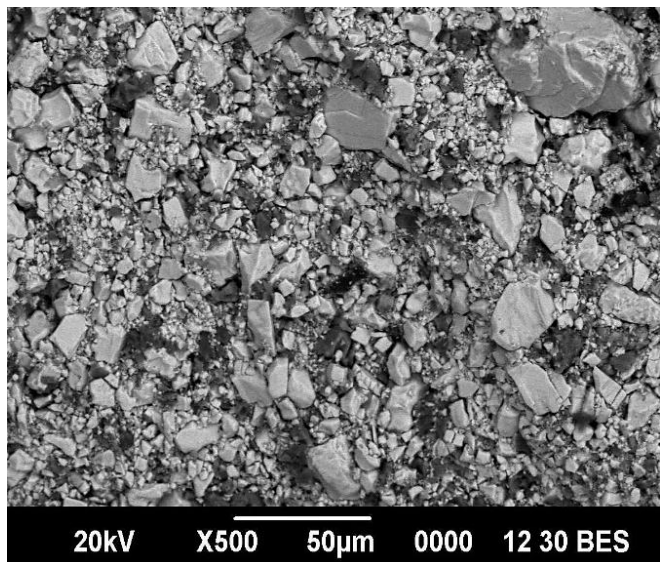


Рис. 5. Структура материала «Плитотрен» (увеличение  $\times 500$ )

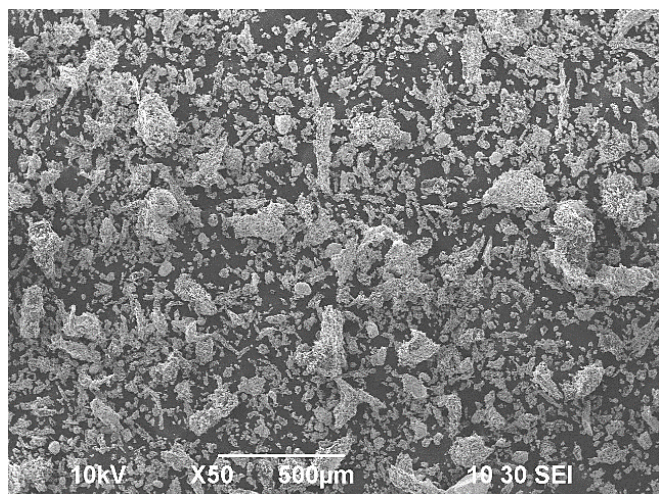


Рис. 6. Микросъемка измельченной плиты DS-1 (увеличение  $\times 50$ )



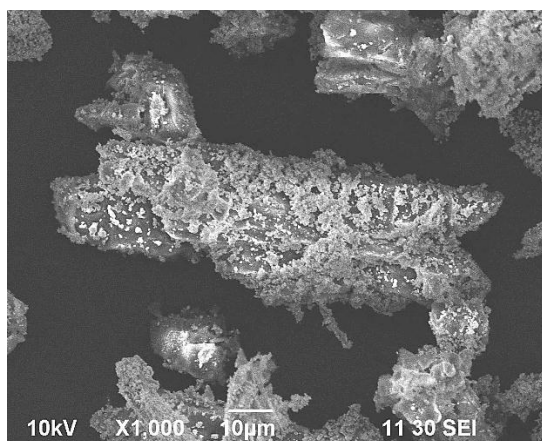


Рис. 7. Микросъемка измельченной плиты DS-1 (увеличение  $\times 1\,000$ )

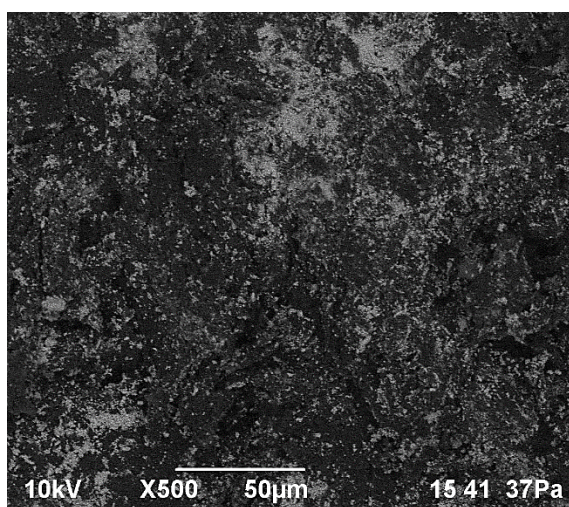


Рис. 8. Структура материала DS-1

Анализируя полученные фотографии, можно сделать следующие выводы:

1. На представленных снимках достаточно хорошо различимы древесные частицы и частицы наполнителя (сульфата бария). Достаточно четко видно, что связующее обволакивает древесные частицы и фиксирует на них равномерно распределенные частицы наполнителя.

2. Равномерность распределения наполнителя (сульфата бария) зависит от его количества в древесно-клеевой композиции и от размера древесных частиц. Более мелкие древесные частицы, используемые для изготовления плит, позволяют равномернее распределиться частицам наполнителя по материалам. Это, в свою очередь, повышает их рентгенозащитные свойства.

3. Представленная модель внутренней структуры плитных материалов достаточно точно показывает реальную картину распределения компонентов древесно-клеевой композиции в готовых материалах «Плитотрен» и DS-1.

#### **Библиографический список**

1. Михайлов Г.М., Серов Н.А. Пути улучшения вторичного древесного сырья. М.: Лесная промышленность, 1988. 224 с.

2. Яцун И.В., Ветошкин Ю.И., Шишкина С.Б. Применение отходов деревоперерабатывающих производств в изготовлении конструкционных материалов со специфическими свойствами // Лесотехнический журнал. 2014. № 3 (15). Т. 4. С. 220–229.

3. Мяслицин А.В. Композиционные материалы на основе древесных частиц с защитными свойствами от рентгеновского излучения: дис. ... канд. техн. наук / Уральский государственный лесотехнический ун-т. Екатеринбург, 2012. 150 с.

4. Чернышев Д.О. Технология мелкодисперсных композиционных материалов на порошковом связующем: дис. ... канд. техн. наук / Уральский государственный лесотехнический ун-т. Екатеринбург, 2013. 167 с.

УДК 674.419

**И.В. Яцун, А.Г. Гороховский, Ю.И. Ветошкин**

(I.V. Yatsun, A.G. Gorokhovsky, Yu.I. Vetoshkin)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: iryatsun@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ  
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ «ПЛИТОТРЕН» И DS-1**

**THE INFLUENCE OF THE QUANTITY OF MINERAL FILLER  
ON THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES  
OF WOOD PLATES “PLICTRAN” AND DS-1**

*В статье приводятся исследования физико-механических свойств композиционных древесных плит «Плитотрен» и DS-1 в зависимости от количества минерального наполнителя в виде сульфата бария, вводимых в древесно-клеевую композицию. В частности, определены такие параметры, как твердость по Бринеллю, разбухание по толщине и предел прочности при статическом изгибе. По результатам исследований сделаны соответствующие выводы.*

*The article presents the study of physical and mechanical properties of composite wood boards “Plitotren” and DS-1 depending on the amount of mineral filler in the form of barium sulfate introduced into the wood-glue composition. In particular, such parameters as Brinell hardness, thickness swelling and static bending strength are determined. According to the results of the research, the relevant conclusions are drawn.*

Под отходами в производстве подразумевается часть сырья, которая не попадает в конечную основную продукцию предприятия и в процессе производства отходит от основного потока. Отходы, получаемые при изготовлении одних изделий, могут стать сырьем для выработки новой продукции.

Большое количество и номенклатура древесных отходов получается в процессе лесопиления, деревообработки. В современных условиях применяются следующие основные способы использования древесных отходов: без какой-либо обработки или переработки; путем механической переработки; пьезотермическим воздействием на механически подготовленный материал; для химической переработки; для энерго-химического использования [1].

Появление плитных материалов из древесных частиц было вызвано борьбой с нерациональным расходом древесины и стремлением максимально эффективно использовать древесные отходы.

Плиты из древесных частиц (древесно-стружечные плиты) широко применяют в различных отраслях как конструкционный, отделочный и изоляционный материал. Области применения плит из древесных частиц определяются их характерными свойствами, которые зависят количества и размеров древесных частиц, применяемого связующего и наполнителя [2].

На кафедре МОДиПБ УГЛТУ много лет ведется работа над разработкой и исследованием физико-механических и рентгенозащитных свойств композиционных рентгенозащитных древесных материалов, в частности, плит, полученных на основе древесных частиц «Плитотрен» [3] и DS-1 [4].

Плита «Плитотрен» состоит из древесной стружки, связующего на основе карбамидоформальдегидной смолы и наполнителя в виде сульфата бария; плита DS-1 состоит из древесных опилок (фракционный состав – менее 2 мм), порошкового карбамидоформальдегидного клея и наполнителя – сульфата бария.

Целью исследований являлось исследование влияния количества минерального наполнителя (сульфата бария), вводимого в древесно-клеевую композицию, на физико-механические свойства получаемых плитных материалов. Процентное содержание компонентов древесно-клеевой композиции приведено в таблице 1.

Таблица 1

Процентное содержание компонентов древесно-клеевой композиции

№ п/п	Наименование компонентов	Процентное содержание компонентов в опытах				
		1	2	3	4	5
1	Связующее	25	25	25	25	25
2	Древесные частицы	75	65	55	45	35
3	Минеральный наполнитель	0	10	20	30	40
Итого		100	100	100	100	100

Полученные лабораторные образцы (режимы прессования приведены в таблице 2) раскраивались на образцы и испытывались по стандартным методикам [5, 6]. Наименование выходных параметров при проведении эксперимента приведено в таблице 3.

Таблица 2

Режимные параметры прессования плит

Наименование фактора	Показатели для материала	
	«Плитотрен»	DS-1
Температура плит пресса, °С	160 ± 5	
Давление прессования, МПа	1,8	

Окончание табл. 2

Наименование фактора	Показатели для материала	
	«Плитортен»	DS-1
Толщина материала, мм	13 ± 0,1	16 ± 0,1
Влажность стружки, %	6 ± 1	
Время прессования, мин	6 ± 1	7 ± 1
Плотность плиты, кг/м <sup>3</sup>	950	1 100
Технологическая выдержка, ч	24	

Таблица 3

Наименование выходных параметров при проведении эксперимента

№ п/п	Параметр	Кодированное обозначение
1	Твёрдость по Бринеллю, МПа	$\hat{Y}_1$
2	Разбухание по толщине, %	$\hat{Y}_2$
3	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	$\hat{Y}_3$

В таблицах 4–6 приведены экспериментальные данные по определению физико-механических свойств плит «Плитортен» и DS-1.

Таблица 4

Экспериментальные данные по определению влияния количества минерального наполнителя на твердость плиты по Бринеллю

Содержание минерального наполнителя, %	Величина твёрдости по Бринеллю в опытах, МПа					
	1	2	3	4	5	Среднее
Плита «Плитортен»						
0	50,81	55,62	53,77	49,36	55,71	53,05
10	32,72	34,58	45,21	48,42	40,37	40,26
20	48,25	52,45	57,78	44,21	46,42	49,82
30	63,32	68,98	60,54	59,45	62,25	62,91
40	48,89	52,32	45,21	50,58	53,45	50,09
Плита DS-1						
0	65,13	58,45	56,27	60,35	71,49	62,34
10	47,12	43,23	50,51	45,49	46,18	46,5
20	56,78	55,11	59,14	62,72	60,77	58,9
30	75,99	73,48	71,96	75,31	80,43	75,43
40	67,64	58,45	66,12	59,97	60,15	62,47

Таблица 5

Экспериментальные данные по определению влияния количества минерального наполнителя на разбухание по толщине плиты

Содержание минерального наполнителя, %	Величина разбухания по толщине плиты в опытах, %					
	1	2	3	4	5	Среднее
Плита «Плитотрен»						
0	24,81	22,54	21,47	25,84	25,55	24,042
10	18,45	19,54	20,31	18,54	18,01	18,97
20	20,45	21,36	17,45	18,94	17,07	19,054
30	16,48	12,08	14,55	16,84	15,83	15,156
40	12,43	14,54	15,02	11,44	10,85	12,856
Плита DS-1						
0	14,47	25,01	24,42	25,98	21,15	22,2
10	14,69	21,52	19,94	23,61	18,46	19,64
20	15,03	16,77	15,15	17,06	14,83	15,77
30	13,33	7,95	12,77	11,30	8,54	10,78
40	5,51	9,38	17,99	7,29	5,73	9,18

Таблица 6

Экспериментальные данные по определению влияния количества минерального наполнителя на предел прочности при статическом изгибе плиты

Содержание минерального наполнителя, %	Величина предела прочности при статическом изгибе в опытах, МПа					
	1	2	3	4	5	Среднее
Плита «Плитотрен»						
0	31,54	28,48	29,35	32,91	27,09	27,874
10	23,82	21,51	20,43	23,08	20,94	19,956
20	17,47	14,82	16,14	17,37	16,51	16,462
30	15,57	14,33	12,89	13,12	15,47	14,276
40	12,42	10,47	10,78	11,14	13,54	11,67
Плита DS-1						
0	21,09	30,74	26,24	14,41	17,28	21,95
10	13,42	14,00	12,04	10,13	12,79	12,48
20	15,53	14,27	15,91	12,16	14,62	14,5
30	16,97	17,34	13,47	18,82	18,6	17,04
40	10,23	11,14	9,75	11,46	12,55	11,03

В результате обработки данных эксперимента получены следующие зависимости:  
1) для плит «Плитотрен»:

$$\hat{Y}_1 = 47,9 + 0,167x, \quad (1)$$

$$\hat{Y}_2 = 33,17 - 0,35x, \quad (2)$$

$$\hat{Y}_3 = 27,22 - 0,265x; \quad (3)$$

2) для плит DS-1:

$$\hat{Y}_1 = 55,3 + 0,291x, \quad (4)$$

$$\hat{Y}_2 = 22,5 - 0,35x, \quad (5)$$

$$\hat{Y}_3 = 18,86 - 0,173x. \quad (6)$$

На основании полученных уравнений регрессии были построены графические зависимости, приведенные на рисунках 1–3.

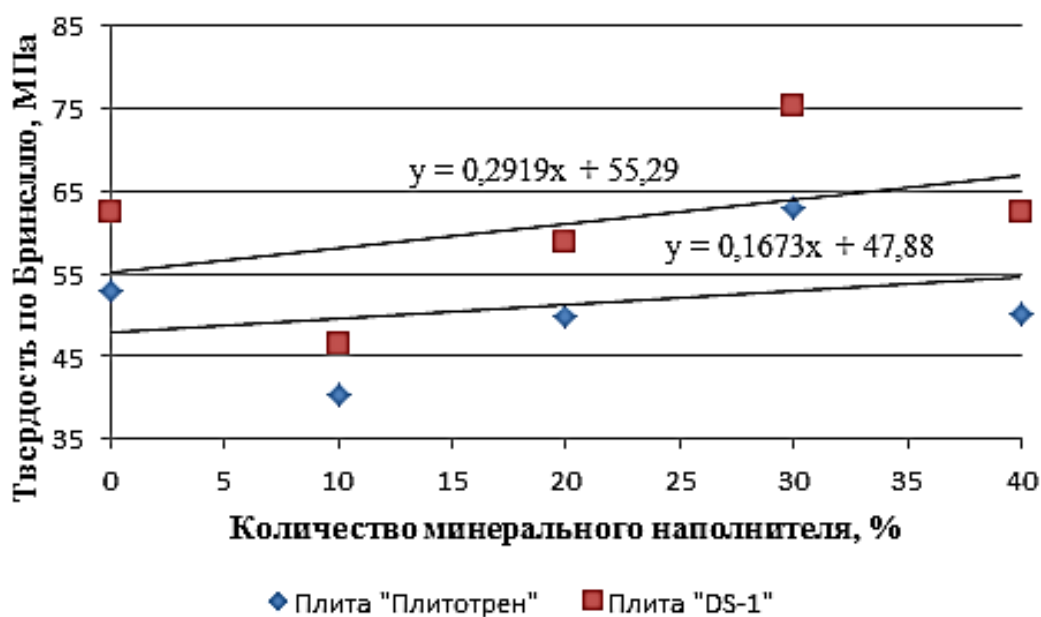


Рис. 1. Зависимость твердости по Бринеллю плит «Плитотрен» и DS-1 от количества минерального наполнителя

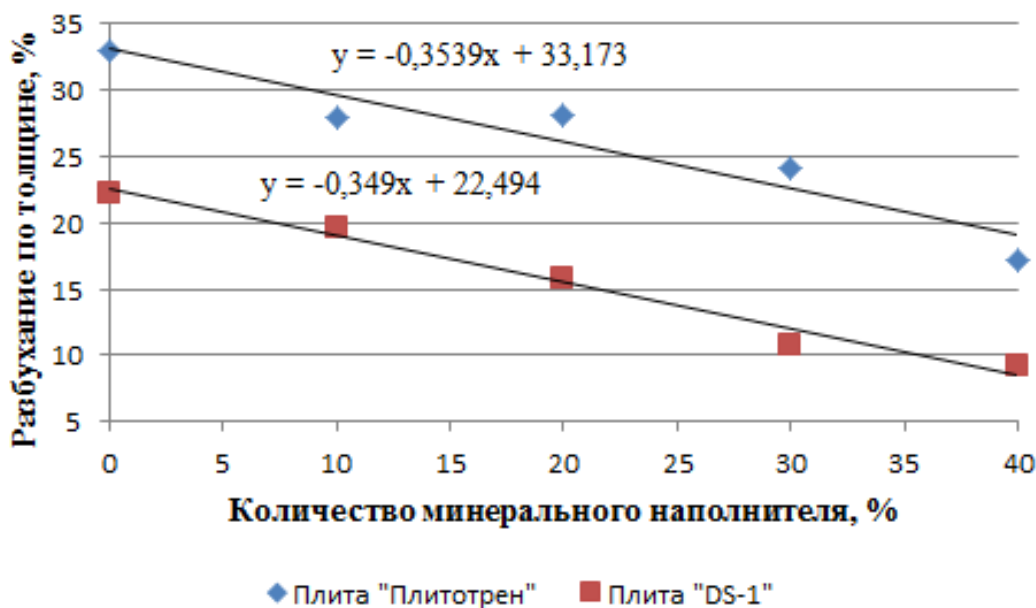


Рис. 2. Зависимость разбухания по толщине плит «Плитотрен» и DS-1 от количества минерального наполнителя

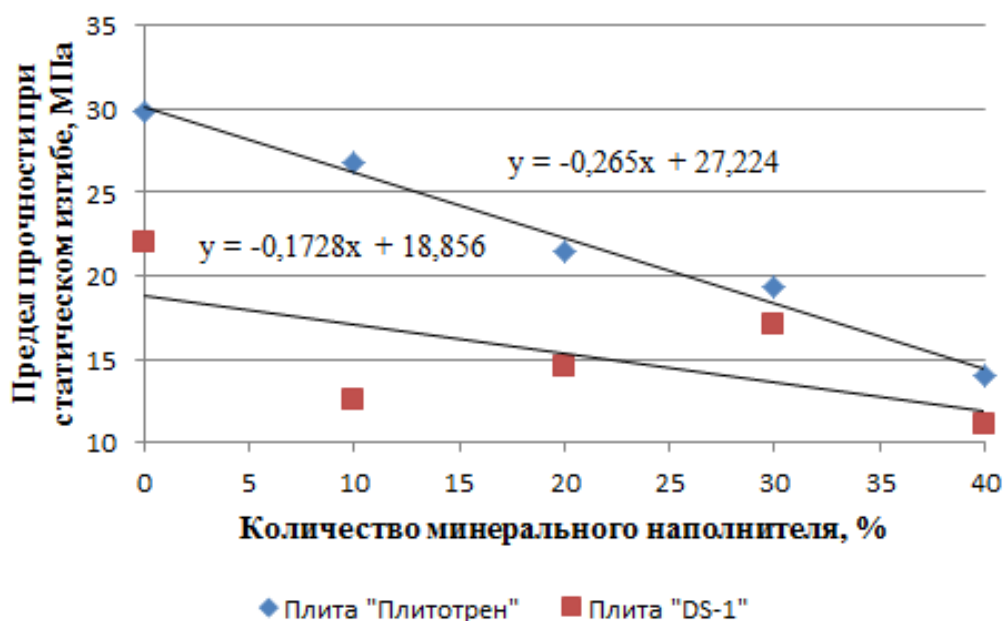


Рис. 3. Зависимость предела прочности при статическом изгибе плит «Плитотрен» и DS-1 от количества минерального наполнителя

Анализируя полученные зависимости, можно заключить следующее:

1. Увеличение содержания минерального наполнителя (сульфата бария) в древесно-клеевой композиции повышает водостойкость плит. Так, повышение содержания минерального наполнителя до 40 % снижает разбухание по толщине по сравнению с его нулевым содержанием в 1,8 раза для плит «Плитотрен» и в 2,4 раза для плит DS-1.

2. Прочностные характеристики плит DS-1 при увеличении содержания минерального наполнителя падают. Например, предел прочности при статическом изгибе существенно уменьшается (более чем в 2 раза), что можно объяснить ухудшением адгезии между расплавленным адгезивом и субстратом за счет присутствия микрочастиц наполнителя.

3. Зависимости твердости по Бринеллю от количества минерального наполнителя в древесно-клеевой композиции установить не удалось, так как большой разброс полученных результатов как по опытам, так и по повторениям одного опыта не позволяет дать однозначного заключения.

### Библиографический список

1. Минин А.Н. Технология пьезопластиков. М.: Лесная промышленность, 1965. 296 с.
2. Романов Н.Т. Технология древесных пластиков и плит. М.: Лесная промышленность, 1965. 500 с.
3. Мялицин А.В. Композиционные материалы на основе древесных частиц с защитными свойствами от рентгеновского излучения: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический ун-т, 2012. 150 с.
4. Чернышев Д.О. Технология мелкодисперсных композиционных материалов на порошковом связующем: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический ун-т. 2013. 167 с.
5. ГОСТ 10634-88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10634-88> (дата обращения: 01.08.2019).

6. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200017696> (дата обращения: 01.08.2019).

## **ДЕРЕВООБРАБОТКА В МАЛОЭТАЖНОМ И ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ**

### **WOODWORKING IN LOW AND INDUSTRIAL HOUSING CONSTRUCTION**

УДК 624.953

**А.М. Газизов, В.В. Овсянников**

(A.M. Gazizov, V.V. Ovsyannikov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: [ashatgaz@mail.ru](mailto:ashatgaz@mail.ru)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЩЕПЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТОВЫХ БЛОКОВ**

#### **EFFICIENCY USE OF WOOD CHIPS FOR THE PRODUCTION CONCRETE BLOCKS**

*Рассмотрены методы использования щепы. Экологии уделяется большое внимание, и в то же время арболит востребован в производстве теплых, легких, качественных и надежных материалов, поэтому разработана технология производства арболитовых блоков на оборудовании СГС. Их высоко ценят за энергосбережение и теплоснабжение, за звукопоглощение. Начаты пробные эксперименты по изучению влияния мраморной крошки на прочностные характеристики арболита.*

*Describes the methods of using chips. Much attention is paid to the environment, and at the same time it is in demand in the production of warm, light, high-quality and reliable materials, so the technology of production of arbolite blocks on the equipment of SGS has been developed. They are highly valued for energy saving and heat supply, for sound absorption. Trial experiments to study the effect of marble chips on the strength characteristics of arbolite have been started.*

На сегодня ООО «КБ Энергомет» занимается распиловкой древесины, пропиткой и профильным производством лесоматериалов (кроме толщины) – 6 мм, производством железнодорожного и трамвайного шпала и др. В месяц получается порядка 800 м<sup>3</sup> щепы. В связи с этим встает вопрос о переработке и использовании щепы.

Сегодня экологии уделяется большое внимание, и в то же время он востребован в производстве теплых, легких, качественных и надежных материалов, поэтому разработана технология производства арболитовых блоков на оборудовании СГС. Арболитовые блоки хорошо известны и широко используются в зарубежных странах. Их высоко ценят за энергосбережение и теплоснабжение, за звукопоглощение.



У арболита в разных странах есть свои названия: в Швейцарии – «дюризол»; в США, Канаде – «вудстоун»; в Чехии – «пилинобетон»; в Японии – «чентери-боад»; в Германии – «дюрипанель»; в Австрии – «велокс».

Оборудование для производства арболитовых блоков включает бетоносмеситель СГС-М245, транспортер ленточный с приемочным бункером, бункер накопитель-дозатор и вибропресс СГС-3 арболит.

Сравнительный анализ блоков арболита показал, что его применение в строительстве экономически обоснованно по сравнению с традиционными строительными материалами и имеет ряд преимуществ:

- относительно небольшие капитальные вложения в строительство квадратного метра конструкции;
- здания, построенные из такого бетона, безопасны для здоровья людей и природной среды;
- сокращаются сроки строительства зданий;
- снижаются эксплуатационные расходы на отопление и вентиляцию.

Расчет удельной стоимости строительства дома из арболита, кирпичей и пеноблоков без учета стоимости фундамента, потолков и кровли показывает, допустим, дом площадью 200 м<sup>2</sup>, высота этажа – 3 м (2-этажного дома). Площадь стен этого дома составит 240 м<sup>2</sup>. Общее количество блоков – 72 м<sup>3</sup>. Кирпичная кладка должна быть не менее 107 м<sup>3</sup>. Кирпич необходимо утеплить, материалы для утепления – 552 руб./м<sup>2</sup>, работы по утеплению – 790 руб. Штукатурка арболита, штукатурка наружных стен, с учетом материалов – 350 руб./м<sup>2</sup>. Как видим, арболит вне конкуренции.

Простые арифметические действия свидетельствуют о том, что использование уникального строительного материала является прямым преимуществом. Необходимо провести дополнительные исследования путем добавления мраморной крошки с целью увеличения огнестойкости и прочности арболита\*.

УДК 614

**И.И. Дудниченко, А.М. Газизов**

(I.I. Dudnichenko, A.M. Gazizov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: dudnichenko7@gmail.com

## **ПРИМЕНЕНИЕ КРЕМНЕЗЕМНЕВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСИНЫ**

### **THE APPLICATION OF KREMNEZEMA FILLER TO IMPROVE THE FIRE RESISTANCE OF WOOD**

*На данный момент придумано достаточное количество пропиток, которые дают древесине необходимую огнестойкость, биостойкость и другие показатели. Рассмотрим огнестойкие пропитки (антипирены), так как понижение горючести древесины является одной из основных проблем деревообрабатывающей промышленности.*

---

\* Газизов А.М., Муратов, Д.Ф., Кишаев А.А. Методы огнезащиты древесины: мат-лы I Международн. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли», посвященной 15-летию кафедры «Пожарная и промышленная безопасность». Уфа: УГНТУ, 2018. С. 303.

*In this case, a sufficient amount of impregnations is given, which give wood exhibiting fire resistance, biostability and other indicators. Consider fire-resistant impregnations (flame retardants), since reducing the combustibility of wood is one of the main problems of the woodworking industry.*

Древесина продолжает занимать лидирующие позиции в строительстве и отделке. Наряду с преимуществами она имеет недостатков, главный из которых – повышенная горючесть [1, 2]. Для улучшения показателей древесины необходимо решить следующие задачи:

1. Понять принцип подготовки пропитки.
2. Узнать, насколько эффективна та или иная пропитка.
3. Экспериментально определить эффективность пропитки.

Для наглядного примера пропиток были сделаны деревянные образцы из сосны размером  $40 \times 40 \times 40$ .

Кремнеземный порошок сначала просеиваем через мелкое сито с ячейкой не более 1 мм, затем смешиваем с водой в соотношении один к одному, получив таким образом известковое тесто. Обыкновенную поваренную соль растворяем в воде в соотношении 1 кг соли на 3 литра воды и на этом соляном растворе замешиваем глину. После этого глиняное и известковое тесто смешиваем между собой, соблюдая пропорцию между количеством извести, глины и соли соответственно 75:15:10. Полученный состав нанесем на заготовку с помощью жесткой кисти два раза. После нанесения первого слоя нужно дать ему просохнуть в течение 12 часов; расход смеси на двухслойное покрытие составляет 1,5 кг на  $1 \text{ м}^2$  (см. рисунок). Цвет высохшей заготовки – светло-коричневый.



Образец кремнеземной глино-солевой суспензии

Для того чтобы провести испытания, воспользуемся установкой под названием «Керамическая труба». Установка предназначена для определения группы трудногорючих материалов и огнезащитных свойств покрытий и пропиточных составов для обработки древесины.

### Библиографический список

1. Газизов А.М., Синегубова Е.С., Кузнецова О.В. Изучение огнестойкости композиционных материалов: мат-лы XIII Международн. евразийск. симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 71.

2. Газизов А.М., Муратов, Д.Ф., Кишаев А.А. Методы огнезащиты древесины: мат-лы I Международн. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли», посвященной 15-летию кафедры «Пожарная и промышленная безопасность». Уфа: УГНТУ, 2018. С. 303.

УДК 674.2

**О.Н. Чернышев, Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев**

(O.N. Chernyshev, Y.I. Vetoshkin, M.V. Gazeev)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: olegch62@mail.ru

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК**

### **THE EQUIPMENT FOR CHILDREN'S PLAYGROUNDS**

*Рассмотрена проблема проектирования и оборудования детских игровых площадок деревянными изделиями для разных возрастных групп детей. Детские игровые комплексы способствуют физическому и умственному развитию детей, а также играют немаловажную роль в их социальной адаптации. Прослеживается направление по художественному оформлению игровых площадок для детей с использованием натурального дерева в стиле древнерусского зодчества.*

*The problem of designing and equipping children's playgrounds with wooden products for different age groups of children is considered. Children's play complexes contribute to the physical and mental development of children, and also play an important role in their social adaptation. There is a direction on the decoration of playgrounds for children using natural wood in the style of old Russian architecture.*

Огромную роль в гармоничном развитии и воспитании детей играют активные занятия на свежем воздухе. Производство детских площадок со специальными игровыми комплексами по дизайнерским проектам сейчас очень актуально и востребовано обществом. Детский игровой комплекс представляет собой специально отведенную территорию для игр, где располагают различное оборудование, которое способствует как физическому, так и умственному развитию детей, а также играет немаловажную роль в их социальной адаптации. Детские игровые конструкции гармонично вписываются в ландшафтный дизайн развития современного города и дополняют его.

В настоящее время четко прослеживается направление по художественному оформлению игровых площадок для детей с использованием натурального дерева в стиле древнерусского зодчества. Данное направление создает возможность развивать детскую фантазию, воспитывать у детей чувство прекрасного и различать границы добра и зла, используя героев сказочного мира.

Игровые площадки для детей, выполненные из натурального дерева на порядок выше комплексов, сделанных из металлоконструкций и пластика. Основные преимущества очевидны: природная близость к человеку и экологичность. Игровое оборудование из дерева великолепно вписывается в современный окружающий ландшафт, дополняя его недостающими природными элементами [1, 2].

В оборудование площадок входят такие элементы как лабиринт (устройство по ориентации и координации движения), разные игровые двигающиеся элементы для развития силы и ловкости, специально оборудованные места – песочницы для работы с

песком, веранды и зонты для игр во время солнечных дней, а также площадки для свободной деятельности.

Для украшения детских площадок используют всевозможные монументальные декоративные скульптуры.

Более приемлемо на игровом участке использование анималистики. Данные скульптуры, выполненные из дерева, органично вписываются в окружающий ландшафт и создают сказочную атмосферу (рис. 1).

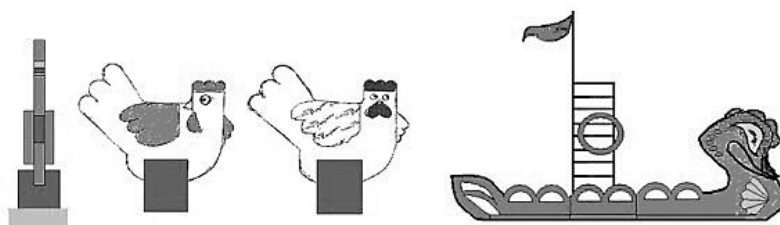


Рис. 1. Скульптуры животных (анималистика)

Деревянные скульптуры замечательно смотрятся на фоне посадок кустарников, красиво оформленных клумб и декоративных стенок, низкого игрового оборудования.

При обустройстве игровой зоны должны учитывать аспекты игры на детской площадке, и выбирать, размещать элементы нужно в соответствии с возрастом и возможностями ребенка [1]. Качели, горка, лестница, карусель – самые востребованные предметы, которые интересны детям (рис. 2).

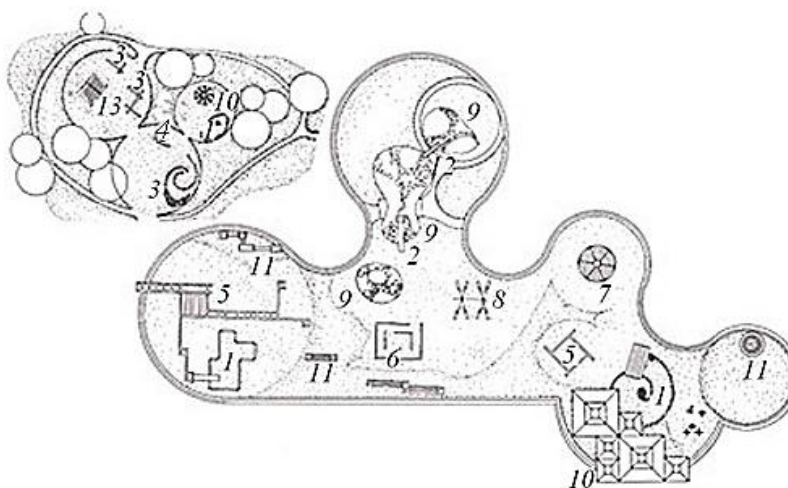


Рис. 2. Варианты обустройства детских игровых площадок:

- 1 – песочницы; 2 – горка; 3 – бум-балансир;
- 4 – балансир; 5 – гимнастический комплекс; 6 – лабиринт; 7 – карусель;
- 8 – качалка; 9 – искусственный рельеф; 10 – тентовый навес; 11 – скамейки;
- 12 – велодорожка; 13 – домик

Каждое изделие может иметь свой цветовой образ и колорит, но важно и то, чтобы все элементы оборудования были выполнены из однородных материалов и были едины как по форме, так и по окраске.

Все площадки для игры должны подразделяться на определенные зоны, согласно возрастным группам участников – до 3 лет, с 3 до 6 лет, с 7 до 14 лет. Согласно этому и подбирается различное оборудование для обустройства детской площадки (рис. 3).



Рис. 3. Оборудование детских площадок по возрастам

Детские площадки должны оборудоваться так, чтобы их можно было использовать в любое время года.

При планировании детской площадки необходимо учитывать особенности ландшафта, расположение подземных коммуникаций, направление солнечных лучей в течение дня, наличие зон безопасности каждого отдельного игрового компонента площадки, а также направление движения детей во время игры и наличие возрастных зон. Площадки обязательно должны иметь ограждение от близко проходящего транспорта, пешеходных дорожек, выгула собак.

При создании детских игровых площадок важно учитывать и то, что использоваться они должны в любое время года, независимо от погодных условий. Также при их планировании необходимо во внимание брать наличие зонирования по возрастным группам и зон безопасности каждого компонента площадки.

Также важно принимать во внимание и то, что младшие дети, согласно их возрастному развитию, очень слабо воспринимают чувство опасности и имеют недостаточно развитую координацию движения. В связи с этим продуманный и грамотно спроектированный дизайн игрового пространства поможет обезопасить играющих детей разных возрастных групп.

Создавая детские игровые площадки, необходимо верно располагать различные приспособления и элементы, учитывать узловые соединения деталей в вопросе их безопасности, учитывать экономичность и рациональность употребления используемого материала.

Безопасная конструкция и дизайн оборудования игровой площадки должны стать объектом пристального внимания лиц, ответственных за строительство, содержание и эксплуатацию игровых площадок, а также организаций, занимающихся разработкой нормативной документации, контролирующих органов государственной, региональной и местной власти.

Сказочных героев, различную деревянную технику, статуи животных лучше располагать на ровной поверхности. На площадках ставятся домики, шатры из экологически чистых строительных материалов (рис. 4).

При проектировании, изготовлении и установке оборудования на детских игровых площадках необходимо учитывать требования стандартов по безопасности согласно ГОСТам [3–9].

Вопросы по содержанию и эксплуатации детских площадок отражены в ГОСТе [8], который рекомендует проводить регулярный визуальный и функциональный осмотр оборудования детского игрового комплекса один раз в три

месяца, а основной осмотр – с периодичностью в 12 месяцев с целью оценки соответствия технического состояния оборудования требованиям безопасности.



Рис. 4. Деревянные конструкции для игровых площадок

Правильно выполненная сборка, установка игрового и спортивного оборудования, а затем постоянный осмотр и ремонт обеспечат длительную, а самое главное, безопасную для детей эксплуатацию детских площадок.

## Библиографический список

1. Ветошкин Ю.И., Старцев В.М., Задимидько В.Т. Деревянные искусства: учебн. пособие [для подготовки бакалавров и магистров направлений 250300, 250400, а также инженеров специальности 250403] / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 250 с.
2. Газеев М.В., Ветошкин Ю.И. Функциональное благоустройство территории в зоне рекреационной деятельности // Леса России и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ. 2015. Вып. 3 (54). С. 45–53.
3. ГОСТ Р 52167-2012. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний качелей. Общие требования. Введ. 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2013. 16 с.
4. ГОСТ Р 52168-2012. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний горок. Общие требования. Введ. 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2013. 12 с.
5. ГОСТ Р 52169-2012. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний. Общие требования. Введ. 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 42 с.
6. ГОСТ Р 52299-2013. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний качалок. Общие требования. Введ. 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
7. ГОСТ Р 52300-2013. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний каруселей. Общие требования. Введ. 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
8. ГОСТ Р 52301-2013. Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность при эксплуатации. Общие требования. Введ. 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
9. ГОСТ Р ЕН 1177-2013. Покрытия игровых площадок ударопоглощающие. Определение критической высоты падения. 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

УДК 674.2.023-41:747.023.1

**О.Н. Чернышев, М.В. Газеев, Д.В. Шейкман**  
(O.N. Chernyshev, M.V. Gazeev, D.V. Cheikman)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: olegch62@mail.ru

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ ТОРЦОВЫХ СРЕЗОВ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

### **USE OF WOODEN END SECTIONS FOR DECORATION OF PREMISES**

*Рассмотрен вопрос использования торцовых срезов натурального дерева в дизайне городского и загородного интерьеров. Декорирование стен, потолков, столешниц и разных аксессуаров торцовыми срезами дерева создает комфорт и придает помещению необычный шарм. Предложена технология изготовления торцовых срезов и ряд конструктивных дизайнерских решений в их применении.*

*The question of the use of end sections of a natural tree in the design of urban and suburban interiors is considered. Decorating walls, ceilings, countertops and various accessories with end cuts of wood creates comfort and gives the room an unusual charm. The technology of manufacturing end slices and a number of constructive design solutions in their application are proposed.*

Древесина – один из самых традиционных, экологических, привлекательных и популярных материалов для строительства. И несмотря на то, что в настоящее время большинство домов строится из металлоконструкций, бетона, различных блоков, кирпича и стекла, все же дерево широко используется во внутренней отделке помещений и всегда является актуальным дизайнерским трендом. Устав от громкой городской суеты, люди стараются дома окружить себя натуральными экологически чистыми и теплыми материалами. Использование натурального дерева для создания интерьера всегда модно, и сегодня без использования дерева не представляется ни один интерьер, какого бы стиля он ни был [1].

На сегодняшний день существует бесконечно много различных оригинальных идей и вариантов по использованию натурального дерева в домашнем интерьере. В первую очередь это деревянные полы, потолки с использованием деревянных балок, стеновые панели, окна, двери, лестницы, различная мебель, а также всевозможные декоративные элементы, украшающие современные интерьеры.

Благодаря профессиональной дизайнерской работе сочетание даже устаревшего дерева с изящными светильниками и модной мебелью не вызовет недопонимания и дискомфорта для зрительного восприятия.

Использование «натурального» интерьера завораживает и привлекает возможностью сочетать пользу со стилем, неординарностью и роскошью. Этот действительно необычный природный материал дает возможность профессиональным дизайнерам создавать уникальные решения в стиле деревянного хай-тека.

Доступность материала, простота обработки дает возможность чаще экспериментировать и менять настроение в домашнем интерьере. Дерево можно и нужно использовать в различных качествах, так как его красота, экологичность и комфортность полностью соответствует современным модным тенденциям. Экостиль в последнее время привлекает все больше людей, тех, кто любит использовать в своем дизайне все натуральное и необычное.

Неожиданно и очень стильно в домашнем интерьере смотрятся изделия, выполненные из торцовых срезов «живого» дерева. Тщательно обработанные и отшлифованные лакированные круглые торцовые срезы выглядят просто замечательно, не вызывают дискомфорта для зрительного восприятия, а придают помещению свой необычный шарм.

Шедевры ручной работы, выполненные из торцовых срезов натурального дерева, создают контраст в интерьере и освежают его своей «изюминкой». Очень стильно смотрится стена из торцовых срезов дерева в сочетании с другими элементами декора помещений (рис. 1).



Рис. 1. Дизайн интерьера с использованием декорирования стены деревянными торцовыми срезами

Поперечное сечение ствольной части дерева на плоские пластины различной толщины называется торцовым срезом. Каждая пластина торцового среза имеет свой неповторимый рисунок, состоящий из годичных колец, которые определяют возраст дерева.

Круглые торцовые срезы по своим рисункам очень своеобразны и уникально красивы, а готовая отделка из них выглядит очень стильно и привлекательно (рис. 2).



Рис. 2. Деревянные торцовые срезы

Декорирование интерьера древесными торцовыми срезами имеет ряд преимуществ. Во-первых, это долговечность. Правильно обработанная древесина будет полностью защищена от влаги и различных механических повреждений, что продлит срок ее службы и поможет сэкономить на частых ремонтах. Во-вторых, это теплоизоляция. Натуральная древесина имеет способность удерживать тепло, поддерживать температуру помещения, принося положительный эффект для квартиры,



имеющей холодную бетонную стену или ледяной пол. В-третьих, это уникальность. Отделка стены или пола натуральными торцовыми срезами – это неповторяемая композиция элементов, создающая неповторимый уникальный рисунок.

Любое помещение должно быть светлым, просторным и уютным, поэтому декорируя помещение натуральными торцовыми срезами акцент следует сделать только на одну грань комнаты или часть стены, не стараясь нарушить световую гамму помещения.

Выложить «древесный пазл», как один из элементов стены или пола, своими руками вполне возможно, но для этого нужно иметь очень большое желание и терпение, необходимо учитывать сложность и трудоемкость данного процесса.

В зимний период деревья и кустарники находятся в состоянии покоя, наблюдается значительное понижение температурного режима, отсутствие достаточного питания и торможение всех жизненных процессов. Именно в этот зимний период и необходимо проводить заготовку сырья для будущих торцовых срезов, так как содержание влаги в древесине даст растрескивание при сушке.

Из распиленных бревен делаются метровые чурки, торцевые части обязательно обрабатывают специальным консервирующим составом (антипиреном или антисептиком) и складывают на срок около 4 месяцев для последующего контроля динамики регулирования влажности. Один раз в месяц проводится взвешивание и определение потери влаги [2].

После данной процедуры чурки торцуются на более короткие заготовки, толщина заготовки на 3 см должна быть больше чем сам торцовый срез. Торцевые части заготовок снова обрабатываются специальным составом антипиреном или антисептиком и складываются в проветриваемые ящики с крупными сухими опилками еще на 2 месяца для их дальнейшего высыхания. На данном этапе работы снова идет диагностика уровня влажности.

При наступлении летнего периода заготовки забирают на фрезерование. Снимая по 1 см с каждой стороны, обрабатывают торцевые части специальным составом и снова складывают в ящики с крупными сухими опилками на срок до 4 месяцев до полной стабилизации веса заготовки.

В осенний период с заготовок аккуратно снимают кору, шлифуют боковые стороны и пласти торцовых срезов. Для данного вида работы используют ленточную шлифовальную машину (2 вида шкурки поочередно – с зерном 40 и 80), эксцентриковую шлифовальную машину (3 вида шкурки поочередно – с зерном 120, 180 и 240), в процессе чего заготовка проходит двухсторонне шлифование. Все заготовки снова обрабатывают специальным консервирующим составом и складывают на срок около 10 дней. Заключительный этап обработки торцевых частей заготовки проходит на эксцентриковой шлифовальной машинке (шкурка с зерном 320).

Для работы следует выбирать торцовые срезы бревен определенных пород дерева, диапазона сечений и использовать только толстые торцовые срезы для того, чтобы не образовывались при выкладке окружностей большие пустоты.

При укладке торцовых срезов на пол необходимо использовать чурки твердых пород, так как пол подвергается различной нагрузке. Необходимо зафиксировать все части на специально приготовленный раствор (лучше на основе цемента). Использование обычного клея себя не оправдывает, так как наблюдается постепенное отслоение от пола.

Перед укладыванием данных «древесных пазлов» необходимо провести работу по выравниванию поверхности. На вертикальную поверхность, т. е. стену, выбор толщины каждого элемента не будет сильно влиять, а вот на пол – да. После сортировки всех торцовых срезов под общую толщину необходимо их уложить на поверхность и после

этого заняться шлифованием. Данный этап работы занимает немало времени, так как трудно добиться ровной поверхности.

Завершается работа покрытием поверхности лаком в очень чистом помещении, чтобы избежать попадания частиц пыли в лаковый слой. В течение 3-х суток лак высыхает. Данная процедура необходима, так как лак выполняет функцию защиты от вредителей и внешнего воздействия (рис. 3).



Рис. 3. Декорирование пола деревянными торцовыми срезами

Для оформления стен круглыми торцовыми срезами в центре высверливается сквозное или несквозное отверстие для его крепления. Процесс оформления деревянными торцовыми срезами стены или другой какой-либо наклонной поверхности не трудоемок: просто необходимо собрать «древесные пазлы», уложить их и закрепить.

При частичной выкладке стен сначала необходимо обозначить контур отделки, потом зафиксировать торцовые срезы, оставляя между ними небольшие промежутки, учитывая разбухание древесины при изменении влажности в помещении. Для более прочной фиксации необходимо подобрать качественный клей и максимально чисто очистить поверхность от мелких частиц пыли. Для эстетичности стену из торцовых срезов сначала необходимо обработать морилкой, а затем покрыть лаком или покрасить в необходимый цвет согласно дизайну помещения (рис. 4).

Специальных знаний и навыков не требуется, главное – соблюдать правила выбора, подгонки торцовых срезов дерева и правильность их обработки.

Удивить своих гостей можно и всевозможными дизайнерскими решениями, сделанных из круглых спилов – для благоустройства самого интерьера. Используя разную толщину и диаметр торцового среза, можно изготовить различные аксессуары, настенные панно-картины, часы, зеркала в красивой оправе, различные кухонные принадлежности и элементы мебели – столешницы, стулья, лестницы и т. п.

При создании любого изделия из древесных торцовых срезов можно полагаться на свой вкус и желания. Вариантов создания изделия много. Это использование кругов как приблизительно одного размера, так и маленьких и больших одновременно.

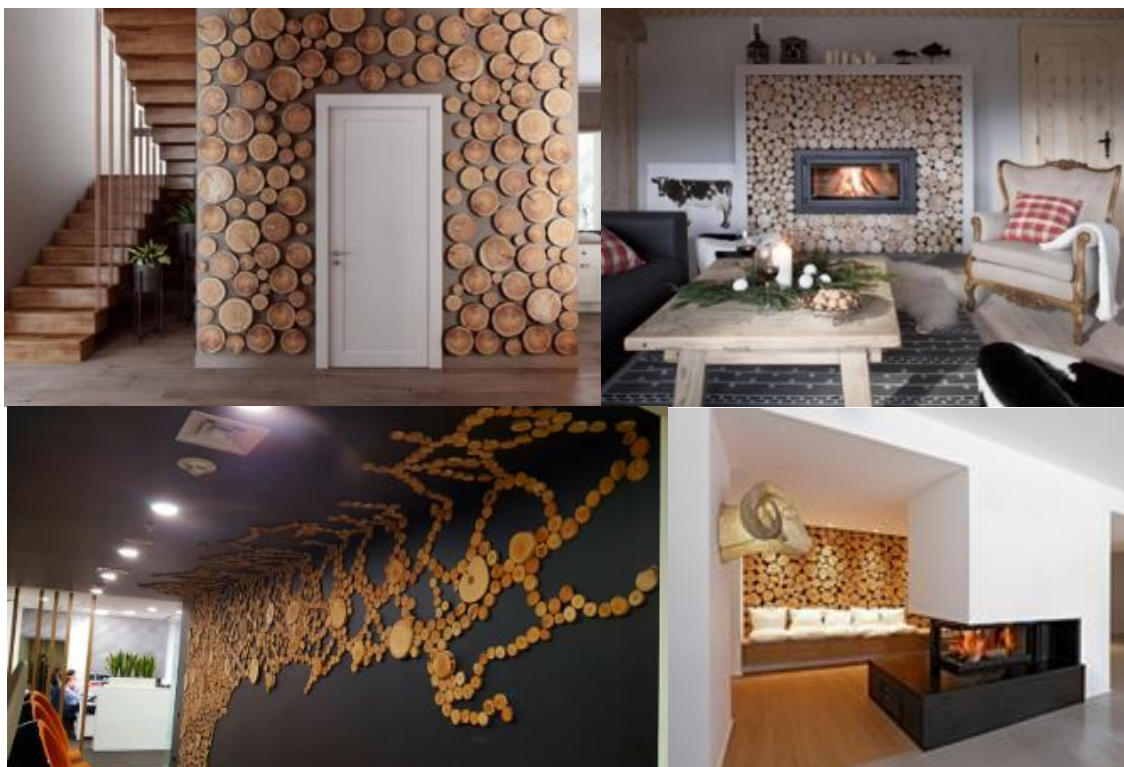


Рис. 4. Дизайн интерьеров деревянными торцовыми срезами

Для создания уникальной в своем роде настенной панно-картины можно использовать заготовки торцовых срезов разных оттенков, размеров и фактур. Для этого достаточно создать свой эскиз будущей картины. Красиво смотрится панно из неочищенного материала с незначительными дефектами в виде сучков и трещин.

В данном случае потребуется обработка торцовых срезов только со стороны основания, на которое картина будет крепиться. Существует много различных вариантов оформления декоративных панно. Обычно картина или панно красиво смотрится в рамке, багете; можно обрамить изделие и заранее заготовленной корой дерева или корягой необычной формы. Уральские мастера постоянно придумывают интересные варианты сочетаний дерева с другими природными материалами, например, используют каменную крошку из самоцветов, создавая интересные пейзажи и композиции (рис. 5).

Торцовые срезы возможно использовать для изготовления различных столешниц (на кухне, в гостиной), журнальных столиков. Если на торцовых срезах имеются незначительные трещины, то их можно залить эпоксидной смолой прозрачной или тонированной. Для изготовления ножек для стола можно использовать замысловатой формы коряги или ветви дерева, закрепив их на нижней стороне столешницы (рис. 6).

Из торцовых срезов дерева можно смастерить много разных кухонных аксессуаров – подставки под горячее, разделочные доски, кухонный фартук (обработав защищающими от пожара антипиренами), различные полочки и украшение цветочных горшков (рис. 7).

В стиле эко красиво и стильно смотрятся часы, сделанные на торцовом срезе дерева, заранее подготовленного для этой работы. Все необходимые часовые детали свободно продаются в строительных магазинах. Для создания данного шедевра необходимо просверлить отверстие в том месте, где хочется поместить циферблат со стрелками, закрепив с лицевой стороны стрелки, а с обратной стороны – сам часовой механизм.





Рис. 5. Настенные картины-панно



Рис. 6. Декорирование столешницы торцовыми срезами дерева



Рис. 7. Различные интерьерные аксессуары

Необычно смотрится в интерьере часы, у которых окружность представлена неровной формой, да еще и с корой на поверхности. Для этого необходимо заранее закрепить кору, так как она имеет способность рассыхаться и портиться с течением времени. Красота данного изделия как раз в том, что деревянный «блин» выглядит естественно и очень даже эстетично (рис. 8).



Рис. 8. Процесс изготовления часов на торцовом срезе дерева

В каждом доме имеется важный для каждого человека атрибут – зеркало. Но когда зеркало декорировано натуральными торцовыми срезами, то ценность его и эстетичность повышаются в несколько раз.

Для изготовления уникального зеркала необходимо его положить на фанеру и обвести по контуру на 9 см больше имеющегося диаметра, вырезать лобзиком круглое основание. При помощи жидких гвоздей нужно прикрепить зеркало к выпиленной основе из фанеры. Из подготовленных ранее небольших по диаметру высушенных веток следует напилить одинаковые по толщине торцовые срезы и оклеить ими фанеру по всей окружности зеркала на столярный клей. Для более эффектного восприятия можно использовать торцовые срезы разных диаметров. После полного высыхания клея все торцовые срезы необходимо покрыть лаком (рис. 9).



Рис. 9. Декорирование зеркала торцовыми срезами дерева

Как показывает практика, при большом желании любой интерьер, как загородный, так и городской, вполне реально дополнить элементами дерева. Именно дерево придаст любимому дому особую атмосферу комфорта и уюта. А созданные собственными руками элементы декора дают безграничные возможности для воплощения изысканности и теплоты природного богатства.

### **Библиографический список**

1. Чернышев О.Н., Ветошкин Ю.И., Чернышев Д.О. Набор мебели для сауны в стиле «КАНТРИ» // Дизайн и производство мебели. СПб: Ноосфера СПб. 2008. № 3. С. 16–17.

2. Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е. Качество сушки пиломатериалов: учеб. пособие; Федерал. агентство по образованию, Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 127 с.

## **ПРОГРЕССИВНОЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

### **PROGRESSIVE WOODWORKING EQUIPMENT AND TOOL**

УДК 676.024.61

**С.Н. Вихарев, М.Д. Григорьев**

(S.N. Viharev, M.D. Grigor'ev)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: cbr200558@mail.ru

### **СЕГМЕНТНАЯ НАБОРНАЯ ГАРНИТУРА НОЖЕВЫХ РАЗМАЛЫВАЮЩИХ МАШИН**

#### **SEGMENT TYPE-SETTING PLATE OF THE REFINERS**

*Самым ненадежным элементом ножевых размалывающих машин является гарнитура. Предложена новая конструкция наборной гарнитуры, которая отличается от аналогов простотой и надежной конструкцией, удобством монтажа и демонтажа ножей. Такая конструкция сегмента позволяет создавать любой рисунок ножей гарнитуры. Элементы конструкции гарнитуры изготовлены из неметаллических износостойких материалов.*

*The most unreliable element of the refiners is the plate. The new design of a type-setting plate which differs from analogs in simplicity and a reliable design, convenience of installation and dismantling of knives is offered. Also such design of a segment allows to create any drawing of knives of plate. Elements of a design of plate are made of nonmetallic wear proof materials.*

Ножевые размалывающие машины – основное технологическое оборудование для размола волокнистых полуфабрикатов. Самым ненадежным элементом мельницы является гарнитура [1]. Надежность гарнитуры зависит от следующих факторов: вида,

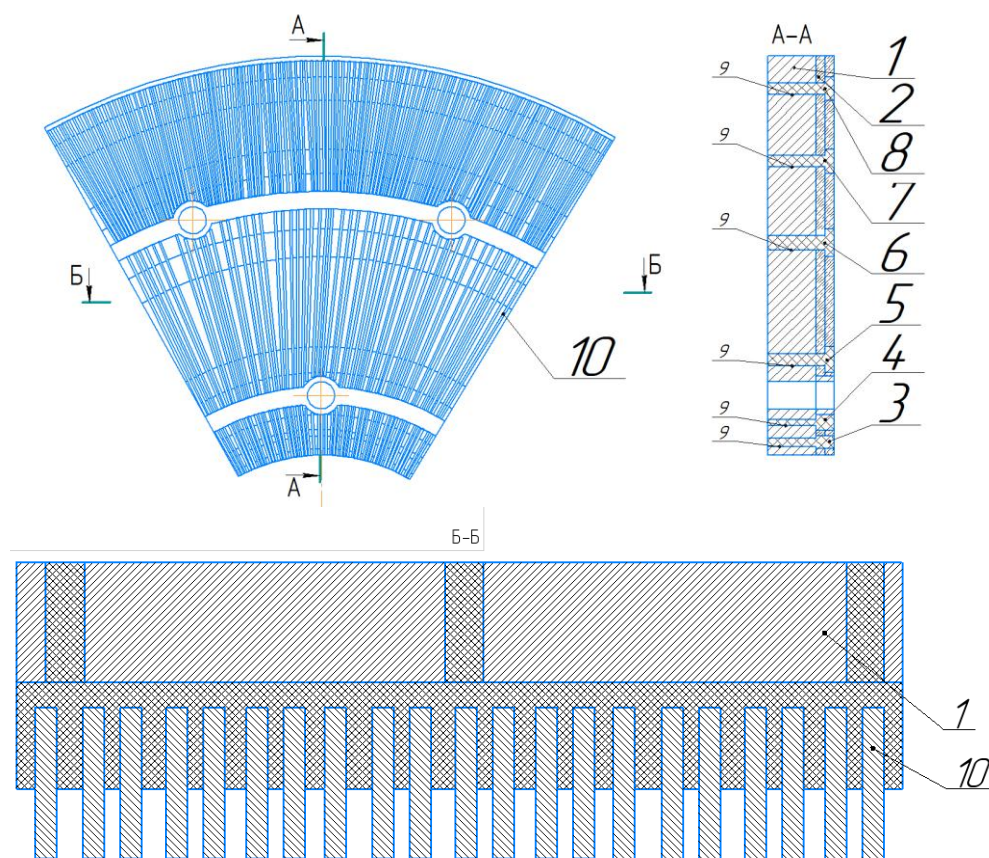


концентрации и степени очистки размалываемого полуфабриката, условий эксплуатации и технического состояния машины. В настоящее время, как правило, используется неремонтируемая гарнитура. Масса новой и изношенной гарнитуры отличается не более чем на 10 % [2].

Для повышения надежности гарнитуры предложены конструкции наборной гарнитуры [1–4]. В этих конструкциях заменяются только изношенные ножи, а само основание гарнитуры (матрица) не заменяется. Такая конструкция позволяет производить ремонт гарнитуры (замену ножей) силами сотрудников предприятия, на котором используются размалывающие машины, что позволяет значительно сократить финансовые затраты на транспортировку. Также благодаря данному способу предприятие, эксплуатирующее размалывающее оборудование, исключает потребность в услугах предприятия-изготовителя гарнитуры.

Существует несколько конструкций наборной гарнитуры дисковых мельниц [3, 4]. Основной их недостаток – сложность конструкции и низкая надежность крепления ножей. Одной из самых перспективных конструкций в плане надежности и ремонтпригодности является сегментная наборная гарнитура.

Цель статьи – разработка конструкции сегмента наборной гарнитуры. На рисунке изображен сегмент наборной гарнитуры дисковой мельницы. Сегмент наборной гарнитуры состоит из матрицы 1, в которой закреплены при помощи соединений с натягом 9 межножевые планки 3, 4, 5, 6, 7 и 8. Между этими планками и матрицей 1 находится демпфирующий элемент 2. На межножевые планки 3, 4, 5, 6, 7, 8 устанавливаются ножи 10, которые крепятся к ним с помощью соединений с натягом.



Сегмент наборной гарнитуры:

1 – матрица; 2 – демпфирующий элемент; 3, 4, 5, 6, 7, 8 – межножевые планки;  
9 – соединение с натягом; 10 – ножи

Гарнитура подготавливается к работе следующим образом: в матрицу 1 устанавливаются демпфирующий элемент 2 и межножевые планки 3, 4, 5, 6, 7 и 8 при помощи соединений с натягом 9. Затем в межножевые планки набираются ножи 10. Все собранные сегменты гарнитуры закрепляются на роторном и статорном дисках, после чего мельница готова к эксплуатации. Разборка гарнитуры производится в обратной последовательности. Предложенная конструкция наборной гарнитуры отличается от аналогов простотой конструкции, удобством монтажа и демонтажа ножей.

Демпфирующий элемент в конструкции сегмента наборной гарнитуры снижает динамические нагрузки, возникающие при размоле. Так повышается надежность гарнитуры и элементов конструкции мельницы – статорного и роторного узлов.

Межножевые планки и ножи могут быть изготовлены из неметаллических износостойких материалов. Коэффициент продольной упругости таких материалов гораздо меньше чем у металлов. Тем самым обеспечивается меньший «режущий» эффект ножей гарнитуры. При этом сохраняется первоначальная длина древесных волокон, и механические свойства готовой продукции возрастают.

Сравнение технического решения конструкции сегмента наборной гарнитуры с прототипом отличается простотой и надежностью крепления ножей. Также при такой конструкции сегмента возможно создание любого рисунка ножей гарнитуры.

В статье предлагается новая конструкция сегмента наборной гарнитуры ножевых размалывающих машин. Предлагаемая гарнитура имеет простую и надежную конструкцию крепления ножей.

## Библиографический список

1. Вихарев С.Н. Надежность гарнитуры ножевых размалывающих машин. Деревообработка: технологии, оборудование менеджмент XXI века: труды XIII Международн. евразийск. симпозиума. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 151–155.
2. Вихарев С.Н. Виброзащита ножевых размалывающих машин. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 147 с.
3. Гарнитура дисковой мельницы: пат. 76648 Рос. Федерация № 2008116181/22 МПК7 D 21 D 1/30 / С.Н. Вихарев, А.В. Кулакова; заявл. 24.04.2008; опубл. 27.09.2008.
4. Гарнитура дисковых мельниц: пат. 58125 Рос. Федерация № 2006116905/22 МПК7 D 21 D 1/30 / С.Н. Вихарев, С.А. Душинина, Н.С. Янковская; заявл. 16.05.2006; опубл. 10.11.2006.

УДК 676.024.61

**С.Н. Вихарев, М.Г. Зинатов**  
(S.N. Viharev, M.G. Zinатов)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: cbp200558@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛА ДЕБОРЫ ВОЛОКНИСТОЙ ПРОСЛОЙКИ ПРИ РАЗМОЛЕ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

## RESEARCH OF NUMBER OF DEBORAH OF THE FIBROUS LAYER AT REFINING OF FIBROUS SEMI-FINISHED PRODUCTS

*В теории контактного взаимодействия ножей показана зависимость результатов размола от числа Деборы волокнистой прослойки. В статье показано,*



что число Деборы волокнистой прослойки при размоле возрастает с увеличением частоты вращения ротора и уменьшением угла перекрещивания ножей. Число Деборы уменьшается при увеличении ширины площадки контакта ножей и нормальной нагрузки, действующей на нож гарнитуры.

*The dependence of results of grind on Deborah's number of a fibrous layer is shown in the theory of contact interaction of knives. In article it is shown that Deborah's number of fibrous layer at grind increases with increase in frequency of rotation of rotor and reduction of an angle of crossing of knives. Deborah's number decreases at increase in width of the platform of contact of knives and the normal loading operating on a plate knife.*

В настоящее время существует две теории размола волокнистых полуфабрикатов. Первая теория – теория гидродинамического взаимодействия на волокно, вторая – теория силового воздействия на волокно [1, 2]. Для описания силового воздействия на волокно предложена теория контактного взаимодействия ножей гарнитуры [3, 4]. В этой теории показана зависимость результатов размола от числа Деборы волокнистой прослойки.

Цель статьи – исследование числа Деборы для волокнистой прослойки при размоле волокнистых полуфабрикатов.

Число Деборы волокнистой прослойки можно определить как

$$\xi = T_{\zeta} V / a_n, \quad (1)$$

где  $T_{\zeta}$  – время релаксации волокнистой прослойки;

$V$  – скорость скольжения ножей ротора по ножам статора;

$a_n$  – ширина площадки контакта ножей ротора и статора.

Число Деборы прямо пропорционально скорости скольжения ножей ротора по ножам статора. Возникает эффект «всплытия» ножей при больших скоростях скольжения, характерный для вязкоупругих материалов. При малых скоростях скольжения ( $V \rightarrow 0$ ,  $\xi \rightarrow 0$ ) внедрение каждого ножа одинаково при большой и малой плотности контакта ротора и статора. Это объясняется тем, что волокнистая прослойка успевает полностью восстановиться в межножевой канавке. При увеличении скорости скольжения сказывается плотность контакта ножей. При увеличении шага ножей гарнитуры межножевой зазор при одной и той же нагрузке уменьшается [5].

Ширина площадки контакта ножей гарнитуры определяется по формуле (2) [4]:

$$a_n = \sqrt[3]{\frac{3Pb}{4E^*}}, \quad (2)$$

где  $P$  – нормальная нагрузка, действующая на нож;

$b$  – ширина ножа гарнитуры;

$E^* = E_L / (1 - \nu^2)$ , где  $E_L$  – длительный модуль упругости волокнистого материала,  $\nu$  – коэффициент Пуассона.

Ширина площадки контакта ножей  $a_n$  зависит от свойств волокнистых полуфабрикатов и приложенной нагрузки  $P$ . Максимальная ширина площадки ножей  $a_{n \max} = b / \cos \beta$ , где  $\beta$  – угол перекрещивания ножей ротора и статора. При размоле щепы и массы высокой концентрации ширина площадки контакта может превышать максимальную за счет забивания межножевых каналов гарнитуры [5].

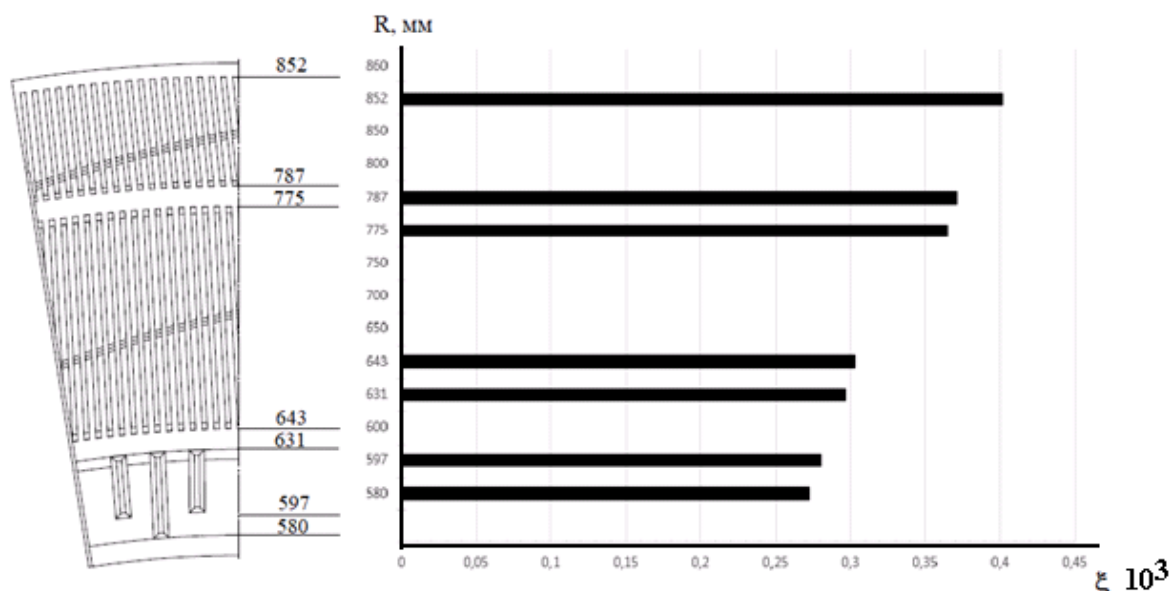
Скорость скольжения ножей ротора по ножам статора [6]:

$$V = [(V_N)^2 + (V_t)^2]^{1/2} = \{ [\omega R (1 - \sin^2 \alpha)]^{1/2} / \sin \beta \}^2 + \{ [\omega R \cos(\beta - \alpha)] / \sin \beta \}^2)^{1/2}, \quad (3)$$

где  $V_N$ ,  $V_t$  – нормальная и тангенциальная составляющие скорости скольжения ножей;  
 $\omega$  – угловая частота вращения ротора;  
 $R$  – наружный радиус гарнитуры;  
 $\alpha$  – угол наклона ножей к радиусу;

Время релаксации древесных волокнистых материалов составляет от  $2,8 \cdot 10^{-4}$  секунд у целлюлозы низкой концентрации до десятков секунд у древесины [7]. При размоле в ножевых размалывающих машинах время воздействия ножей сопоставимо со временем релаксации волокнистых полуфабрикатов. При исследовании процесса размола и разработке конструкций гарнитуры это необходимо учитывать.

Число Деборы в зависимости от радиуса гарнитуры при размоле щепы ( $V = 100$  м/с,  $a_n = 2 \cdot 10^{-3}$  м) представлено на рисунке.



Число Деборы волокнистой прослойки в зависимости от радиуса гарнитуры

Анализируя формулы (1–3), можно сделать вывод, что число Деборы волокнистой прослойки при размоле возрастает с увеличением частоты вращения ротора и уменьшением угла перекрещивания ножей. Число Деборы уменьшается при увеличении ширины площадки контакта ножей и нормальной нагрузки, действующей на нож гарнитуры.

### Библиографический список

1. Легоцкий С.С., Гончаров В.И. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. М.: Лесная промышленность, 1990. 224 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Лесная промышленность, 2006. 696 с.
3. Вихарев С.Н. Контактное взаимодействие гарнитуры мельниц с волокнистым полуфабрикатом // Лесной журнал. 2013. № 3. С. 133–138.

4. Вихарев С.Н., Алашкевич Ю.Д., Сиваков В.П. Исследование размола волокнистых материалов в ножевых размалывающих машинах с учетом износа гарнитуры // Системы. Методы. Технологии. № 3 (39). С. 108–115.

5. Гончаров В.Н. Теоретические основы размола волокнистых материалов в ножевых мельницах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1990. 31 с.

6. Вихарев С.Н. Вибрационные процессы при размоле волокнистых полуфабрикатов в ножевых мельницах // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XII Междунар. евразийск. симпозиума 19–22 сент. 2017 г. С. 107–113.

7. Вихарев С.Н. Исследование времени релаксации древесины и волокнистых материалов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIII Междунар. евразийск. симпозиума 18–21 сент. 2018 г. С. 61–64.

**УДК 676.024.61**

**С.Н. Вихарев, Н.Е. Чистяков**

(S.N. Viharev, N.E. Chistyakov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: cbr200558@mail.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БИЕНИЙ РОТОРНОГО ДИСКА МЕЛЬНИЦЫ**

### **RESEARCH OF BEATING OF THE ROTOR DISK REFINERS**

*В статье исследуется биение роторного диска мельницы МД-31. Показано, что эти биения соизмеримы с межножевым зазором. Это приводит к снижению надежности гарнитуры. Для устранения этого недостатка предложено использовать подшипники с натягом, которые обеспечивают стабильное положение ротора. Разработана конструкция мельницы для перевода подшипников ротора из режима маятниковых колебаний в статический режим.*

*In article are investigated beating of a rotor disk of refiner of MD-31. It is shown that these beats are commensurable with an inter knife gap. It leads to decrease in reliability of plate. For elimination of this shortcoming it is offered to use bearings with a tightness which provide the rotor situation of stability. The mill design is developed for the translation of bearings of a rotor from the mode of oscillating fluctuations in the static mode.*

Дисковые мельницы – основное технологическое оборудование для размола волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве. Ротор мельницы совершает колебания в осевом и радиальном направлениях. Биения ротора зависят от частоты вращения, жесткости конструкции и сил, действующих на роторный диск. Разработана методика расчета биений ротора и обеспечения стабильного положения диска [1]. Как показали исследования, основной причиной биений диска являются зазоры в конструкции ротора [2].

Исследуем биения ротора мельницы МД-31. Эта мельница предназначена для размола волокнистых полуфабрикатов концентрацией не более 6 %. Мельница имеет присадку ротором. Ротор мельницы установлен в подшипниках качения (рис. 1).

Зазор между ротором и статором при эксплуатации мельницы МД-31 составляет десятые доли миллиметра [3, 4]. Цель статьи – исследование биений ротора и разработка мероприятий по их снижению.

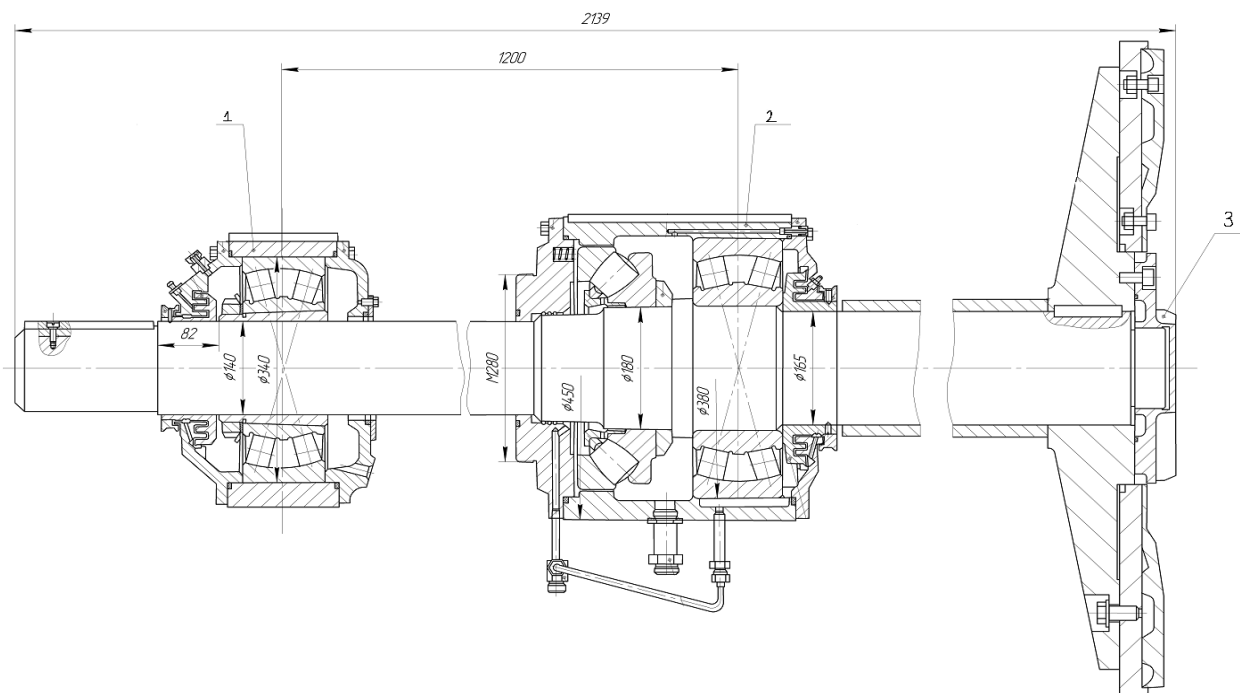


Рис. 1. Ротор мельницы МД-31: 1, 2 – подшипниковый узел; 3 – диск

Расчетная схема для статического расчета перекоса диска ротора, вызванного зазорами в конструкции ротора, представлена на рисунке 2. Номинальные радиальные зазоры в подшипниках качения составляют 0,2–0,3 мм, а зазор между стаканом ротора и корпуса – 0,1–0,2 мм.

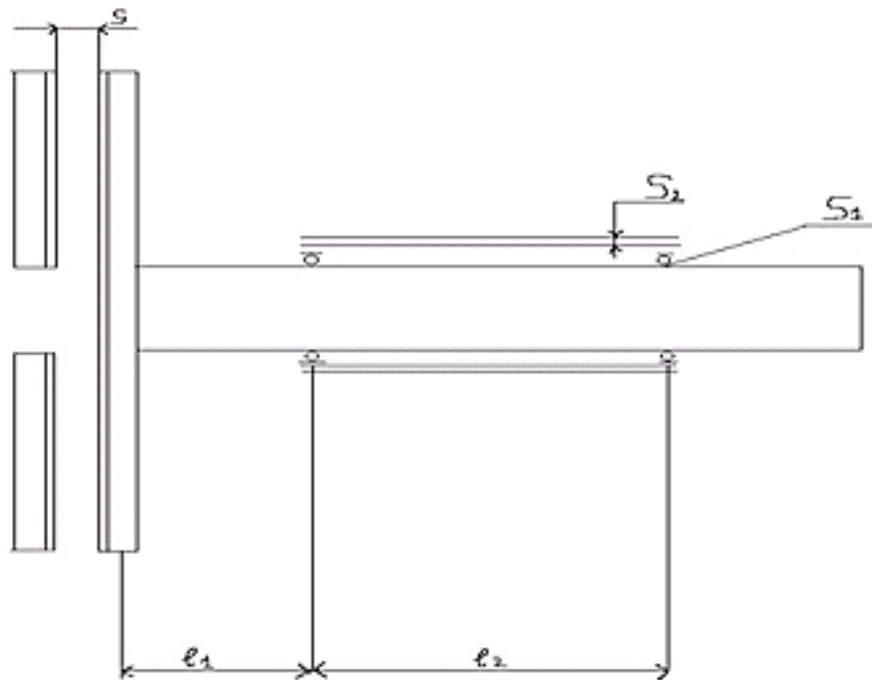


Рис. 2. Расчетная схема для расчета биений ротора:  $S$  – межножевой зазор;  $S_1$  – радиальный зазор подшипников;  $S_2$  – зазор между стаканом ротора и корпуса

Статический расчет перекоса диска проводился путем определения смещения продольной оси ротора из-за наличия зазоров в его конструкции. Этот расчет

учитывает статическое смещение ротора без учета упругих деформаций и динамических сил. Осевое биение на периферии роторного диска составило 0,2–0,4 мм.

Динамический расчет биений диска проводился по методике С.Н. Вихарева, В.П. Сивакова [1] с использованием пакета компьютерных программ Matlab. Этот расчет учитывает упругие деформации и динамические силы, возникающие при работе мельницы. Ротор мельницы в подшипниках с зазором работает в режиме маятниковых колебаний (динамический режим).

Для перевода ротора в статический режим следует устранить зазоры и использовать подшипники с натягом. Тем самым обеспечим стабильное положение ротора при эксплуатации и уменьшим биения роторного диска. Результаты расчета при номинальном режиме эксплуатации мельницы представлены в таблице.

Результаты расчета динамических характеристик ротора мельницы МД-31

Низшая частота свободных колебаний ротора, Гц				Максимальные биения диска ротора, мм	Коэффициент динамического усиления при резонансе	Сила натяга в подшипниковых опорах для перевода ротора в статический режим, Н
В вертикальном направлении		В горизонтальном направлении				
Теория	Эксперимент	Теория	Эксперимент			
41	38	18	16	0,48	21	$3,5 \cdot 10^4$

Максимальные биения роторного диска соизмеримы с межножевым зазором мельницы МД-31 [2–4]. Следовательно, при эксплуатации мельницы МД-31 возможен металлический контакт гарнитуры ротора и статора. Это приводит к интенсивному износу гарнитуры и к снижению её надежности. Для устранения этого недостатка принято решение устранить зазоры в подшипниковых опорах, т. е. использовать подшипники с натягом. Это уменьшит колебания ротора и повысит надежность гарнитуры. Для этого сила натяга в подшипниковых опорах должна быть не менее  $3,5 \cdot 10^4$  Н.

Для создания такой силы предложено внести изменения в конструкцию ротора. Сила натяга в подшипниках качения обеспечивается путем смещения наружного кольца подшипника относительно внутреннего. Это обеспечивается путем использования механизма присадки мельницы. Смещение наружного кольца подшипника происходит через тарельчатую пружину, рассчитанную на соответствующую силу натяга. Таким образом при пуске мельницы подшипники работают с зазором, уменьшая пусковой ток электродвигателя. А при размоле волокнистых полуфабрикатов подшипники переходят в режим с натягом, обеспечивая стабильное положение ротора.

В статье исследованы биения роторного диска мельницы МД-31. Показано, что эти биения соизмеримы с межножевым зазором. Это приводит к интенсивному износу гарнитуры и к снижению её надежности. Для устранения этого недостатка предложено использовать подшипники с натягом, которые обеспечивают стабильное положение ротора. Разработана конструкция мельницы для перевода подшипников ротора из режима маятниковых колебаний в статический режим.

### Библиографический список

1. Вихарев С.Н., Сиваков В.П. Динамика роторов дисковых мельниц // Вестник Казанского государственного технического университета, 2012. № 6. 4 с.

2. Вихарев С.Н. Исследование стабильности межножевого зазора размалывающих машин // Деревообработка: технологии, оборудование менеджмент XXI века: труды XIII Междунар. евразийск. симпозиума. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 148–151.

3. Легоцкий С.С., Гончаров В.И. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. М.: Лесная промышленность, 1990. 224 с.

4. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Лесная промышленность, 2006. 696 с.

**УДК 674.055:621.95**

**А.А. Гришкевич, Г.В. Алифировец**

(А.А. Grishkevich, G.V. Alifirovec)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: alifirovez@tut.by

**КОНСТРУКЦИЯ ФРЕЗЫ СБОРНОЙ  
С РЕГУЛИРУЕМЫМ УГЛОМ НАКЛОНА КРОМКИ  
ДЛЯ ЛИНИЙ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

**CONSTRUCTION MILLING CUTTING WITH ADJUSTABLE TILTED  
ANGLE OF THE EDGE FOR THE LINES OF THE UNIT WOOD PROCESSING**

*В данной статье представлена конструкция фрезы сборной с регулируемым углом наклона кромки для профилирующих узлов линий агрегатной переработки древесины. Фрезерно-брусующие станки и линии на их основе предназначены для переработки тонкомерного сырья диаметром 8–16 см, в том числе и непиловочного.*

*Переработка бревен с одновременным получением пиловочного сырья и технологической щепы привела к созданию разнообразных конструкций фрезерного инструмента. Отличительная особенность фрез для линий агрегатной переработки древесины заключается в том, что все фрезы имеют значительные размеры и представляют собой сборные конструкции.*

*This article presents the design of the national team milling cutter with an adjustable angle of inclination of the edge for the profiling nodes of aggregate processing lines of wood. Milling-canning machines and lines based on them are designed for processing small-sized raw materials with a diameter of 8–16 cm, including non-sawing.*

*Processing of logs with simultaneous production of sawing raw materials and technological chips led to the creation of various designs of milling tools. A distinctive feature of the mills for the lines of the aggregate processing of wood is that all the mills have considerable dimensions and are prefabricated structures.*

Профилирование представляет собой дополнительную технологическую операцию механической обработки двух- или четырех-кантных брусьев цилиндрическими фрезами с целью придания им ступенчатой формы. Это существенно упрощает процесс дальнейшей переработки древесных материалов, ступенчатая форма бруса позволяет получить одновременно обрезную доску без применения круглопильных обрезных станков. Основная отличительная особенность фрез для лесопиления состоит в том, что фрезы имеют значительные размеры и представляют собой сборные конструкции.

Авторами предложена конструкция фрезы с регулируемым углом наклона кромки для профилирующих узлов, позволяющая оптимизировать угловые параметры инструмента с учетом породы древесины, требований к качеству бруса и фракционного состава технологической щепы.

В настоящее время актуальной задачей в лесной и деревообрабатывающей промышленности является обеспечение более глубокой переработки древесины, снижение количества потерь древесины в стружку, повышение эффективности использования оборудования [2].

Наиболее перспективным направлением решения поставленных задач считается использование технологии агрегатной переработки древесины. Линии агрегатной переработки древесины позволяют получить пилопродукцию и технологическую стружку, являющуюся эквивалентом технологической щепы без применения рубительных машин.

Один из важнейших показателей, характеризующих качество щепы – ее фракционный состав. Обработка древесины цилиндрическими фрезами обеспечивает достаточно высокое содержание в щепе элементов нормальной фракции, соответствующих ГОСТу 15815-83 «Щепа технологическая. Технические условия» (с изменениями № 1, 2) [1].

При производстве технологической щепы перерабатываемое сырье должно предварительно окориваться, так как содержание коры больше нормы в технологической щепе резко ухудшает свойства получаемых из нее продуктов.

Фрезерно-брусующие станки и линии на их основе получили широкое распространение ввиду следующих преимуществ:

- высокой производительности (скорость подачи – до 200 м/мин);
- возможности полной автоматизации процесса;
- простоты подготовки режущих инструментов (основной инструмент – плоские ножи);
- получения двух видов продукции (пилопродукции и технологической щепы).

Недостатком является необходимость сортировки бревен по диаметрам.

На многих крупных предприятиях лесной и деревообрабатывающей отрасли Республики Беларусь установлены линии агрегатной переработки древесины, в состав которых входят брусующие и профилирующие узлы.

Узел первого прохода предназначен для обработки окоренного бревна путем фрезерования горбыльной части с целью получения полубруса, технологической щепы и поворота полубруса вокруг своей оси на  $90^{\circ}$  (рис. 1).

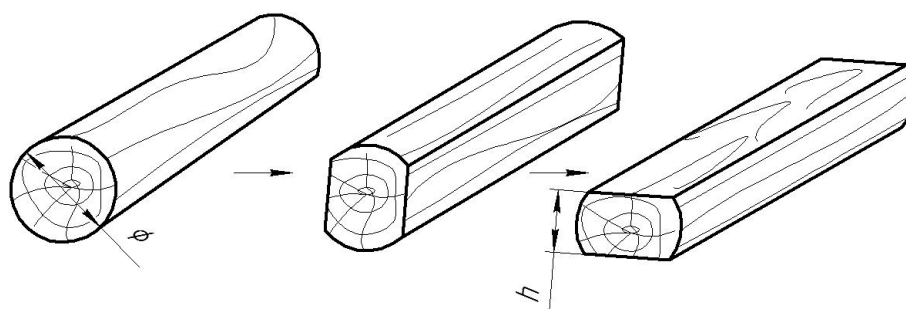


Рис. 1. Схема работы узла 1-го прохода

Узел второго прохода предназначен для фрезерования, профилирования и пиления полубруса. После обработки полубруса в узле второго прохода образуется брус и две боковые доски (рис. 2).

Профиляторы представляют собой фрезерные агрегаты, расположенные с двух сторон перерабатываемого материала и формирующие ступенчатую поверхность методом продольно-торцевого цилиндрического полузакрытого фрезерования. Целью работы является разработка конструкции режущего инструмента для профилирующих

машин линий агрегатной переработки древесины с целью снижения энергозатрат на процесс фрезерования.

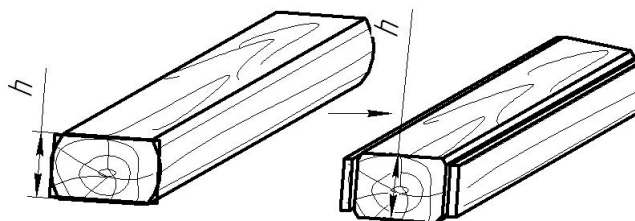


Рис. 2. Схема работы узла 2-го прохода

На рисунке 3 представлена схема профилирования пиломатериалов.

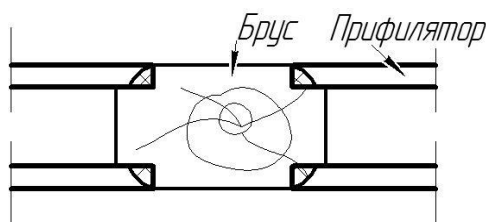


Рис. 3. Схема профилирования пиломатериалов

За базовую машину для испытаний фрезерного инструмента будет использован фрезерно-пильный станок VPS. Он установлен на территории предприятия «Борисовский ДОК» и входит в состав фрезерно-брусующая линия фирмы LINCK. Режущим инструментом фрезерно-пильного станка VPS являются цилиндрические фрезы с постоянными угловыми параметрами, режущим элементом которых являются плоские ножи.

На рисунке 4 показан нож профилирующего агрегата цилиндрической фрезы фирмы LINCK.

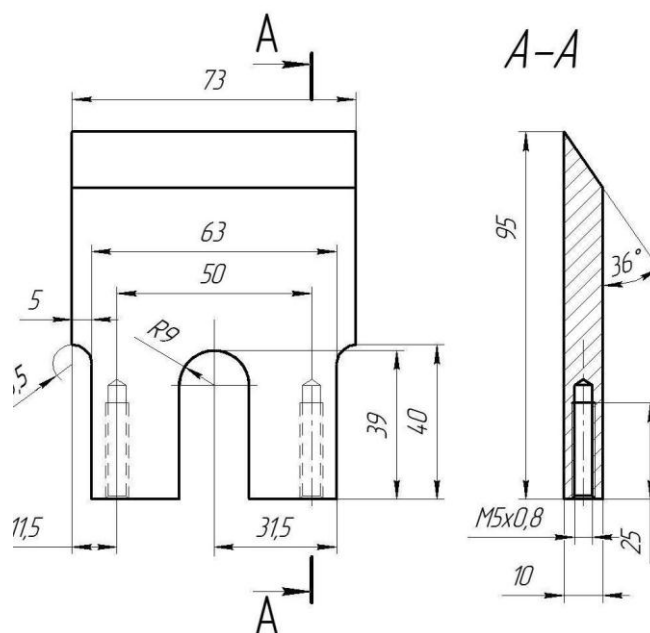


Рис. 4. Нож профилирующего агрегата цилиндрической фрезы фирмы LINCK (угол заострения  $\beta = 36^{\circ}$ , передний угол  $\gamma = 40^{\circ}$ )



Углы резания и осевой угол приводят к уменьшению силы и мощности резания. На рисунке 5 приведен натуральный образец фрезы сборной.

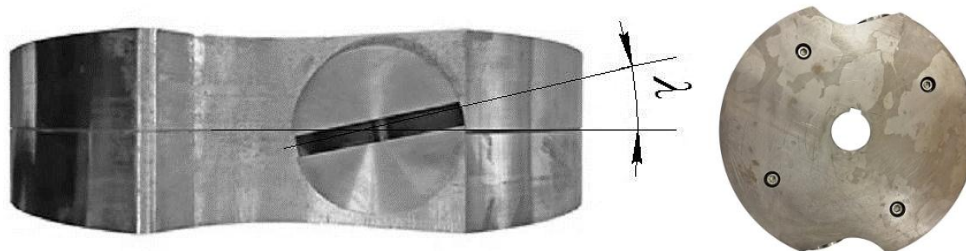


Рис. 5. Натурный образец фрезы сборной

### *Выводы*

Сотрудниками кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов Белорусского государственного технологического университета разработана конструкция сборной фрезы с регулируемым углом наклона режущей кромки для профилирующих узлов линий агрегатной переработки древесины с параметрами: диаметр окружности резания  $D = 445$  мм, ширина фрезы  $b = 90$  мм, диапазон регулирования угла наклона режущей кромки  $\lambda = 0-75^{\circ}$ . Предложенный инструмент имеет возможность изменять угловые параметры, а его размеры соответствуют размерам фрез современных фрезерно-брусующих линий [3].

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 15815-1983. Щепя технологическая. Технические условия. Введ. 1985-01-01. М.: Издательство стандартов, 1983. 12 с.
2. Боровиков Е.М., Шестаков В.В., Фефилов Л.А. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная промышленность, 1985. 216 с.
3. Фреза с изменяемыми угловыми параметрами: пат. № 11088. Респ. Беларусь / Белый А.В., Гришкевич А.А., Гаранин В.Н.; заявл. 04.08.2015 [зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей 01.04.2016; дата начала действия: 04.08.2015].

**УДК 674.914:674.338**

**А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин, Д.Л. Болочко**  
(А.А. Grishkevich, V.N. Garanin, D.L. Bolochko)  
(БГТУ, г. Минск, РБ)  
E-mail для связи с авторами: dosy@belstu.by

### **ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ САМОЗАТАЧИВАЮЩЕГОСЯ ЛЕЗВИЯ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **PREREQUISITES CREATE A SELF-SHARPENING BLADE THE CUTTING PROCESS OF WOOD-BASED MATERIALS**

*Рассмотрен вопрос увеличения периода стойкости ножей самозатачиванием. Разработана экспериментальная конструкция фрезы насадной сборной, состоящая из корпуса и самозатачивающихся ножей.*

*Предложена конструкция многослойного ножа с эффектом самозатачивания, позволяющего поддерживать постоянный радиус округления режущей кромки на всём жизненном цикле инструмента. Сделаны соответствующие выводы.*

*Discusses the issue of increasing the period of resistance of knives by self-sharpening. The experimental design of the cutter of the packing team consisting of the case and self-sharpening knives is developed.*

*The design of a multi-layer knife with the effect of self-sharpening is proposed, which allows maintaining a constant radius of rounding of the cutting edge throughout the tool life cycle. Drawn appropriate conclusions.*

Реальный нож всегда имеет лезвие с некоторой кривизной режущей кромки  $\rho$  больше нуля. При резании может случиться аварийный или постепенный износ материала лезвия. При аварийном износе режущей кромки лезвие может выкрашиваться или происходить облом лезвия.

При резании лезвие прирабатывается, с передней и задней поверхности истирается металл и через короткий промежуток времени у его главной режущей кромки получается профиль согласно рисунку 1.

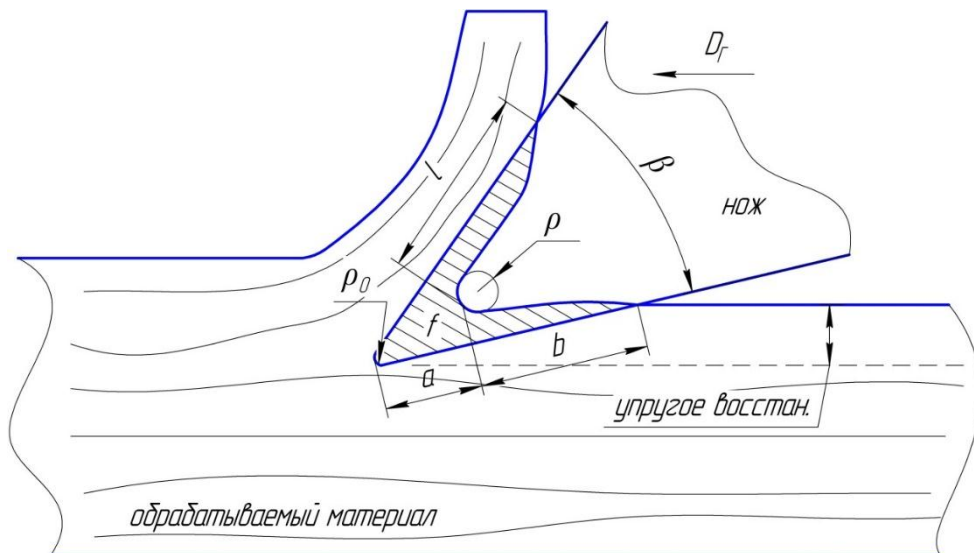


Рис. 1. Износ лезвия:

$\rho_0$  – начальный радиус округления режущей кромки,  $\rho$  – радиус округления изношенной режущей кромки,  $l$  – длина фаски по передней поверхности лезвия,  $b$  – длина фаски по задней поверхности лезвия,  $a$  – линейный износ лезвия по биссектрисе угла  $\beta$ ,  $f$  – площадь износа лезвия

Несмотря на микроразмер радиуса округления режущей кромки  $\rho$ , пренебрегать им нельзя, так как с увеличением  $\rho$  мощность, силы резания и шероховатость увеличиваются, и при 30–40 мкм появляется ворс и мшистость, что отрицательно сказывается при последующей обработке деталей.

Одним из направлений решения данной проблемы является придание режущим элементам инструмента эффекта самозатачивания. Применение такого инструмента позволит получать требуемое качество обработки на всем жизненном цикле режущих элементов без дополнительных затрат времени на подготовку инструмента, что приведет к увеличению производительности оборудования [1].

Представлено описание самозатачивающегося многослойного ножа [2] (рис. 2), который состоит из внутреннего слоя, выполненного из твёрдого материала (например,

карбид вольфрама), наружных слоев из алюминия, стали или другого материала, менее твердого чем внутренний слой и внешних слоев из еще более мягкого материала (например, дюралюминия).

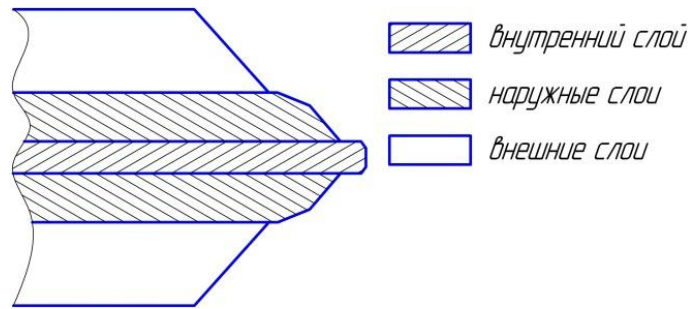


Рис. 2. Многослойный нож

В исследовании Р.А. Rutter [2] не раскрыт вопрос характера износа наружных и внутренних слоев лезвия в процессе обработки материалов, что не даёт возможности оценки его работоспособности.

Таким образом, на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов с целью изучения эффекта самозатачивания спроектирована фреза насадная сборная с самозатачивающимися ножами (рис. 3, а).

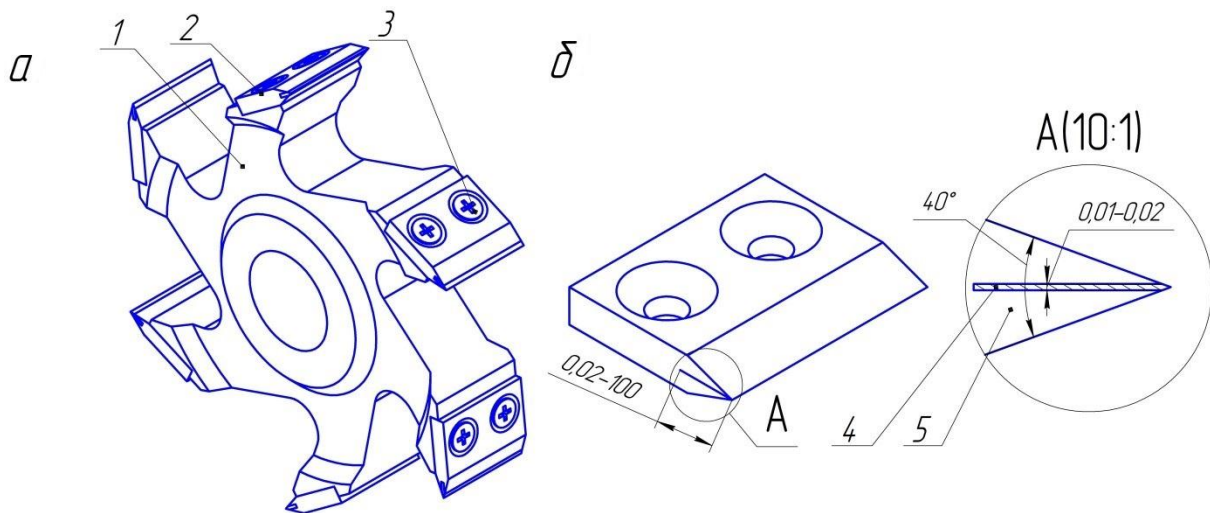


Рис. 3. Фреза сборная насадная:

а – сама фреза; б – самозатачивающееся лезвие;

1 – корпус; 2 – нож; 3 – винт; 4 – тугоплавкий материал; 5 – мягкий материал

Фреза насадная сборная состоит из цельного корпуса 1 и сменных ножей 2, закрепленных на корпусе при помощи винтов 3. Корпус изготавливается из одного куска металла, имеет отверстие для установки инструмента на шпиндельные насадки.

Нож выполнен в виде клина и состоит из двух различных материалов (рис. 3, б). Выемка ножа заполнена материалом 1 из нитрида, карбида или карбонитрида, тугоплавкого металла. Ширина выемки составляет от 10 до 20 мкм, глубина – от 0,02 до 100 мм.

Такая конструкция ножа позволяет образовывать режущую кромку ввиду присутствующего эффекта замозатачивания. В процессе работы поверхностные слои лезвия 5 изнашиваются быстрее, чем более износостойкий тугоплавкий материал 4

выемки режущей кромки. Когда базовый материал ножа стирается и не обеспечивает достаточную опору для всего материала выемки, микрочастицы выемки разрушаются. После этого остается более тонкий материал на кромке ножа, который выступает из базового материала и образует более острую режущую кромку [3].

Непрерывный износ будет поддерживать остроту кромки, так как выемка с тугоплавким износостойким материалом выполнена по всей длине лезвия ножа; режущая кромка будет сплошной и будет обеспечивать качественную обработку вновь создаваемой поверхности (рис. 4).

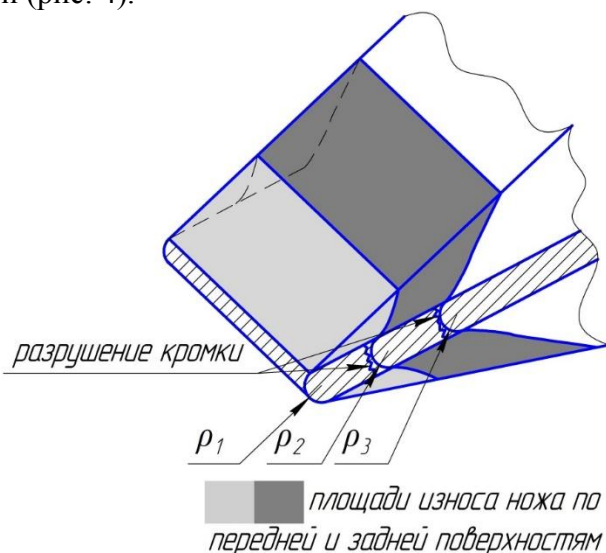


Рис. 4. Схема износа ножа с сохранением постоянства радиуса округления режущей кромки

Благодаря наличию вставки из твердого сплава радиус округления режущей кромки ножа остается неизменным по мере износа режущей кромки, т. е.  $\rho_0 = \rho_1 = \rho_2 = \rho_3$ . Это позволяет обеспечить увеличение полного периода стойкости инструментов, способствует уменьшению мощности на резание и повышению качества обработанной поверхности.

#### Выводы

Предложенная конструкция ножа позволяет вести процесс обработки древесины и древесных материалов с меньшей потребляемой мощностью и требуемым качеством получаемых поверхностей благодаря наличию у ножа постоянного радиуса округления режущей кромки.

Такое техническое решение не требует необходимости использовать на деревообрабатывающих предприятиях заточного оборудования и расходного материала при подготовке ножей к работе (заточные круги и т. д.), что в значительной мере уменьшит себестоимость получаемой продукции.

Для уточнения конечной конструкции ножа и изучения эффекта самозатачивания будут проведены экспериментальные исследования.

#### Библиографический список

1. Бершадский А.Л. Резание древесины. Минск: Высшая школа, 1975. 303 с.
2. Self-sharpening, laminated cutting tool and method for making the tool. Patent no. US 6,207,294 B1 / P.A. Rutter.

3. Самозатачивающееся лезвие: пат. № 20824 Респ. Беларусь / А.А. Гришкевич, В.В. Чаевский; заявл. 05.12.2013; опубл. 28.11.2016.

УДК 674.914:674.338

**И.К. Клепацкий, В.В. Раповец**

(I.K. Klepackij, V.V. Rapovec)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ЛЕЗВИЙ МАЛОНОЖЕВЫХ ФРЕЗ  
ПРИ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

**TECHNICAL STABILITY OF BLADES OF LOW-JACK MILLS  
OF AGGREGATE PROCESSING OF WOOD**

*Рассмотрен вопрос технологической стойкости режущей кромки малоножевых торцово-конических фрез при обработке древесины хвойных пород, ее специфика и проблематика.*

*Проведены натурные эксперименты для исследования радиуса округления режущей кромки дереворежущих ножей из легированной стали 40ХВ2С импортного производства, эксплуатируемых на предприятии «Борисовский ДОК» (г. Борисов, Республика Беларусь).*

*Addressed the issue of the technological durability of the cutting edge of the low-knife butt-conic mills when processing softwood species, its specificity and problematics.*

*Field experiments were carried out to study the radius of rounding of the cutting edge of wood cutting knives made of 40KhB2S alloy steel, imported, used at the enterprise Borisov DOK (Borisov, Republic of Belarus).*

Существенным вкладом в повышение эффективности лесопиления является комплексное использование древесного сырья путем одновременного получения пилопродукции и технологической щепы, соответствующих требованиям действующих стандартов, посредством агрегатного метода переработки [1].

Внедрение агрегатного метода переработки брёвен привело к созданию практически безотходной технологии и высокопроизводительного оборудования. Такие методы обработки древесины наиболее технологичны и экономически оправданы.

Из тонкомерной древесины (бревен) целесообразно получать мелкую пилопродукцию, а оставшуюся горбыльную часть разумно перерабатывать на технологическую щепу. На современных рубительных машинах из обзолной части бревен вырабатывают до 90 % технологической щепы, пригодной для получения целлюлозы, но щепы от агрегатных установок также подходит для этих целей почти полностью [2, 3].

Переработка древесины на таком типе оборудования имеет свою особенность – неравномерный износ режущей кромки ножей. Недостаточная изученность данного вопроса требует более углубленного анализа динамики износа лезвия инструмента, что позволит установить рациональные режимы эксплуатации малоножевых фрезерно-брусующих станков и определить рациональные методики увеличения технологической стойкости режущего инструмента.

Положительная особенность малоножевых фрез (рис. 1) – простота их конструкции и сравнительно небольшие затраты на подготовку и эксплуатацию ножей (рис. 2).

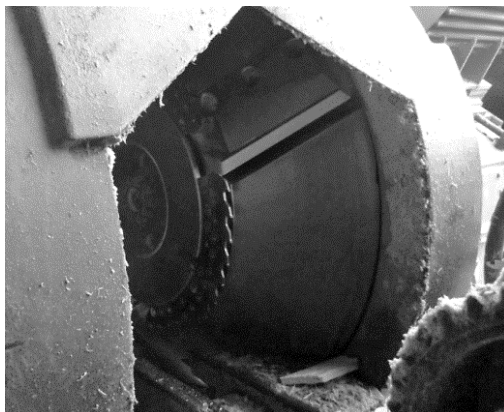


Рис. 1. Малоножевая торцово-коническая фреза фрезерно-брусующего станка



Рис. 2. Режущий инструмент малоножевой торцово-конической фрезы

Анализ конструкций аналогичного назначения позволил выделить следующие недостатки малоножевых торцово-конических фрез: отсутствие возможности получения фигурного бруса; конструкции малоножевых фрез не обеспечивают равномерность нагрузки и снижение максимальных сил резания за цикл обработки, что предъявляет повышенные требования к прочности режущего инструмента, снижает надежность конструкции узлов резания, а также качество технологической щепы. В некоторых случаях на торцах фрез на одной оси с ними в торцевой части корпуса устанавливают цельные пильные диски или их сегменты. Они отпиливают горбыль до его измельчения. Пилы улучшают качество поверхности бруса и устраняют боковые составляющие сил резания при коническом фрезеровании древесины [4, 5].

Фрезерование малоножевыми торцово-коническими фрезами характерно тем, что лезвие ножа наклонено к оси вращения под углом  $\varphi_n$ . Переработка выполняется при подаче бревна между парой фрез, расположенных на одной оси вращения, совершающими вращательное движение с частотой  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$  (рис. 3) [6, 7].

В процессе резания древесины точки на режущей кромке ножа проходят различный путь резания. Это приводит к тому, что затупление кромки ножа носит неравномерный характер (рис. 4) [8].

Процесс потери режущей способности лезвия дереворежущего инструмента является сложным процессом (складывается из механического, теплового, химического и электрохимического и др. воздействий). В качестве одной из особенностей выделяют развитие его в локальных зонах, расположенных у режущей кромки инструмента [9, 10, 11]. Это предопределяет необходимость упрочнения поверхностей



режущего инструмента в зонах с активным износом, так как за их границами свойства материала не играют особую роль в затуплении инструмента.

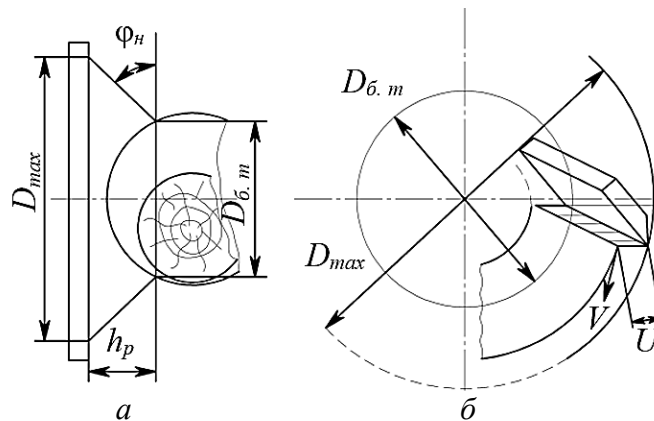


Рис. 3. Параметры фрезерования малоножевыми торцово-коническими фрезами:  
 $D_{max}$  – максимальный диаметр обработки;  $D_{б.м}$  – диаметр базового торца фрезы;  
 $\varphi_n$  – угол наклона ножа к оси вращения;  $h_p$  – ширина обработки;  
 $V$  – направление вектора скорости резания;  $U$  – толщина формируемого элемента щепы

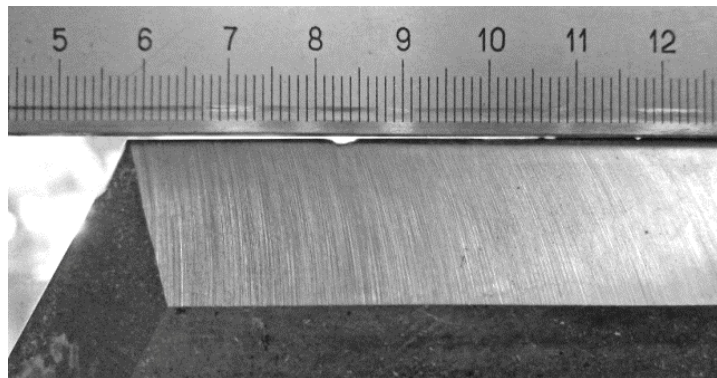


Рис. 4. Наглядный износ длинной кромки ножа после 40 часов эксплуатации

С точки зрения экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов упрочняющей обработке следует подвергать только локальную зону или поверхность инструмента, непосредственно участвующую в резании [12].

Для определения динамической интенсивности потери режущей способности ножей малоножевых торцово-конических фрез на предприятии ОАО «Борисовский ДОК» были проведены экспериментальные исследования на фрезерно-брусующем станке второго ряда LINK V25. Методом слепков определялся радиус округления  $\rho$ , мкм, режущей кромки ножа (рис. 5) с момента заточки (при  $\rho_{\min} = \rho_0$ ), далее – после каждой рабочей смены (через 8 ч) до последующей переподготовки инструмента (по прошествии 5 смен или 40 ч; значения соответственно:  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ ) [13]. Исследуемый нож изготовлен из легированной стали 40XB2C.

Измерения радиуса округления режущей кромки ножа фрезерно-брусующего станка проводились на длине кромки, равной  $l = 72$  мм, с шагом  $t = 6$  мм.

Для получения достоверного отпечатка режущий инструмент механически фиксировался, и свинцовая пластинка надвигалась на лезвие по концевым мерам, которые использовались как направляющие. Полученный отпечаток – радиус округления кромки – измерялся в универсальном световом микроскопе МИ-1

производства ОАО «Планар-ТМ» (РБ) с программным обеспечением ЗАО «Спектроскопические системы» (рис. 6).

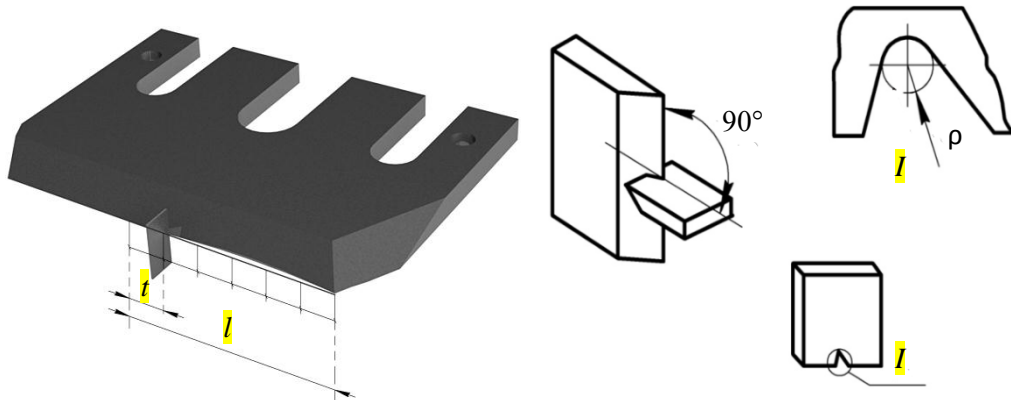


Рис. 5. Метод слепков  
(I – выносное изображение)

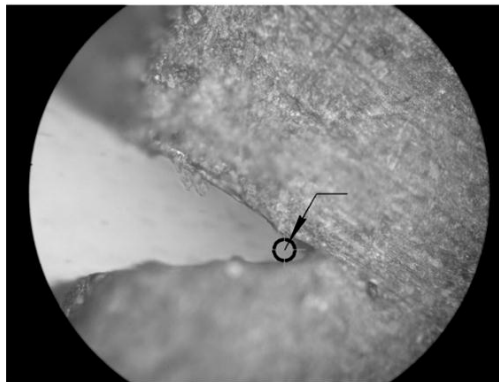


Рис. 6. Фотография свинцового слепка режущей кромки ножа:  
увеличение 200-кратное,  $\rho = 17$  мкм

Результаты измерения радиуса округления режущей кромки методом слепков после проведенных производственных испытаний показали характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа (на примере точки пересечения длинной и короткой режущих кромок ножа) в промежутке времени между переподготовками ножа. Начальный радиус режущей кромки ножа составил  $\rho_0 = 17$  мкм, конечный  $\rho_5 = 156$  мкм (рис. 7).

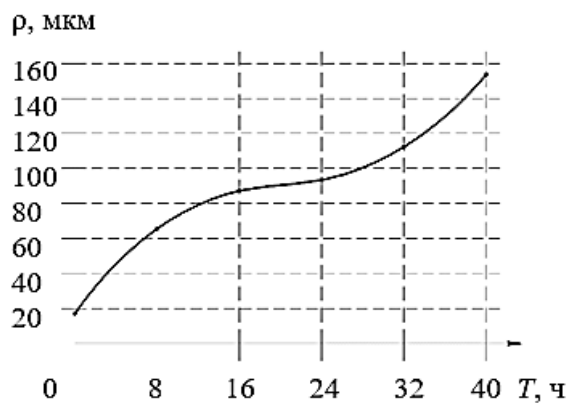


Рис. 7. Характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа



Характер прироста радиуса округления резца близок к теоретической закономерности кривой износа лезвий ножей [14, 15]. Проекция профиля реальной режущей кромки ножа после 40-часовой работы (обработано 2 132,5 м<sup>3</sup> древесины хвойных пород: 93 % – сосна, 7 % – ель, влажность древесины – 78 %, частота вращения фрез – 1 090 мин<sup>-1</sup>, скорость подачи – 25 м/мин) с указанием радиусов округления по двум режущим кромкам представлена на рисунке 8.

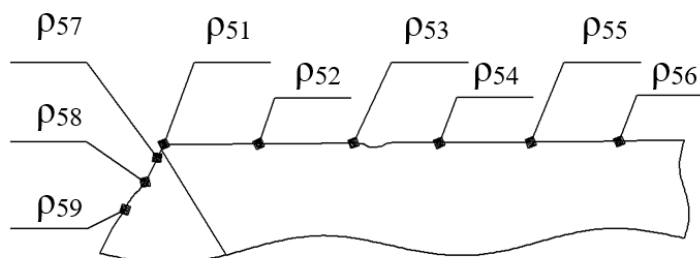


Рис. 8. Характер изменения радиуса округления режущей кромки ножа:  
 $\rho_{51} = 148$  мкм,  $\rho_{52} = 156$  мкм,  $\rho_{53} = 136$  мкм,  $\rho_{54} = 94$  мкм,  $\rho_{55} = 66$  мкм,  $\rho_{56} = 40$  мкм,  
 $\rho_{57} = 178$  мкм,  $\rho_{58} = 164$  мкм,  $\rho_{59} = 112$  мкм

Дугообразный профиль на участке между  $\rho_{53}$  и  $\rho_{54}$  свидетельствует о попадании в рабочую зону ножа твёрдого включения (металлического или иного происхождения, значительно превосходящего твёрдость древесины), что привело к аварийному износу режущей кромки.

### Выводы

Полученные экспериментальные данные значений радиусов округления позволили графически отобразить динамику износа лезвий ножей фрез малоножевого фрезерно-брусующего оборудования. Неравномерный характер механического диспергирования поверхностей ножа из легированной стали 40XB2C указывает на необходимость совершенствования конструкции ножа путем применения локальной упрочняющей обработки, модификации участков поверхностей износостойкими тугоплавкими соединениями или разработкой составных и сборных конструкций ножей со сменными участками из материалов повышенной износостойкости.

### Библиографический список

1. Щепя технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815-83. Введ. 85-01-01. М.: Гос. комитет СССР по стандартам; Изд-во стандартов, 1983. 12 с.
2. Раповец В.В., Гриневич С.А., Бурносос Н.В. Конструкция и расчеты фрезерно-брусующих станков. Минск: БГТУ, 2015. 82 с.
3. Кучеров И.К., Пашков В.К. Станки и инструменты лесопильно-деревообрабатывающего производства. М.: Лесная пром-сть, 1970. 560 с.
4. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1979. 200 с.
5. Боровиков Е.М., Фефилов В.В., Шестаков Л.А. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная пром-сть, 1985. 216 с.
6. Таратин В.В., Фефилов Л.А., Боричев Ю.А. Совершенствование малоножевых торцово-конических фрез агрегатного лесопильного оборудования // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвузовый сборник научных трудов СПбЛТА. 1993. С. 93–97.

7. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1985. 264 с.
8. Раповец В.В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2011. 206 с.
9. Клепацкий И.К. Эффективные методы повышения технологической стойкости ножей для агрегатной переработки древесины // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: труды БГТУ. 2018. № 1. С. 190–195.
10. Зотов Г.А., Памфилов Е.А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. М.: Экология, 1991. 304 с.
11. Петренко М.Н. Повышение стойкости дереворежущего инструмента технологическими методами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 1984. 18 с.
12. Повышение эксплуатационных свойств дереворежущих ножей комбинированным методом нанесения вакуумных упрочняющих покрытий и магнитно-импульсной обработки / А.В. Алифанов [и др.] // Литье и металлургия. 2014. № 2. С. 95–100.
13. Глебов И.Т., Абдулов А.Р. Оборудование отрасли: Исследование микрогеометрии режущих кромок лезвий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 9 с.
14. Партон В.З. Механика разрушения. М.: Наука, 1990. 240 с.
15. Пижурин А.А. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки. М.: Лесная пром-сть, 2004. 376 с.

УДК 674.053

**А.С. Красиков**

(A.S. Krasikov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: Krasikov47@e1.ru

### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ РЕЗАНИЯ МНОГОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ**

### **IMPROVING THE RELIABILITY OF CUTTING UNITS OF MULTI-SAWING MACHINE TOOLS**

*Рассмотрены проблемы распиловки брёвен на многопильных станках. Подведены итоги предыдущих исследований направляюще-охлаждающих устройств многопильных узлов резания и намечены направления дальнейших исследований.*

*The problems of sawing logs on multisaw machines are considered. The results of previous studies of guide-cooling devices of multi-sawing cutting units are summarized and directions for further research are outlined.*

В лесопилении в нашей стране в настоящее время используются лесопильные рамы, круглопильные и ленточнопильные станки, а также фрезернопильные, фрезерно-брусующие и фрезерно-профилирующие агрегатные линии. Доля лесопильных рам неуклонно снижается, они заменяются ленточнопильными станками для бревен большого диаметра и круглопильными станками, узлами резания в линиях для тонкомера. Круглопильные станки имеют простую конструкцию, низкую стоимость и высокую производительность.

Основным недостатком круглопильных узлов резания является сравнительно большая ширина пропила. Для устранения этого недостатка в УГЛТУ (УЛТИ) под руководством В.К. Пашкова и в ЦНИИМОДе под руководством Ю.М. Стахива проведены исследования и разработаны РТМ (руководящие технические материалы) по подготовке круглых пил, разработке и эксплуатации круглопильных узлов резания.

В указанных выше научных центрах была изучена зависимость критических частот вращения диска пилы от его размеров, и напряженного состояния, которое изменяется вследствие проковки (вальцевания) и изменения температурного перепада по радиусу пилы.

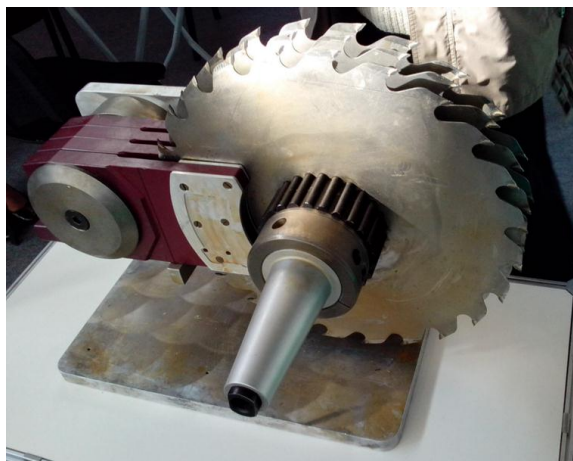
Теоретически и экспериментально изучены тепловые поля вращающихся дисков пил без принудительного охлаждения и с охлаждением водой и водо-воздушной смесью. Предложены оптимальные расходы водо-воздушной смеси для охлаждения пил, конструкция системы охлаждения и её рациональное размещение. Исследовано влияние направляющих для пил на повышение изгибной жесткости пилы. Предложено использование «плавающих» пил, когда пила удерживается в плоскости пропила направляющими и не закреплена жестко на валу.

По результатам исследований были разработаны первые российские круглопильные многопильные станки – Ц8Д-8М и СБ8М. В станке СБ8М-1 использовались самые тонкие даже по европейским меркам пилы, диаметр которых составлял 500 мм, толщина 1,6 мм, а уширение зубьев на сторону – 0,5 мм. Нововятский КДП одновременно использовал пять станков с «плавающими» пилами.

Однако эксплуатация таких станков требовала квалифицированных кадров станочников и пилоправов, а с этим в 90-е годы прошлого столетия начались проблемы, которые остаются и до настоящего времени.

Как результат, выпуск станков с «плавающими» пилами в России прекратился. В настоящее время несколько предприятий выпускает многопильные станки простейшей конструкции с вальцовым механизмом подачи, в которых используются круглые пилы с подрезными ножами, дающими довольно широкий пропил 4,4–5,2 мм при диаметре пил 500 мм и толщине корпуса 2,8–3,2 мм.

Ведущие зарубежные производители лесопильного оборудования (USNR, Linck, EWD) широко используют многопильные узлы резания с «плавающими» пилами и направляющими для пил, через которые осуществляется охлаждение дисков пил водо-воздушной смесью. На выставке в Екатеринбурге USNR продемонстрировала многопильный узел резания с направляющими пил, изготовленными из алюминиевого сплава, через которые подается водо-воздушная смесь на корпус пилы (см. рисунок).



Пильный узел многопильного станка с «плавающими» пилами

Исследованиями установлено, что точность распиловки и надежность работы круглопильных узлов резания зависит от способности пилы сохранять плоскую форму равновесия при пилении. Потеря плоской формы равновесия связана с нагревом периферийной зоны пил за счет тепла, выделяемого в процессе резания древесины.

Выделяемое в зоне резания тепло частично передается опилкам и распиливаемому материалу, частично рассеивается в окружающую среду зубом пилы и частично идет на нагрев периферийной зоны пилы.

Появляется температурный перепад по радиусу пилы, изменяется её напряженное состояние, падает частота собственных колебаний. При критическом температурном перепаде пила может потерять плоскую форму равновесия и зарезать в сторону; процесс распиловки прекратится, пила выйдет из строя, а чаще всего и соседнюю пилу тоже придется заменить.

Для повышения устойчивости пил при нагреве периферийной зоны пилы проковывают или вальцуют в средней зоне.

При эксплуатации направляющих для пил последние трутся о направляющие в средней зоне пилы, и это изменяет напряженное состояние пилы аналогично проковке или вальцеванию. Это нужно учитывать и проковывать пилу, работающую с направляющими, меньше чем при работе без направляющих.

Конструкция направляющих и материалы, из которых они изготовлены, могут быть разные. Мы в УГЛТУ испытывали в качестве материалов направляющих текстолит, фторопласт, березу, пропитанную маслом или низкомолекулярным полиэтиленом. Водовоздушную смесь подавали на диск пилы через сопла диаметром 1–2 мм, расположенные под направляющими. Через направляющие охлаждение не прокачивали. Планировалось исследовать и другие материалы направляющих, но работы были прекращены.

Основные результаты исследований трения направляющих и рекомендации по конструированию направляюще-охлаждающих устройств для круглых пил представлены в работах В.К. Пашкова, А.С. Красикова [1, 2].

Сейчас в связи с актуальностью разработки многопильных узлов резания требуется продолжить исследования конструкций направляющих для пил и различных современных материалов для их изготовления.

На старой установке для исследования направляющих износ направляющей измерялся микрометром, а температура нагрева пилы от трения направляющей измерялась термометрами, припаянными к диску пилы. Провода от термометров шли к осциллографу через ртутный токосъемник.

Сейчас планируем температуру нагрева пилы измерять бесконтактно радиационным пирометром, закрепленным на подвижной каретке,двигающейся по радиусу пилы.

### Библиографический список

1. Пашков В.К., Красиков А.С. Надежность механизмов резания многопильных круглопильных станков для распиловки бруса // Повышение эффективности использования деревообрабатывающего оборудования и инструмента. Л.: ЛДНТП, 1978. С. 68–71.
2. Пашков В.К., Красиков А.С. Конструирование направляюще-охлаждающих устройств для круглых пил // Вопросы резания, надежности и долговечности дереворежущих инструментов и машин: Межвузовский сб. науч. тр. Л.: ЛТА, 1979. Вып. 6. С. 34–36.

УДК 628.517.2:676

**В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов**

(V.N. Starzhinskiy, S.V. Sovina, S.N. Sychugov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: snsy@mail.ru, sovinasv@e1.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОТЕРЬ  
ПИЛЬНЫХ ДИСКОВ СЛЕСЕРНЫХ УСТАНОВОК  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ**

**INVESTIGATION OF LOSS COEFFICIENTS  
OF SAW BLADES OF SLASHER INSTALLATIONS  
WITH VARIOUS MODES OF VIBRATION DAMPING**

*Рассмотрим результаты экспериментальных исследований коэффициента потерь в пильных дисках для снижения шума слесерных установок при различных способах демпфирования колебаний пил.*

*The results of experimental studies of the loss factor in saw blades to reduce the noise of slasher installations with various methods of damping saw oscillations are considered.*

В слесерных установках колебания пильных дисков, вызываемые силами резания, являются причиной возникновения шума. Силы резания при пилении носят импульсный (ударный) характер, поэтому под их действием возбуждаются все собственные частоты колебаний пильного диска.

В процессе пиления параметры колебательной системы (пильный диск – распиливаемая древесина) постоянно меняются. Меняются граничные условия крепления пильного диска. Периферийная часть диска оказывается опертой о древесину в распиле, поэтому основную роль в формировании упругих волн в диске пилы в этом случае будет играть ее периферийная часть. Так как окружная скорость пилы находится в пределах 50–80 м/с, то поле упругих волн, возникшее в одной точке, не затухает, а пополняется энергией волн, которые возбудились позднее в другой точке.

Чтобы определить спектр шумоизлучения диска пилы, необходимо знать не только спектр собственных частот, но и коэффициент потерь  $\eta$  – величину, непосредственно влияющую на уровень излучаемого пилой шума.

Это обусловлено тем обстоятельством, что сила звука при ударном шуме ( $L$ ) прямо пропорциональна плотности собственных частот и обратно пропорциональна величине коэффициента потерь, т. е.

$$L = \lg \frac{\Delta f}{\eta}, \quad (1)$$

где  $\Delta f$  – плотность собственных частот.

Коэффициент потерь связан с логарифмическим декрементом затухания следующим образом:

$$\eta = \frac{\delta}{L}, \quad (2)$$

где  $\delta$  – логарифмический декремент затухания колебаний;

$L$  – сила звука.

Логарифмический декремент затухания колебаний определяется:

$$\delta = \frac{K}{f}, \quad (3)$$

где  $K = 60/T$  – показатель затухания, где  $T$  – время реверберации вибрации на определенной частоте;  
 $f$  – частота колебаний.

В качестве характеристики затухания используется время реверберации, т. е. время, в течение которого амплитуда колебаний уменьшается в 1 000 000 раз (на 6 дБ).

С возрастанием частоты ряд собственных значений частот уплотняется (рис. 1), т. е. с ростом частоты на шумоизлучение все большее влияние оказывает коэффициент потерь [1, 2].

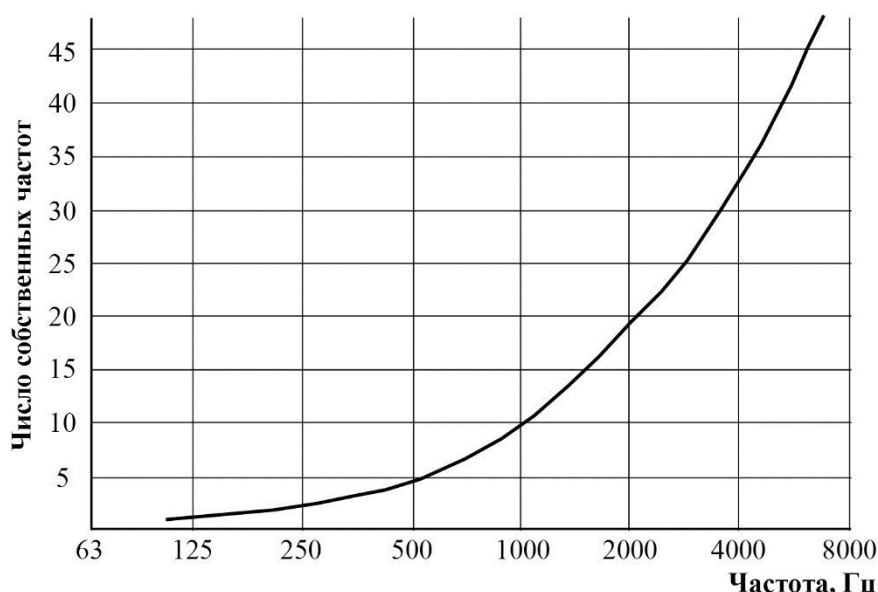


Рис. 1. Плотность собственных частот колебаний дисков

Анализ демпфирующих устройств дисковых пил, применяемых в других отраслях промышленности, показал, что для использования в слесерных установках целесообразно использовать следующие:

- 1) расположение упругих пластин и колец между диском пилы и прижимными шайбами;
- 2) установку антивибрационных упоров;
- 3) применение дисков (например, из древесно-волоконистых плит), установленных с зазором у боковых поверхностей пилы;
- 4) изменение изгибной жесткости пильного диска путем установки ребер жесткости между пилой и прижимными шайбами [3].

Блок-схема установки для исследования коэффициентов потерь пильных дисков с различными способами демпфирования приведена на рисунке 2.

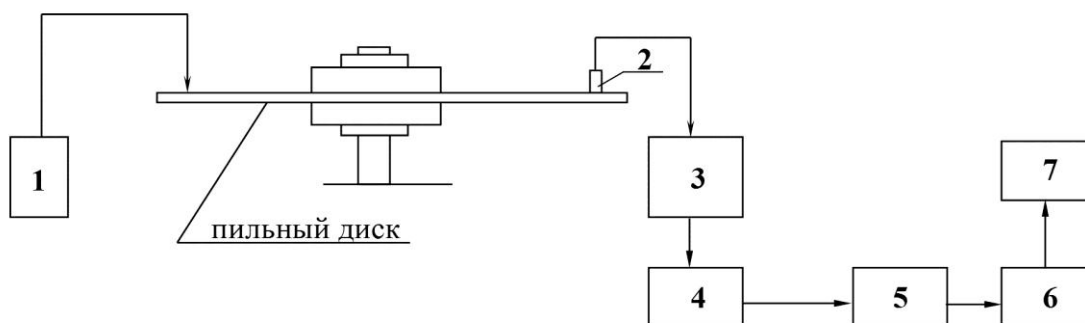


Рис. 2. Блок-схема установки для исследования коэффициентов потерь пильных дисков: 1 – возбудитель колебаний; 2 – пьезодатчик; 3 – коммутатор; 4 – блок управления; 5 – усилитель измерительный; 6 – анализатор спектра; 7 – самописец

Исследуемый пильный диск диаметром 1 200 мм с двумя прижимными шайбами закрепляется в горизонтальном положении на специально изготовленном вертикальном шпинделе. Колебания диска возбуждалось ударом падающего с определенной высоты металлического шарика и воспринималось пьезодатчиком. Электрический сигнал, подаваемый датчиком, записывался измерительной аппаратурой. По величине скорости затухания колебаний определялось время реверберации:

$$T = 2,4 \frac{s}{v}, \quad (4)$$

где  $s$  – путь, пройденный лентой с момента начала затухания колебаний до момента полного спада линии затухания во всю ширину ленты;  
 $v$  – скорость движения ленты.

Величины коэффициента потерь в зависимости от частоты и способа демпфирования колебаний диска пилы приведены на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, кривые изменения коэффициентов потерь имеют минимум на высоких частотах (6 400–10 000 Гц) и максимумы на низких частотах (40–50 Гц).

При укладке стальных стержней (жестких ребер) между диском пилы и прижимной шайбой (кривая 1) величины коэффициентов потерь оказались самыми минимальными – в 5–6 раз меньше значений коэффициента потерь при жестком защемлении диска шайбами (кривая 2).

При установке сплошных дисков (кривая 3) из ДВП и полудисков (кривая 4) с обеих сторон пилы с воздушной прослойкой шириной 1–3 мм наблюдается резкое увеличение коэффициента потерь, особенно на низких и средних частотах. Объясняется это тем, что слой воздуха, который находится между дисками, демпфирует колебания пилы.

Значения коэффициента потерь в экспериментах с упругими шайбами и кольцами (кривая 5), с двумя и тремя точечными упорами с двух и одной стороны диска (кривая 6) превышают величины коэффициентов потерь при жестком защемлении диска шайбами, но они меньше чем при установке сплошных дисков и полудисков из ДВП.

В экспериментах с упругими шайбами и кольцами на средних частотах колебаний (325–1 000 Гц) наблюдается некоторое увеличение коэффициентов потерь.

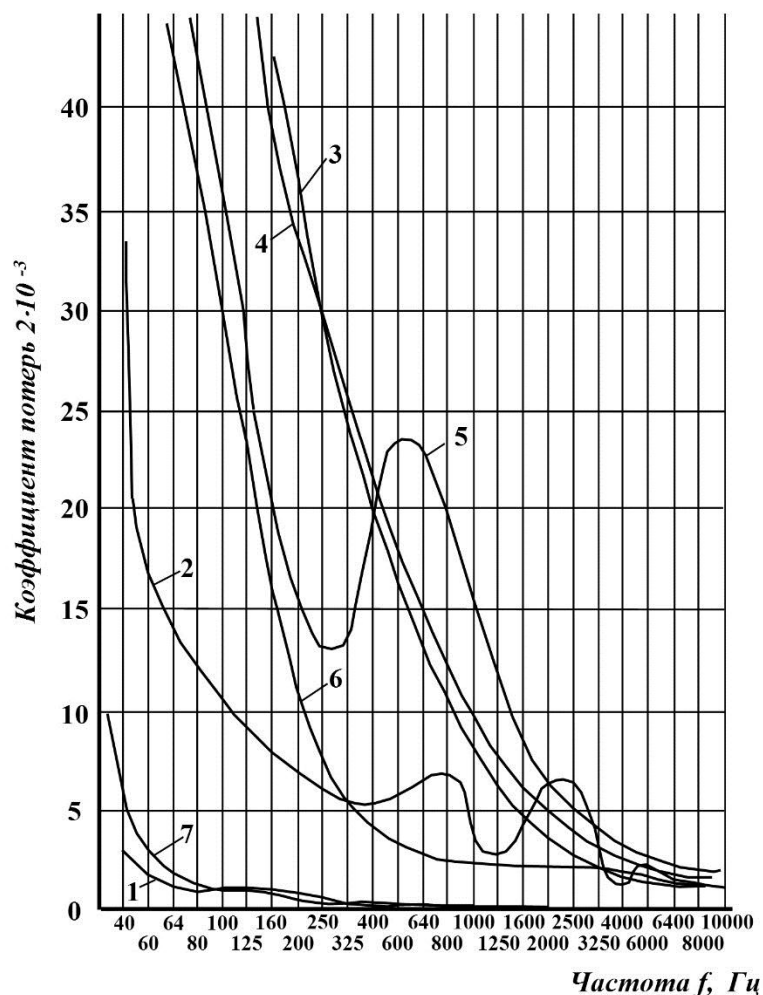


Рис. 3. Зависимость коэффициента потерь от частоты и способа демпфирования колебания диска пилы

При установке трех или четырех антивибрационных упоров с прижимными элементами из фторопласта с постоянным усилием поджатия (кривая 7) коэффициенты потерь будут меньше чем при жестком закреплении пильного диска.

Анализ результатов исследований показал, что наиболее перспективным для использования в слесерных установках следует считать применение демпфирующих дисков с воздушным зазором между ними и боковыми поверхностями пилы. Поскольку в слесерных установках часть диска пилы, выступающая над слесерным столом, участвуют в резании, можно устанавливать демпфирующие полудиски на нижнюю часть пильного диска. При этом коэффициент потерь снижается незначительно (см. кривые 3 и 4).

### Библиографический список

1. Скучик Е. Основы акустики. В 2-х частях. Ч. 1. М.: Мир, 1968. 520 с.
2. Никифаров А.С., Бурдис С.В. Распространение и поглощение звуковой вибрации на судах. Л.: Судостроение, 1968, 257 с.
3. Борьба с шумом в целлюлозно-бумажной промышленности / В.Н. Старжинский, В.К. Ким, А.Д. Лебедев, А.С. Лукашевич. М.: Лесная промышленность, 1974. 168 с.



## ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

### PROBLEMS OF SAFETY AND ECOLOGY IN WOOD PROCESSING

УДК 630\*363.7:534,612

**А.Ф. Аникеенко, А.А. Гришкевич, Т.А. Машорипова**  
(A.F. Anikeenko, A.A. Grishkevich, T.A. Mashoripova)  
(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ HE 561 STA JENZ НА УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

#### RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MODES OF OPERATION OF CHIPPERS HE 561 STA JUNK FOR SOUND PRESSURE LEVEL

*Были рассмотрены безопасные для окружающей среды технологические режимы эксплуатации рубительной машины. Были проведены измерения в промышленных условиях уровня звукового давления.*

*Were considered safe for the environment technological modes of operation of the chipper. The sound pressure level was measured in industrial conditions.*

*Вибрации и шум* – одни из важнейших показателей влияния оборудования на окружающую среду.

*Звук* – физическое явление, представляющее собой распространение в виде упругих волн механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде.

Рубительная машина HE 561 STA JENZ является стационарным оборудованием для измельчения древесных отходов (без сортировки по породам) в топливную щепу.

На рисунке 1 представлена кинематическая схема рубительной машины HE 561 STA JENZ.

Схема взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом представлена на рисунке 2 (согласно руководству по эксплуатации) [1].

Для анализа режимов эксплуатации рассчитаем скорость главного движения режущей кромки лезвия, м/с [2]:

$$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр резания, мм; согласно техническим характеристикам  $D = 830$  мм;  
 $n$  – частота вращения измельчающего ротора,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n = 596 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V = \frac{3,14 \cdot 820 \cdot 596}{60 \cdot 1000} = 25,6 \text{ м/с}$$

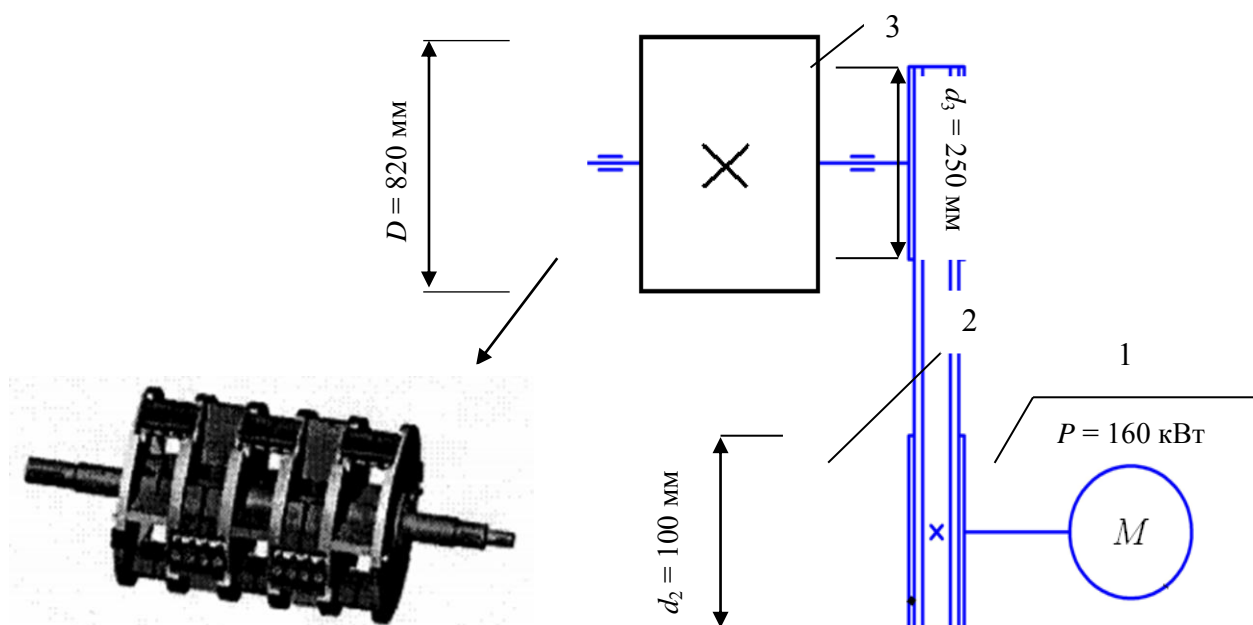


Рис. 1. Кинематическая схема рубительной машины HE 561 STA JENZ:  
1 – двигатель механизма резания; 2 – ведущий шкив ременной передачи;  
3 – ведомый шкив ременной передачи



Рис. 2. Схема взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом

Рубительная машина оснащена подающим конвейером, скорость подачи которого регулируется в диапазоне 0–19,3 м/мин. Данная машина эксплуатируется на максимальной скорости подачи 19,3 м/мин с целью обеспечения максимальной производительности. Дальнейшие измерения шумовых воздействий на окружающую среду велись по максимальным показателям скорости подачи и скорости резания.

Таким образом, зная скорости подачи и скорость главного движения режущей кромки, можно рассчитать скорость резания по следующей формуле [2], м/с:

$$V_e = \sqrt{V^2 + V_s^2 + 2V^2 V_s^2 \cos \varphi_m}, \quad (2)$$

где  $V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$\varphi_m$  – угол технологический, град, между  $V_s$  и  $V$ .

Схема фрезерования древесины показана на рисунке 3.

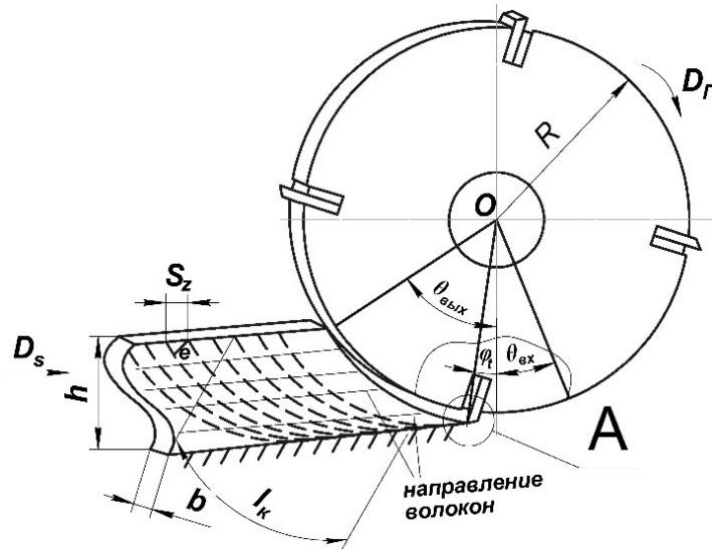


Рис. 3. Схема фрезерования древесины

Схема составляющих силы резания представлена на рисунке 4.

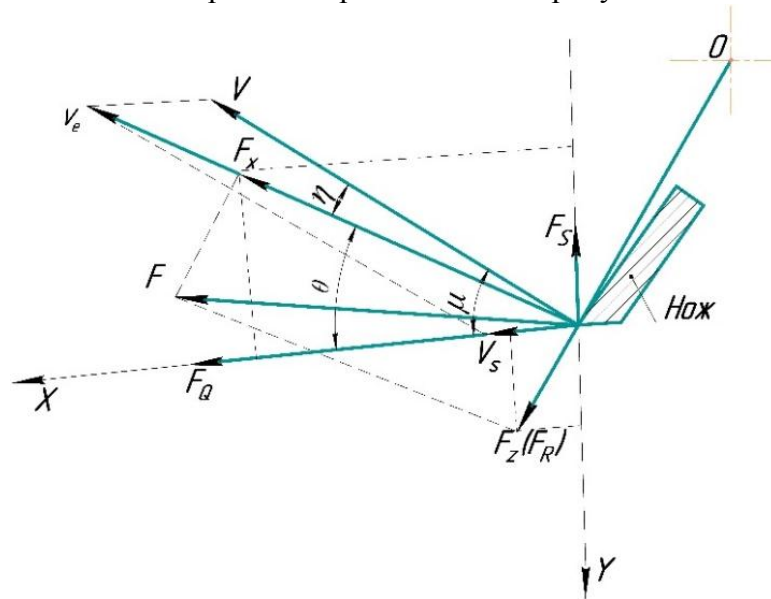


Рис. 4. Схема составляющих силы резания

Так как рубительная машина может эксплуатироваться с несколькими скоростями подачи, то произведем расчет скорости резания с учетом всех режимов.

Рассчитаем угол скорости резания  $\eta$  по следующей формуле [2]:

$$\eta = \operatorname{arctg} \frac{V_s \sin \mu}{V + V_s \cos \mu} \quad (3)$$

где  $\mu$  – угол подачи средний, град.

$$\mu = \operatorname{arcsin} \sqrt{\frac{h}{D}} \mu \quad (4)$$

Рассчитанные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Режимы работы рубительной машины HE 561 STA JENZ

Параметр	Значение			
Скорость резания, $V_e$ , м/с	25,6	25,7	25,8	25,9
Скорость подачи, $V_s$ , м/мин	5	10	15	19,3
Угол подачи, $\mu$ , град	62,9			
Угол скорости резания, $\eta$ , град	0,2	0,33	0,49	0,64

По полученным данным построим график зависимости угла резания скорости резания от скорости подачи. Увеличение угла резания  $\eta$  будет влиять на уменьшение удельной мощности на резание, так как резание будет переходить с торцевого на продольно-торцевое (рис. 5).

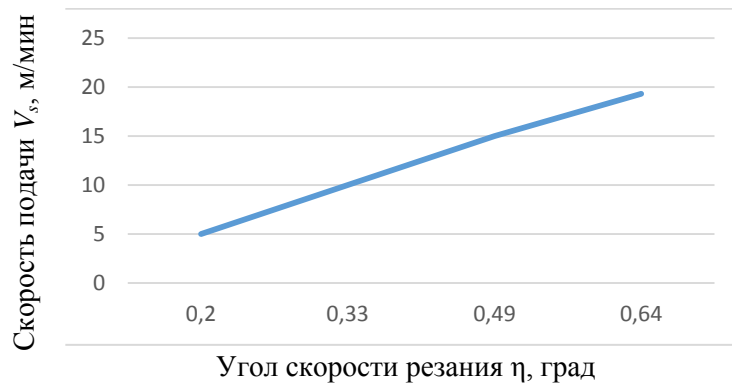


Рис. 5. График скорости подачи

Измерения шумовых характеристик проводились прибором «ЭКОФИЗИКА-110А» по схеме, приведенной на рисунке 6.

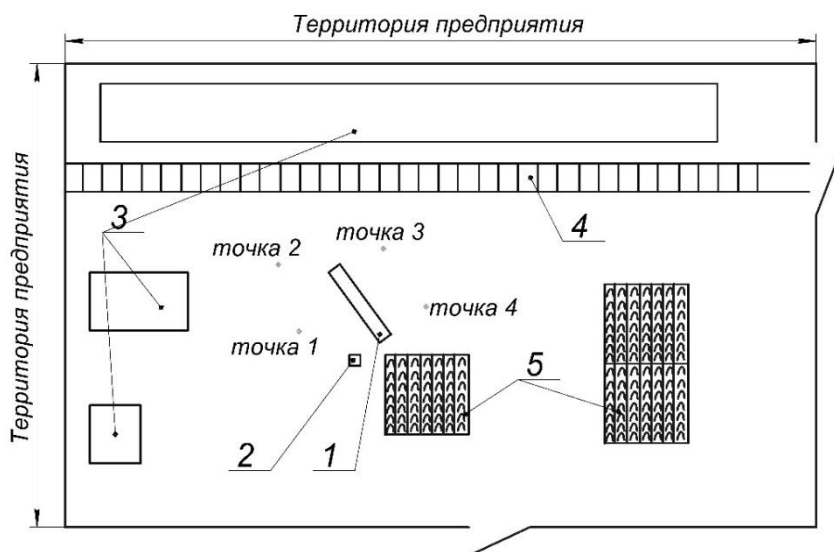


Рис. 6. Схема расположения объектов:  
 1 – рубительная машина; 2 – манипулятор; 3 – здания; 4 – железнодорожные пути;  
 5 – буферный запас исходного сырья для дробления

Уровень звукового давления – выраженное в логарифмических единицах отношение среднего квадратического значения звукового давления в определенной полосе частот к стандартизированному исходному значению звукового давления; измеряется в дБ (децибелах) и определяется по формуле (5) [3]:

$$L = 20 \lg p/p_0, \quad (5)$$

где  $L$  – уровень звукового давления, дБ;

$p$  – среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па;

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ , Па – исходное значение звукового давления в воздухе.

Рассчитаем уровни звукового давления (рис. 7) по формуле (5), и полученные значения сведем в таблицу 2.

Таблица 2

Уровень звукового давления

№ точки	$n$ , мин <sup>-1</sup> (V, м/с)	Вид движения	Показания	Среднее квадратическое значение	Уровень звукового давления
1	596 (25,6)	Х. х	SLOW	58,6 685	80,41 275
			FAST	59,30 917	80,49 765
		Р. х.	SLOW	74,86 658	82,31 864
			FAST	75,53 371	82,388
2	596 (25,6)	Х. х	SLOW	66,1 628	81,35 251
			FAST	66,8 447	81,43 267
		Р. х.	SLOW	71,44 559	81,95 302
			FAST	72,86 153	82,10 643
3	596 (25,6)	Х. х	SLOW	57,82 103	80,29 901
			FAST	63,20 193	80,99 461
		Р. х.	SLOW	73,2 366	82,14 657
			FAST	73,53 748	82,17 862
4	596 (25,6)	Х. х	SLOW	59,75 545	80,55 626
			FAST	60,54 466	80,65 882
		Р. х.	SLOW	76,06 227	82,44 251
			FAST	77,01 159	82,53 947

Измерения шумовых воздействий проводились на открытом воздухе в пяти точках, расположенных вне звуковой тени на расстоянии не более 50 м друг от друга и на высоте  $(1,2 \pm 0,1)$  м и  $(1,5 \pm 0,1)$  м над уровнем поверхности территории.

В связи с тем что измерения проводились на открытой площадке, были определены метеорологические условия (скорость ветра, температура воздуха,

влажность, атмосферное давление) с помощью соответствующих средств измерений, удовлетворяющих следующим требованиям [4]:

1) приборы для измерения скорости ветра (например, анемометр) должны иметь диапазон измерений не менее 1–10 м/с и погрешность не более  $\pm 0,5$  м/с (использовался прибор *Testo 417*, анемометр со встроенной крыльчаткой);

2) приборы для измерения температуры воздуха (например, термометр) должны иметь погрешность не более  $\pm 1$ ;

3) приборы для измерения относительной влажности воздуха (например, гигрометр) должны иметь погрешность не более  $\pm 2$  % (использовался гигрометр психрометрический «ВИТ-1» со встроенным термометром);

4) приборы для измерения атмосферного давления (например, барометр) должны иметь погрешность не более  $\pm 2$  мм рт. ст (использовался барометр «БАММ-1»). Измеренные метеорологические показания приведены в таблице 3.

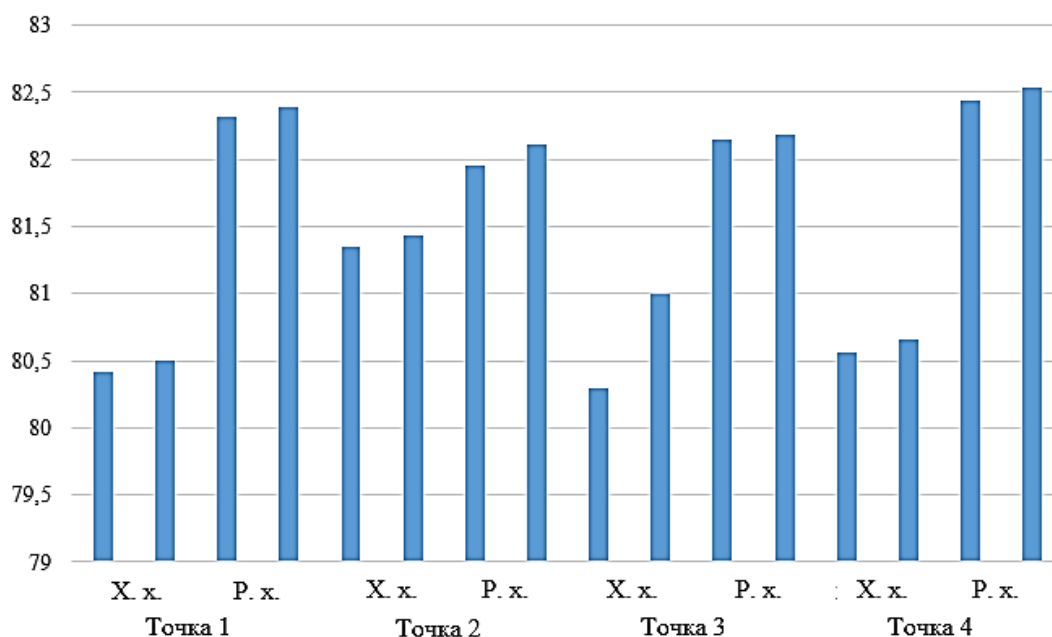


Рис. 7. Диаграмма уровней звукового давления на холостом и рабочем ходу

Таблица 3

### Метеорологические показания

Параметр	Значение
Температура воздуха, °С	-3
Скорость ветра, км/ч	11,7
Атмосферное давление, мм рт. ст.	755
Влажность, %	79

#### Выводы

Проведенные научно-исследовательские работы показали, что рубительная машина HE 561 STA JENZ эксплуатируется на технологических режимах, установленных технической документацией на оборудование. На режимах эксплуатации при максимальной скорости подачи  $V_s = 19,3$  м/мин и скорости резания составляет около 26 м/с значения шумовых воздействий на холостом ходу и на рабочем ходу в рассматриваемом диапазоне октавных полос от 315 до 2150 Гц, не превышают

предельно допустимых значений согласно ГОСТу 12.1.003-83 на промышленных территориях. Рассматриваемые факторы при лабораторных исследованиях по безопасности рубительной машины HE 561 STA JENZ показали безопасность эксплуатации машины и отсутствие вредных факторов, влияющих на окружающую среду.

## Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации рубительных машин типа HE 561 STA фирмы JENZ.
2. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 303 с.
3. ГОСТ 12.1.028. Система стандартов безопасности труда (ССТБ). Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод. Введ. 1994-01-07. М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1983. 12 с.
4. Соснина Е.Б. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности. М.: Эко-Прогноз, 1992. 33 с.

УДК 676:628.517.2

**В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов**

(V.N. Starzhinskiy, S.V. Sovina, S.N. Sychugov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: vsn@usfeu.ru, sovinasv@e1.ru

## **СНИЖЕНИЕ ШУМА ОБОРУДОВАНИЯ ЦБП С УДАРНЫМИ НАГРУЗКАМИ ЗА СЧЕТ УСТАНОВКИ ИЗЛУЧАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА УПРУГОЕ ОСНОВАНИЕ**

### **PPI EQUIPMENT WITH IMPACT LOADS NOISE REDUCTION DUE TO INSTALLATION OF RADIATING SURFACES ON THE ELASTIC FOUNDATION**

*Рассмотрены вопросы возникновения и пути снижения ударного шума оборудования ЦБП.*

*Issues of arising and ways of reduction of shock noise in PPI equipment was considered.*

Многие источники шума на предприятиях ЦБП представляют собой комбинации угловых соединений пластин различной или равной толщины, образующие замкнутые объемы в виде кожухов рабочих органов машин, подвергающихся ударным нагрузкам.

С позиций теории колебаний они представляют собой сложные колебательные системы, строгий расчет звукового поля которых практически невозможен.

Инженерный подход к указанной задаче предполагает определенные упрощения в модели расчета. Допустимые пределы упрощений определены сравнением экспериментальных и расчетных значений излучаемого шума.

Изгибные волны, возбуждаемые ударом в плоском элементе машины, излучаются в виде звука. Часть энергии колебаний передается на сопряженные с возбужденным элементом пластины, которые также излучают звук.

Шум ударного происхождения, возникающий в различных видах оборудования ЦБП, может быть снижен несколькими путями. Во-первых, снижением величины ударной нагрузки или увеличением времени ударного взаимодействия. Так работают устройства для снижения шума рубительных машин. Во-вторых, путем увеличения коэффициентов потерь конструктивных элементов оборудования, являющихся излучателями ударного шума. На этом принципе основаны конструкции демпфирующих устройств для снижения шума круглых пил слесерных установок и режущих ножей ПРС. В-третьих, применением слоистых конструкций с упругим промежуточным слоем. Так выполнена конструкция загрузочного лотка рубительной машины.

Шум других видов оборудования ЦБП может быть снижен путем установки излучающих под действием ударов элементов машин на упругое основание. Это, например, элементы в виде пластин пересыпных лотков слесерных установок окорочных барабанов, боковые стенки кожухов рубительных машин. Все эти элементы могут устанавливаться на фундаменты через упругий слой.

Вопросы снижения ударного шума впервые возникли и начали разрабатываться для перекрытий в строительстве.

Для снижения ударного шума перекрытия в строительстве устраивают полы на упругом основании («плавающие» полы). Расчетная схема перекрытия с полом представляет собой систему двух шарнирно опертых по контуру прямоугольных плит, разделенных упругим слоем (рис. 1). Считается, что слой не воспроизводит сдвиговых усилий. В этом случае движение плит описывается системой двух уравнений [1].

$$\begin{aligned} D_1 \nabla^2 \vec{\omega}_1 - \nabla^2 \vec{\omega}_1 + m_1 \ddot{\omega}_1 &= P - k(\omega_1 - \omega_2), \\ D_2 \nabla^2 \vec{\omega}_2 - \nabla^2 \vec{\omega}_2 + m_2 \ddot{\omega}_2 &= k(\omega_1 - \omega_2). \end{aligned} \quad (1)$$

где  $D_1, D_2$  – цилиндрические жесткости плит при изгибе;

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \text{ – оператор Лапласа;}$$

$\omega_1, \omega_2$  – перемещения пластин, м;

$m_1, m_2$  – поверхностные веса пластин, Н;

$P$  – внешняя нагрузка.

$k$  – приведенный коэффициент жесткости упругого основания в  $\text{Н/м}^3$ ;

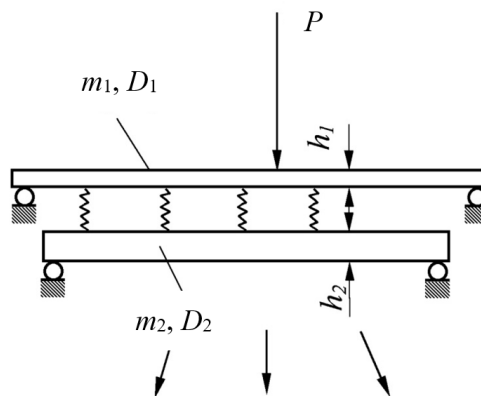


Рис. 1. Расчетная схема перекрытия с «плавающим» полом

Полученные формулы изоляции ударного шума в своей основе имеют выражение для виброизоляции колебаний системы с одной степенью свободы на фундаменте конечной или бесконечной массы. В различных частотных диапазонах учитывается



влияние подвижности нижней плиты, соотношения жесткостей верхней и нижней плит, образования волн в упругих прокладках и пр.

Опыт использования упругого основания для снижения шума оборудования ЦБП показывает, что расчет его акустической эффективности по существующим методикам для «плавающих» полов дает результаты совершенно не согласующиеся с результатами экспериментов, причем расхождения в некоторых диапазонах частот достигают 15–20 дБ и более.

Ни в одном диапазоне частот не наблюдается снижения шума, предсказываемого теорией [1] – 12 дБ на октаву. Это говорит о том, что исходные и расчетная модель в этом случае отличаются от тех, что приняты при расчете «плавающих» полов.

Величина снижения ударного шума при установке пластины на упругое основание определяется разностью между уровнями шума, излучаемого однослойной пластиной и уровнями шума, который возникает после устройства упругого основания, или же, учитывая равенство уровней звукового давления уровням колебательной скорости пластины, – разностью уровней колебательной скорости однослойной пластины на упругом основании.

Расчетная схема пластины на упругом основании представлена на рисунке 2.

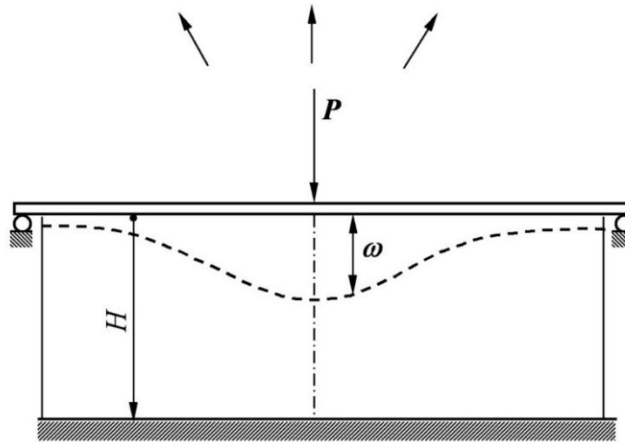


Рис. 2. Расчетная схема пластины на упругом основании

Действие пластины может быть описано дифференциальным уравнением вынужденных колебаний плиты на упругом однослойном основании [2].

В окончательном виде получена зависимость для определения величины снижения ударного шума, излучаемого элементами оборудования, за счет их установки на упругое основание, дБ:

$$\Delta L = 20 \lg \frac{m^*}{m_1} + 20 \lg f - 10 \lg(t_1^2 + \eta k D) - 10 \lg \left( \frac{Sk}{m_0 t_1^2} + \frac{1}{m_0 t_1} \right) + 8, \quad (2)$$

где  $m^* = m_1 + m_0$ , где  $m_0$  – масса, приходящаяся на единицу площади упругого основания, кг;  $m_1$  – масса единицы площади поверхности пластины, кг;

$f$  – среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц;

$t_1$  и  $k$  – упругие характеристики основания;

$\eta$  – коэффициент потерь;

$D = \frac{E h^3}{12(1-\mu)}$  – цилиндрическая жесткость пластины (Н/м), где  $E$  – модуль упругости материала пластины, Н/м<sup>2</sup>;  $h$  – толщина пластины, м;  $\mu$  – коэффициент Пуассона;

$S$  – площадь пластины, м<sup>2</sup>.

Снижение ударного шума идет со скоростью 6 дБ на октаву. Кроме того, большую роль в снижении ударного шума играет объемный вес упругого основания и его упругие характеристики.

Исследования эффективности снижения ударного шума упругим основанием и слоистыми конструкциями проводились на экспериментальных пластинах, имитирующих секцию стенок кожуха рубительной пластины. Для возбуждения шума использовалось ударное устройство, позволяющее менять частоту ударного возбуждения.

Опыты, проведенные с пластинами, установленными на жесткий фундамент через упругий слой (упругое основание), показали хорошее согласование результатов экспериментов с теоретическими положениями.

Так, например, установка экспериментальной пластины, имитирующей секцию стенки кожуха рубительной машины, на упругое основание, состоящее из сплошного слоя резины толщиной 10 мм с динамическим модулем упругости  $8 \cdot 10^6$  н/м<sup>2</sup>, приводит к снижению уровней ударного шума во всем диапазоне нормируемых частот (рис. 3), причем абсолютные значения величины снижения ударного шума достаточно хорошо согласуются с расчетными величинами, полученными по формуле (2).

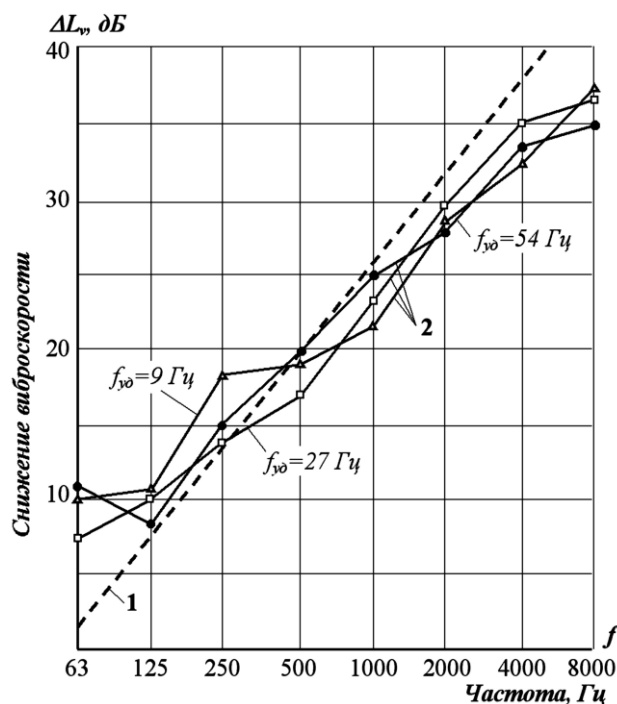


Рис. 3. Снижение виброскорости пластины толщиной 4 мм за счет установки на упругое основание при различной частоте ударов ( $f_{yo}$ ):  
1 – расчет по формуле (3); 2 – эксперимент

Полученные результаты работы могут быть использованы при акустических расчетах оборудования в других отраслях промышленности.

### Библиографический список

1. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. М.: Стройиздат, 1969. 184 с.
2. Власов В.З., Леонтьев И.М. Балки, плиты и оболочки на упругом основании. М.: Физматгиз, 1960. 491 с.

УДК 676:628.517.2

**В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов**

(V.N. Starzhinskiy, S.V. Sovina, S.N. Sychugov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: vsn@usfeu.ru, sovinasv@e1.ru

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА  
В ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛАХ  
ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF NOISE REDUCTION  
IN LINED CANALS WITH VARIABLE CROSS-SECTION**

*Получены осредненные характеристики затухания звука в облицованных каналах переменного сечения на длине одного калибра, позволяющие проводить инженерные расчеты эффективности глушителей шума оборудования ЦБП.*

*Obtained averaged characteristics of attenuation of sound in lined channels with variable section at the length of one caliber, enable engineering calculations of noise silencer efficiency in pulp and paper industry.*

Часто шум, возникающий при работе оборудования целлюлозно-бумажного предприятия (ЦБП), распространяется на рабочее место или в соседние помещения по каналам. К таким каналам можно отнести, например, загрузочные лотки рубительных машин, молотковых мельниц, каналы вакуумных систем, пересыпные узлы между слешерными установками и окорочными барабанами в случае их установки в отдельных помещениях.

Специфическими особенностями этих каналов является то, что они в большинстве случаев имеют переменное поперечное сечение. Многие из этих каналов служат для центрирования и направления по ним материала к рабочим органам оборудования. Если облицевать эти каналы звукопоглощающим материалом, превратив их в глушители активного типа, то возникает проблема защиты облицовки от механических повреждений перемещаемых по ним материалов.

Облицованные каналы переменного сечения, применяемые для снижения шума оборудования ЦБП, представляют собой активные глушители. Известно большое число работ, посвященных распространению и затуханию звука в облицованных каналах постоянного сечения. Обычно задача сводится к решению волнового уравнения при тех или иных граничных условиях на стенках канала. Теоретический анализ звукового поля в канале переменного сечения показал, что оно представляет собой сумму однородных и неоднородных цилиндрических волн разных типов.

Целью экспериментальных исследований было создание проверенных конструкций глушителей, определение их характеристик затухания для проверки теоретических положений затухания звука в каналах переменного сечения.

Экспериментальный канал был изготовлен из щитов следующей конструкции. Каркас щитов сделан из деревянных брусьев сечением  $50 \times 50$  мм, на которые с двух сторон набиты листы фанеры толщиной 6 мм. Стенки, обращенные внутрь канала, имели перфорацию. В качестве звукопоглощающего материала было использовано ультратонкое стекловолокно (УТВ 20). Маты из УТВ закладывались в промежутки между внутренней и наружной стенками щитов.

Благодаря шарнирному креплению одного из щитов канала можно было менять угол раствора  $\alpha$  в пределах  $0-60^\circ$  для выявления его влияния на степень затухания звука. Горло канала имело размеры  $150 \times 150$  мм. Длина канала принята равной 2 м. Звукоизолирующая способность щитов составляет около 35 дБ.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1. Она включает в себя исследуемый канал, звуковоспроизводящую и звукоизмерительную аппаратуру, переходный канал, выходной демпфер.

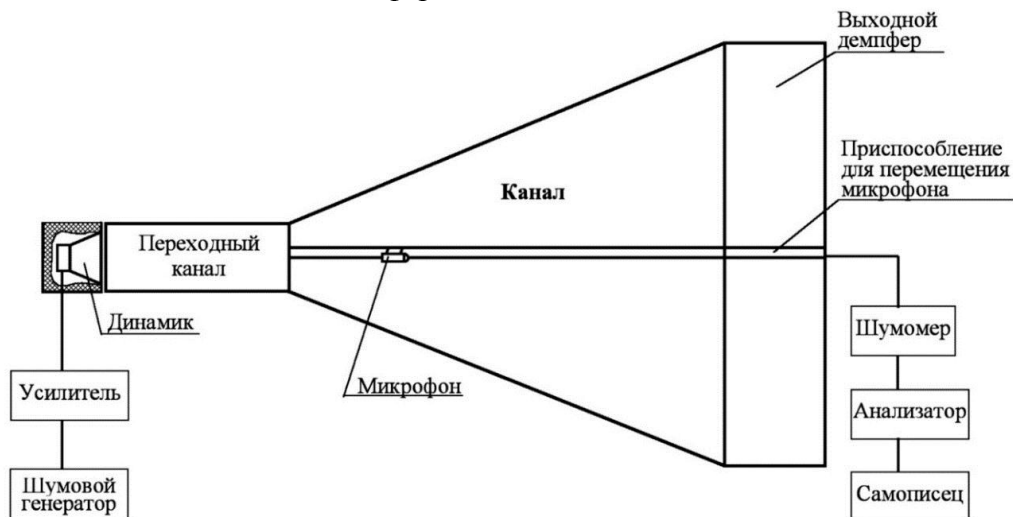


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования затухания звука в канале переменного сечения

Звук подавался к исследуемой модели с динамика через переходный канал. Динамик располагался в звукоизолированном кожухе, который плотно через войлочную прокладку соединялся с переходным каналом. Напряжение на вход динамика подавалось с генератора «белого» шума или со звукового генератора (испытания проводились как на сплошном шуме, так и на синусоидальных тонах) через специальный усилитель.

Переходный канал имел длину 1 м и предназначался для установления плоских звуковых волн при входе в модель. Выходной демпфер располагался за исследуемой моделью и служил для уменьшения влияния отраженных волн на результаты измерений. Уровни звукового давления в различных точках модели измерялись шумомером, микрофон которого соединялся с прибором при помощи кабеля. Анализ шума производился 1/3-октавным анализатором спектра шума. Спад уровня звукового давления по длине модели записывался на ленту самописца.

Микрофон перемещался по нити, натянутой вдоль оси канала, а при замерах в устье канала и при замерах на высоких частотах не использовался акустический зонд.

Затухание звука в прямых каналах на низких частотах может быть оценено по изменению уровня звукового давления вдоль канала, а на высоких частотах – по изменению уровня звуковой мощности между двумя сечениями. Так как поперечные размеры устья и горла различны, то затухание  $\Delta \epsilon$  определялось по формуле:

$$\Delta \epsilon = \bar{L}_1 - \bar{L}_2 + 10 \lg \frac{F_1}{F_2}, \quad (1)$$

где  $\bar{L}_1$  и  $\bar{L}_2$  – соответственно средний уровень звукового давления в  $i$ -й полосе частот в сечении горла и устья модели;

$F_1$  и  $F_2$  – площади поперечного сечения горла и устья канала.

Постоянство затухания звука в канале при различных углах раствора подтверждают ранее полученные теоретические выводы. За единицу длины канала принимается величина калибра, который определяется по формуле:

$$d_э = \frac{4 F}{\Pi}, \quad (2)$$

где  $F$  – площадь проходного сечения;  
 $\Pi$  – периметр облицованной части.

Влияние перфорации на затухание звука производилось при коэффициентах перфорации  $K = 0,055; 0,22$  и  $1$ . Диаметр отверстий перфорации был равен  $4$  мм.

Полученные таким образом осредненные частотные характеристики затухания на длине одного калибра при различных  $K$  даны на рисунке 2. Эти данные получены для толщины облицовки, равной  $50$  мм.

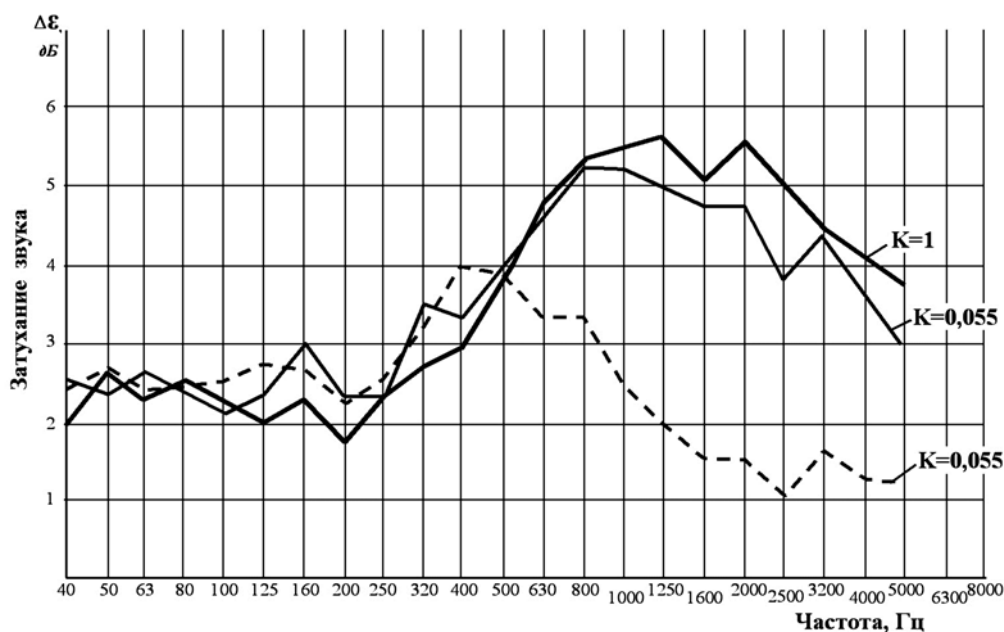


Рис. 2. Осредненная характеристика звука на длинах одного калибра при различных коэффициентах перфорации экрана  $K$

При исследованиях менялась также плотность набивки звукопоглотителя. Однако изменения характеристик затухания не наблюдалось.

Затухание в канале практически не зависит от рода звука, на котором проводились испытания. Измерения на «белом» шуме и на чистых синусоидальных тонах дали один и тот же результат. Это говорит о том, что характеристика звукопоглощающего канала полностью определяет изменение величины и характера шума в том или ином помещении после его установки.

В результате исследований установлено, что затухание звука в облицованном канале переменного поперечного сечения не зависит от угла раствора и постоянно на единицы длины.

Коэффициент перфорации экрана поглотителя влияет на характеристику затухания звука в канале и при его увеличении сдвигает максимум затухания в высокочастотную область, увеличивая при этом абсолютную величину затухания (особенно в высокочастотной области спектра).

При коэффициенте перфорации больше 0,2 (диаметр отверстий перфорации – 4 мм) его изменение почти не влияет на частотную характеристику затухания в канале.

Исследовано влияние жалюзийной защиты облицовки на характеристики затухания звука в глушителе. Затухание звука в глушителе зависит от угла наклона жалюзи перед звукопоглощающей облицовкой. Однако это влияние при положительных углах незначительно.

Применение жалюзи с изменяющимся углом наклона для изменения характеристик затухания глушителей нецелесообразно. Для этой цели целесообразней использовать перфорированные экраны перед звукопоглощающим материалом.

Получен массив экспериментальных данных затухания звука в облицованных каналах на длине одного калибра, позволяющий проводить инженерные расчеты эффективности глушителей шума оборудования ЦБП.

Расчеты затухания звука в облицованных каналах, проведенные по полученным теоретическим зависимостям, удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов.

Проведенные исследования позволяют дать качественную оценку влияния различных геометрических и конструктивных факторов на затухание звука в облицованных каналах переменного сечения.

Результаты этих исследований можно использовать, например, при проектировании и изготовлении такого оборудования, как рубильные машины и молотковые мельницы.

### **ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

### **PROBLEMS OF PROFESSIONAL EDUCATION AND ENGINEERING IN THE WOODWORKING**

УДК 378

**В.А. Калентьев<sup>1</sup>, Л.Т. Раевская<sup>2</sup>**

(V.A. Kalent'ev<sup>1</sup>, L.T. Raevskaya<sup>2</sup>)

(<sup>1</sup>УрИ ГПС МЧС России; <sup>2</sup>УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: volf.vak@gmail.ru, smtm@usfeu.ru

### **АКТИВНАЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ОБУЧЕНИЯ**

### **ACTIVE COGNITIVE ACTIVITY OF AS A BASIS OF TRAINING**

*Настоящий доклад посвящен краткому обзору активных и интерактивных форм обучения при изучении технических дисциплин; новые технологии способствуют формированию необходимых компетенций у обучающихся.*

*This report provides a brief overview of active and interactive forms of training in studying of technical disciplines, new technologies contributes to the formation of the necessary competencies in students.*

В настоящее время в процесс изучения дисциплины «Техническая механика» в вузе с целью активизации самостоятельной познавательной деятельности и успешного формирования исследовательских компетенций наряду с активными методами обучения внедряются интерактивные методы. Необходимость применения данных методов обусловлена также ограниченностью учебного времени на освоение технических дисциплин [1].

*Самостоятельная познавательная деятельность* – это мотивационный, целенаправленный, самоорганизованный процесс познания в области чтения схем и чертежей, выполнения, анализа и контроля технической документации, направленный на овладение исследовательскими компетенциями и на развитие способностей личности будущего инженера [2].

Преподаватели технических дисциплин обязаны помочь обучающимся понять цели изучения предмета. Для этого образовательная программа должна обеспечивать проблемный, исследовательский характер обучения, мотивируя будущих выпускников на приобретение требуемых компетенций. В значительной степени этому способствуют задания с разбором конкретных ситуаций [3, 4].

Процесс преподавания технических дисциплин в вузе должен быть таким, чтобы уже на первых этапах обучения обеспечить конкретное понимание обучающимся конечных целей. Иными словами, молодые люди должны видеть свой путь движения к приобретаемой в вузе профессиональной компетентности.

В понятие компетенции входят модули: знания, умения, навыки и личностные качества. *Модульная образовательная программа* – совокупность и последовательность модулей, направленная на овладение компетенциями, необходимыми для присвоения квалификации [5]. Образовательная программа должна обеспечивать в большей части проблемный, исследовательский характер обучения, мотивируя человека на приобретение требуемых компетентностей.

Формирование компетенций должно осуществляться при обязательном использовании в образовательном процессе активных методов обучения. Активные методы обучения техническим дисциплинам нацелены на вовлечение обучающихся в самостоятельную познавательную деятельность по овладению техническими знаниями, умениями, профессиональными компетенциями.

Активные методы разделяют на имитационные (игровые и неигровые) и неимитационные [6]. К активным неимитационным методам относятся проблемная и поисковая лекции, лекция с запланированными ошибками, учебная дискуссия, самостоятельная работа с литературой, частично поисковый метод (эвристическая беседа), тестирование и др. [6].

Приобретение компетенций основано на деятельности. Сама возможность приобретения компетенций зависит от активности обучающихся. Правильно организовать эту активность – задача современного преподавателя. Для преподавателя сегодня недостаточно быть компетентным только в своей области и уметь передавать определенную сумму знаний. И хотя новые взгляды на обучение не принимаются многими педагогами, нельзя игнорировать данные исследований, подтверждающих, что использование активных подходов является наиболее эффективным путем обучения [7].

Известно, что обучающиеся легче понимают и запоминают материал, который они изучали посредством активного вовлечения в учебный процесс. Исходя из этого,

основные методические инновации связаны сегодня с применением именно активных методов обучения. В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на такие методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и, соответственно, мотивируют свое поведение.

С этой целью обучающиеся знакомятся с основными подходами к формализации и моделированию равновесия и движения материальных тел. Например, в технической механике в задачах раздела «Статика» мы предлагаем первокурсникам не просто вычислить реакции связей, но и найти их зависимость от вида связей [1]. В разделах «Кинематика» и «Динамика» обучающиеся разными методами решают одну и ту же задачу, что расширяет их кругозор и формирует навыки решения задач [1]. В разделах аналитической механики выявляется сущность проблемы, подбирается для решения соответствующий математический аппарат [1].

В компьютерном классе кафедры тестирование по отдельным темам помогает овладению учебным материалом [1]. Кафедрой разработаны комплекты заданий на компьютерах, содержащие сотни задач по разделам таких общетехнических дисциплин, как: теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин. Они предлагаются обучающимся на этапах промежуточных аттестаций. Эти задачи требуют проведения некоторого исследования и довольно длительного расчета [1]. Все вышесказанное способствует формированию системы фундаментальных знаний, позволяющей будущему специалисту анализировать проблемы его профессиональной области, использовать на практике приобретённые им базовые знания, самостоятельно овладевать той новой информацией, с которой ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности. Таким образом формируются профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, необходимые, например, для квалификации бакалавров направления «Строительство» [8].

Активные формы обучения предполагают более интенсивное общение преподавателя и обучающихся. В то же время образовательная программа ориентирует нас на повышение роли самостоятельности молодых людей. Кроме того, общекультурные компетенции также должны формироваться при изучении технических дисциплин. Например, умение логически верно, аргументированно строить устную речь (ОК-2), культура мышления, постановка цели, саморазвитие, повышение квалификации (ОК-1, ОК-6), организационные способности, работа в коллективе. В наибольшей степени всем этим запросам современного образовательного процесса отвечают интерактивные методы обучения.

Под *интерактивными методами* понимаются «способы взаимодействия между преподавателем и участниками учебного процесса, между разнообразными управляющими средствами (компьютерами) и потребителем информации или самими обучаемыми, которые могут быть разделены на группы» [9]. Главная цель этих методов – повышение активности участников учебного процесса. Активные методы явились базой для появления интерактивных методов обучения, основанных на диалоге между преподавателем и обучающимся, как равными участниками учебного процесса [9].

Эти методы включают исследовательскую и проектировочную работу в группах, обеспечивая ее проблемно-ориентированный характер. Можно предлагать несколько заданий каждой группе, можно ограничиться одним заданием. Важно, чтобы группа нашла правильный вариант ответа, выступила с обоснованием правильности найденного результата, получила обратную связь от других групп. Необходимо приблизить систему оценивания результатов к той, что появится в будущей профессиональной практике в соответствии с требованиями ФГОС. Это предполагает,



что внешними экспертами могут быть не только преподаватели, но и обучающиеся старших курсов, работодатели, преподаватели смежных дисциплин, важных для приобретения компетентности.

Помимо индивидуальных оценок должны использоваться групповые и взаимные оценки: рецензирование работ друг друга; оппонирование защит проектов, дипломных, исследовательских работ и др.; экспертная оценка групп обучающихся, преподавателей и работодателей и другие инновационные методы контроля и оценки. Новая система контроля должна позволить молодым людям иметь более объективную оценку учебной деятельности, адекватную условиям будущей практики.

Как известно, существуют разные уровни усвоения любого учебного материала [7].

Первый уровень – *ученический*: человек имеет представление об учебном материале. Второй уровень – *репродуктивный*: обучающийся умеет решать типовые задачи, выбирать методы решения из известных ему методов. Третий уровень – *продуктивный*, когда обучающийся умеет решать нестандартные задачи, умеет знания разложить на элементы и трансформировать методы. Четвертый уровень – *исследовательский*: обучающийся может решать исследовательские задачи.

Очевидно, уровни усвоения знаний у бакалавров будут ниже чем у специалистов или магистров. Уровень магистров начинается с 3-го [1]. Важно объяснить, какой уровень усвоения материала требуется от обучающихся. Если на 2-м уровне, то и спрашивать нужно на этом же, а если спрашивать по 3-му уровню, то это уже на пять баллов. Как правило, будущие бакалавры остаются на 2-м уровне усвоения. Поднять уровень усвоения можно решением нестандартных задач и участием во внутри вузовских, городских и региональных олимпиадах, например, по теоретической механике [1].

Сочетание активных и интерактивных методов, применяемых на практических занятиях по техническим дисциплинам, помогает формированию и дальнейшему развитию проектно-конструкторских, исследовательских компетенций, являющихся частью профессиональных компетенций, что способствует становлению будущих специалистов деревообрабатывающей промышленности.

## Библиографический список

1. Раевская Л.Т., Калентьев В.А. Роль современных технологий обучения в формировании компетенций // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XII Международн. евразийск. симпозиума*. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. С. 241–245.

2. Вох Е.П. Формирование графических компетенций у будущих инженеров в самостоятельной познавательной деятельности: дис. ... канд. пед. наук / Российский государственный профессионально-педагогический университет. Екатеринбург, 2008. 189 с.

3. Раевская Л.Т., Калентьев В.А., Охупкин В.А. Исследовательская направленность обучения техническим дисциплинам в вузах // *Перспективы развития науки и образования: Вестник научных конференций*. 2018. № 6-2 (34): по мат-лам Международн. науч.-практич. конф. 30 июня 2018 г. Ч. 2. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. С. 167–168.

4. Калентьев В.А., Раевская Л.Т. Использование ситуационного анализа в обучении // *Международный журнал экспериментального образования*. 2017. № 3. С. 79–80.

5. Проектирование основных образовательных программ вуза при реализации уровневой подготовки кадров на основе федеральных государственных образовательных стандартов / под ред. С.В. Коршунова. М.: МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 212 с.

6. Интерактивные и активные методы обучения // У меня растут года: портал для педагогов и родителей. URL: <http://www.rastut-goda.ru/questions-of-pedagogy/7903-interaktivnyye-i-aktivnyye-metody-obucheniya.html> (дата обращения: 22.02.19).

7. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. М: Высшее образование, 2004. 300 с.

8. Раевская Л.Т. Профессиональные компетенции при изучении теоретической механики // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сборник науч. трудов: по мат-лам Международн. науч.-практич. конф. 31 июля 2014 г. В 6 ч. Ч. 1. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 143–144.

9. Подласый И.П. Педагогика: учеб. М.: Высшее образование, 2006. 540 с.

УДК 629.1-44, 629.11.02

**П.В. Королев<sup>1</sup>, М.М. Ратинер<sup>2</sup>**

(P.V. Korolev<sup>1</sup>, M.M. Ratiner<sup>2</sup>)

(<sup>1</sup>ИрННТУ, г. Иркутск, РФ; <sup>2</sup>«Эбилити Лтд», г. Тель-Авив, Израиль)

E-mail для связи с авторами: [tpwood@rambler.ru](mailto:tpwood@rambler.ru), [michael@ability.co.il](mailto:michael@ability.co.il)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ  
ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PREPARATION  
OF ENGINEERING STAFF FOR MACHINE-BUILDING PRODUCTIONS  
USING ELECTRONIC TRAINING**

*Рассматривается методологическое обеспечение по использованию инновационных технологий при подготовке инженерных кадров на примере изучения общеинженерных дисциплин с помощью электронного дистанционного обучения.*

*Discusses the methodological support for the use of innovative technologies in the preparation of engineering personnel on the example of studying engineering disciplines using electronic distance learning.*

Были подробно рассмотрены тенденции развития высшего технического образования в России [1], суть которых в следующем: экзамены по общеинженерным дисциплинам заменяются на зачеты, курсовые проекты отменяются, количество лекционных часов сокращается в два или три раза, издание учебных пособий на бумажных носителях становится роскошью.

Также в этой работе были приведены статистические данные о том, что 54 % поступивших в университет абитуриентов имели баллы ЕГЭ по математике на уровне 2 и 3 по пятибалльной системе оценивания, а 46 % – на уровне 4 и 5.

Такой подход к подготовке инженерных кадров может привести к тому, что российские инженеры смогут только эксплуатировать зарубежную технику, а создавать отечественные образцы машиностроительной продукции им будет уже не под силу.

Но самое главное в том, что эта плачевная ситуация ежегодно только ухудшается: второй год подряд до сотрудников всех кафедр доводятся «плановые показатели». Они отражены в документе: «Плановые показатели на 2018–2019 учебный год по текущей деятельности по кафедре (название кафедры)».

В «Плановых показателях...» требуют от преподавателя обеспечить уровень успеваемости не ниже 85 %, а уровень отчисляемых за неуспеваемость не более 10 %. Преподаватели, которые не обеспечат плановых показателей, лишаются премий.

Изучение общепрофессиональных дисциплин, таких как: механика, прикладная механика, техническая механика, теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин – требует от обучающегося знания математики на уровне 4 и 5.

Анализ успеваемости семи групп обучающихся-механиков (180 человек) трех разных специальностей («сварщиков», «автомехаников» и «горняков») по общепрофессиональным дисциплинам показал, что сессию в срок сдал в среднем 51 % обучающихся. По сложившейся многолетней практике обучающиеся, которые не сдали сессию в срок, сдают свои долги в следующем семестре. Успеваемость в этом случае увеличилась уже до 78 %. Такая ситуация наблюдается на многих кафедрах.

Часть преподавателей сделали свой выбор и быстро перестроились: успеваемость во время сдачи сессии у них возросла до 95 и даже 100 %. Я ни в коем случае не осуждаю этих преподавателей: раз руководство университета интересуется не качеством и уровнем знаний обучающихся, а процентом успеваемости, то преподаватели выполняют то, что от них требуют.

Правда, иногда случаются курьезные случаи: преподаватель жалуется, что не может добиться 100 % успеваемости, он готов поставить положительную оценку за экзамен, но обучающийся не был на его занятиях ни разу, и даже не идет получать положительную экзаменационную оценку.

Таким образом, низкий уровень успеваемости обучающихся во время сессии (51 %) объясняется следующими причинами:

- 54 % обучающихся имели балл ЕГЭ по математике на уровне 2 и 3 по пятибалльной системе оценивания, так как большинство из них приехали из деревень, поселков и небольших городков Иркутской области, Забайкальского края и Республики Бурятия, где в школах не всегда даже бывают профильные учителя;
- до 15 % обучающихся вынуждены совмещать учебу и работу, так как родители не могут обеспечить их финансово, и число таких обучающихся ежегодно увеличивается из-за роста бедности в стране;
- в некоторых группах от 10 до 25 % контингента составляют обучающиеся из таких стран, как Монголия, Таджикистан, Узбекистан, Туркмения. У большинства из них низкий уровень школьной подготовки накладывается на плохое знание русского языка.

Для новых исследований была выбрана целевая группа обучающихся в количестве 212 человек (9 учебных групп), решивших связать свою будущую деятельность с нефтедобычей. Эта группа обучающихся также имеет вышеперечисленные проблемы при обучении, но обладает одной особенностью. Суть особенности в следующем: родители у 95 % обучающихся никак не связаны с нефтедобычей, а сами обучающиеся часто подчеркивают, что их будущая зарплата в несколько раз, а то и на порядок будет превышать зарплату молодых специалистов в Иркутске, которая в настоящее время составляет 15, 20 и очень редко 25 тыс. рублей. Эти обучающиеся понимают, что получение специальности, связанной с нефтедобычей, является их единственным шансом подняться по ступенькам социального лифта в жизни. В связи с этим у них имеется высокий стимул к получению

высшего образования, которое им даст «возможность устроиться на высокооплачиваемую и престижную работу и получать высокую зарплату». А высокая зарплата позволит «купить родителям то, чего у них сейчас нет, позволит быть финансово независимым человеком, материально помогать родителям, иметь возможность путешествовать по стране и миру, поднять на ноги младшую сестру, содержать в будущем свою семью и т. д.».

Часть обучающихся из стран Средней Азии являются старшими детьми в многодетных семьях и согласно их традициям должны помогать не только родителям, но и младшим братьям и сестрам, когда закончат обучение, вернуться на родину и начнут работать. Другая часть начинает оформлять гражданство РФ во время учебы.

Для решения проблем выбранной целевой группы обучающихся была поставлена следующая цель: разработать методологическое обеспечение по использованию инновационных технологий при подготовке инженерных кадров при изучении комплекса общеинженерных дисциплин с применением электронного дистанционного обучения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы три следующие задачи:

- 1) повышение качества образования;
- 2) повышение успеваемости;
- 3) мотивирование обучающихся на приобретения знаний.

Для решения каждой из трех задач были разработаны и выполнены соответствующие мероприятия.

Например, для повышения качества образования и успеваемости был подготовлен Проект Служебной записки с конкретными предложениями для руководства университета. Авторы обратились с просьбой к обучающимся помочь в редактировании предложений Проекта по повышению успеваемости и разместили текст Проекта на двух электронных площадках:

- 1) на сайте ИрНИТУ по адресу: <https://int.istu.edu/extranet/> – в профиле «Живая лента»;
- 2) на сайте «ВКонтакте» по адресу: <https://vk.com/id484117991>.

За месяц данный Проект просмотрели более 100 человек на сайте ИрНИТУ и более 1 000 человек «ВКонтакте». Предложения авторов и обучающихся приводим в тезисной форме.

### *Предложения авторов по повышению качества образования и успеваемости:*

1. Низкая успеваемость и большой процент отчисляемых объясняется тем, что половина поступивших в ИрНИТУ имела оценку ЕГЭ по математике на уровне 2 и 3.

2. Многолетняя ежегодная преподавательская практика показывает, что 50 % обучающихся сдает предметы текущей сессии в следующем семестре. Предлагаем «расширить» временные рамки для сдачи экзаменов без последствий для обучающихся. В этом случае университет должен будет оплачивать преподавателям время, потраченное ими на дополнительные консультации в следующем семестре, так как университет принимает абитуриентов с очень низкими баллами ЕГЭ по математике и физике.

3. В документе «Плановые показатели на 2018–2019 учебный год по текущей деятельности по кафедре...» предлагаем немедленно отменить пункт № 7 (№ 8) с требованием к преподавателю обеспечить уровень успеваемости не ниже 85 % и пункт № 9 (№ 10) с требованием уровня отчисляемых за неуспеваемость. Обоснование отмены этого пункта такое: требование об уровне успеваемости не ниже 85 % является преступным против обучающихся и против преподавателей.

3.1. Преступление против обучающихся заключается в том, что университет берет деньги с родителей за обучение их детей, а не может обеспечить получение качественного образования. При таком подходе обучающиеся не станут профессионалами и настоящими инженерами, а после окончания университета они столкнутся с проблемой поиска работы из-за низкого уровня образования.

3.2. Слово «преступление» не игра слов. Еще два года такой практики, и университет выпустит первых «специалистов», родители которых, имея на руках документ «Плановые показатели на 2018–2019 учебный год по текущей деятельности по кафедре...», в котором обозначен требуемый от преподавателей уровень успеваемости, обратятся в суд с иском о взыскании убытков, причиненных оказанием некачественных образовательных услуг. Сами обучающиеся прекрасно понимают, как достигается высокий уровень успеваемости в 85, 95 и даже 100 %.

3.3. Преступление против преподавателей заключается в том, что требование об успеваемости не ниже 85 % снижает их мотивацию на качественную работу, повышение своей квалификации и кругозора, развращает преподавателей несоответствием выставляемых ими оценок и знаниями обучающихся и, самое главное, проводит среди преподавателей *отрицательную селекцию*. До недавнего времени сфера обучения и Преподаватель подвергались только положительной селекции: из-за низкой зарплаты здесь работали в основном патриоты своего дела, болеющие за престиж страны и желающие передать свой опыт и знания молодому поколению инженерных кадров.

3.4. Потребуется всего несколько лет, и уровень регионального инженерного образования резко снизится. У этого преступления есть один плюс – выпускники нашего университета будут не востребованы не только за рубежом, но и в Москве, куда они переезжают из-за невозможности найти достойную по оплате работу в регионе. Тогда проблема утечки инженерных кадров из Иркутска в Москву будет решена.

4. Статистика показывает, что количество бедных людей в стране увеличивается ежегодно. Многие родители не могут финансово обеспечить своих детей во время их учебы в ИрННТУ. В связи с этим обучающимся приходится подрабатывать, пропуская занятия, времени на учебу не остается. Число таких учеников ежегодно увеличивается, следовательно, процент неуспевающих в ИрННТУ будет также увеличиваться.

Предлагаем руководству университета разработать программу поддержки и трудоустройства таких обучающихся в стенах ИрННТУ, чтобы они работали, но имели возможность посещения занятий.

*Предложения обучающихся по повышению качества образования и успеваемости:*

1. Раннее время начала занятий в 8:15. Желательно перенести начало занятий на 9 часов утра, так как уже снизится час пик, уменьшатся пробки на дорогах, и можно без проблем добраться до университета.

2. Учебу в субботу отменить, так как не удастся полноценно отдохнуть за один день в воскресенье.

3. Снизить большой объем домашней работы, все вечера заняты учебой, не остается свободного времени на хобби.

4. «Работаю, потому что родители не могут меня обеспечить финансово. Поэтому не хватает времени на учебу. Предлагаю решение этого вопроса: стипендию сделать 20–30 тыс. рублей, плюс дополнительные бонусы за отличную учебу, а рабочий день (учебный) сделать 8-часовым».

5. Из-за соревнований за ИрННТУ обучающимся-спортсменам приходится пропускать занятия. Требуется решение этой проблемы на уровне ректората ИрННТУ.

6. «Неинтересно учиться по некоторым предметам, так как мало нового оборудования в лабораториях по выбранной специальности»

7. Неудачное расписание занятий: окна между парами или малое количество пар в один из дней недели.

8. Предлагаем доплачивать определенную сумму к стипендиям старост групп в случае высокой успеваемости в группе.

9. Образцы комментариев от обучающихся на сайте «ВКонтакте»:

«Считаем, что Вы ведёте весьма правильную политику относительно обучающихся. Есть возможность досрочной сдачи экзамена и автомата, конспект лекции издан, есть все, чтобы сдать все досрочно – пользуйтесь».

«Держите такую же политику, единственное, что никому не нравится быть «спецназовцем» \* за дверью и «опаздывать на рейсы самолёта» \*\* на 1 минуту, это обидно, зато это обеспечивает посещаемость лекций, а те, кто игнорируют это, портят успеваемость».

*Пояснения:*

1) «спецназовцами» \* обучающиеся называют тех, кто пропускает лекции и практические занятия, так как им придется отрабатывать пропущенные занятия, затрачивая при этом значительно большее количество времени и сил чем остальным;

2) «опаздывать на рейсы самолёта» \*\* – после начала занятия опоздавшие не допускаются в аудиторию, так как вовремя пришедшие «улетают на занятия на самолете».

«Возможно, у «спецназовцев» должен быть шанс пройти на «самолёт». Задайте вопрос по предыдущей лекции, пусть это будет билет. Пропустил – должен знать ответ».

«Еженедельные дополнительные Консультации – это классно!»

«Послабления ради процента успеваемости имеют двоякую роль, все прекрасно всё понимают».

«Здравствуйтесь, Ваша политика прекрасна. Очень обидно, что сокращают часы важных для нас предметов. Также обидно, что китайское техническое образование считается лучшим чем русское. Даже впал в небольшую депрессию из-за того, что наша страна не лучше, а то и хуже Китая. По поводу пропусков. Отличная борьба с пропусками, но Вы очень строго обращаетесь с теми, кто опоздал на 1–2 минуты. Дайте несчастным хотя бы 5 мин, учитывая то, что бывают немалые очереди в раздевалке, у обучающихся всегда будут причины для опоздания».

«Контрольные задачки в конце лекции по изучаемому материалу неплохо дают понять предмет, особенно на пересдаче во время дополнительных консультаций».

«В целом, всё устраивает в данном предмете, который Вы ведёте. Будем стараться больше познавать Ваш принцип работы с обучающимися. Пока что идёт хорошо, ничего подобного у других преподавателей не видел, особенно страницы в «ВКонтакте», связь с обучающимися, и конечно же подробный разбор заданий на лекциях. С уважением, Ваши нефтяники».

Аналогичным образом решались и другие поставленные задачи: путем разработки соответствующих мероприятий. Перечислим некоторые из этих мероприятий:

1. Применение интерактивных методов обучения: «дальтон-план» и «проблемное обучение».

2. Общение с обучающимися (краткие консультации, ответы на вопросы, разбор неправильно решенных контрольных задач в конце лекции и др.) на сайте и «ВКонтакте», так как университетский сайт «Живая лента» обучающиеся игнорируют.

3. Отличные результаты дает взаимодействие с обучающимися старшекурсниками из диаспор таких стран, как Монголия, Туркмения, Узбекистан, Таджикистан, которые

очень доступно и понятно объясняют обучающимся необходимость 100 % посещения занятий, своевременной сдачи отчетов по практическим работам и выполнения всех требований преподавателя.

4. Авторы на собственном опыте убедились, что многолетняя проблема по преемственности и последовательности преподавания общеинженерных дисциплин, то есть какая дисциплина за какой дисциплиной должна идти, не решается в университете десятилетиями. Например, невозможно преподавать такую дисциплину, как «Теория механизмов и машин», если обучающиеся еще не изучали теоретическую механику. А дисциплину «Детали машин» невозможно преподавать, если обучающиеся не изучали сопротивление материалов. Многие не поверят, но с 2019 года обучающимся-механикам направления «Горное дело» перестали читать курс «Сопротивление материалов», а курсовой проект по деталям машин и основам конструирования пока еще оставили! Для решения этой проблемы авторы в 2018 году подготовили учебное пособие по механике (включающее такие дисциплины, как: сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования) объемом 150 страниц, которое снабжено 137 иллюстрациями высокого качества.

Учебное пособие использовалось в качестве раздаточного материала на занятиях не только для заочной формы обучения, но и дневной. Эффект от такого пособия (авторы в шутку, а может быть и всерьез, назвали его «Комикс по механике») оказался положительным, поэтому в 2019 году авторы подготовили второе издание учебного пособия по механике объемом уже 250 страниц (200 иллюстраций) и дополнили его основами дисциплин «Теоретическая механика» и «Взаимозаменяемость». Учебные пособия авторы издали за свой счет!

5. Авторы подготовили и выложили в сети интернет «Электронный учебный курс для дистанционного обучения в рамках образовательной программы «Теория механизмов и машин» для направления «Нефтегазовое дело». Обучающиеся с помощью своих гаджетов (телефонов) без проблем используют этот материал в любое удобное для них время.

Было предложено два варианта изучения дисциплины «Теория механизмов и машин». Вариант 1 стандартный: преподаватель читает лекции, проводит практические занятия и в конце семестра проводится текущий контроль. Вариант 2 инновационный: обучающиеся самостоятельно изучают теоретические основы дисциплины по «Электронному учебному курсу...», выполняют контрольные практические задания (схемы механизмов и машин берутся из учебников по специальным дисциплинам, которые обучающиеся еще не изучали) и защищают изученный материал в удобное для них время до конца семестра. Результаты показали, что 1-м вариантом воспользовались 60 %, а 2-м – 40 % обучающихся.

Для решения поставленных трех задач также использовались мероприятия, связанные с общим процессом воспитания обучающихся (порядочность, честность, взаимопомощь и др.). В данной статье эти мероприятия не рассматриваются.

Таким образом, разработанные мероприятия позволили решить поставленные три задачи: повышение качества образования, успеваемости и мотивирование обучающихся на приобретения знаний. Например, текущая успеваемость повысилась до 70 %, качество образования также улучшилось, так как молодые люди решали на практических занятиях не отвлеченные примеры, а конкретные задания из своих будущих специальных дисциплин. При самостоятельном изучении дисциплины и для защиты изученного материала обучающимся пришлось искать дополнительные данные в сети Интернет [2].

Решение трех задач в свою очередь обеспечило достижение выбранной цели: разработать методологическое обеспечение по использованию инновационных

технологий при подготовке инженерных кадров, при изучении комплекса общеинженерных дисциплин с применением электронного дистанционного обучения.

На примере обучающихся-нефтяников была отработана методология учебно-познавательной деятельности: формы, способы, мероприятия.

Разработка учебных пособий по механике, включающих весь комплекс общеинженерных дисциплин, научный потенциал которых применяется при выполнении реальных практических расчетах в дисциплинах «Теория механизмов и машин» и «Детали машин», позволяет исключить автономное использование каждой общеинженерной дисциплины и перейти к системному подходу обучения как при изучении общеинженерных дисциплин, так и при изучении специальных дисциплин на основе единой методологии.

## Библиографический список

1. Королев П.В., Ратинер М.М. Проблемы подготовки инженерных кадров для машиностроительных производств лесного комплекса// Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIII Международн. евразийск. симпозиума 18–21 сентября 2018 г. / [под научной ред. В.Г. Новоселова]; Минобрнауки России, Урал. гос. лесотехн. ун-т, Уральский лесной технопарк. Екатеринбург, 2018. С. 216–223.

2. Королев П.В. Инновационные продукты лесного комплекса глазами молодого поколения (по результатам работы выставки SibWoodExpo 2018). URL: <https://promdevelop.ru/science/innovatsionnye-produkty-lesnogo-kompleksa-glazami-molodogo-pokoleniya> (дата обращения: 15.08.2019).

УДК 378.6:674-027.11

**С.П. Трофимов, С.С. Гайдук**

(S.P. Trofimov, S.S. Gajduk)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: [haiduk@belstu.by](mailto:haiduk@belstu.by)

## **ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА В ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

### **PROBLEMS AND TASKS OF THE HIGH SCHOOL OF THE UNION STATE IN THE PRACTICAL TRAINING OF SPECIALISTS FOR WOODWORKING**

*Развитие деревообрабатывающей промышленности, внедрение новых материалов и технологий требуют постоянного совершенствования системы образования. Так, на сегодняшний день основной задачей работы высших учебных заведений Союзного государства является практико-ориентированная подготовка специалистов. Достижение этой цели видится в улучшении взаимосвязи поставщиков и потребителей кадров, расширении материальной базы университетов, межгосударственная кооперация при подготовке специалистов.*

*The development of the woodworking industry, the introduction of new materials and technologies requires constant improvement of the education system. So today the main task of the work of the higher educational institutions of the Union State is the practice-oriented training of specialists. Achieving this goal is seen in improving the relationship of suppliers*



*and consumers, expanding the material base of universities, interstate cooperation in the training of specialists.*

Деревообрабатывающая промышленность обладает уникальным возобновляемым природным ресурсом, еще недостаточно изученным и используемым для применения в производственных и иных целях.

К приоритетным задачам развития деревообрабатывающих производств следует отнести освоение производства новых видов древесных плит, шпоновых и других материалов для изготовления разнообразных изделий, элементов домостроения (например, панелей CLT); автоматизацию подготовки и ведения гибких производственных процессов (например, «Первая мебельная фабрика», г. Санкт-Петербург) на основе систем CAD/CAM/CAE, ERP, MRP, MES и оборудования с ЧПУ; разработку и внедрение средств автоматизации измерений, определения качества (системы CAQ и интероскопии) сырья, материалов и продукции; внедрение робототехники (в первую очередь на работах тяжелых, вредных, опасных, требующих высокой производительности и точности); повышение уровня экологической и взрывопожарной безопасности производств; проблемы выбора, освоения и применения, преимущественно импортных оборудования, материалов и технологий [1].

В настоящее время значительно актуализируется освоение экологически безопасных, «зеленых», материалов, технологий и компонентов систем «умный дом» (стандарты LEED и BREEAM); наноматериалов и технологий (например в процессах склеивания и отделки); аддитивных технологий и материалов (конструкторская подготовка производства, изготовление некоторых изделий, их элементов и прототипов); новых методов модификации древесины (прогрессивных видов термообработки, пропитки, ацетилирования); производств новых материалов и изделий с использованием измельченной древесины.

В условиях постоянного освоения новых технологий и техники, производимых и применяемых материалов, наличия конкуренции и изменения приоритетов развития промышленности университеты должны обеспечить подготовку инженерных кадров со специализацией, актуальной для работодателей.

Важными характеристиками процесса инженерной подготовки являются передача обучающимся постоянно актуализируемых знаний; получение практических навыков применения знаний; формирование творческих компетенций; стимулирование готовности к повышению квалификации, желания и умения обучаться: опережающее освоение и применение прогрессивных технологий, материалов и оборудования.

Высшие учебные заведения должны обеспечить получение навыков непрерывного образования, желания и умения обучаться, систематического обновления профессионального уровня у своих выпускников.

В основу представленного материала положены опыт работы и общения с коллегами СПбГЛТУ (г. Санкт-Петербург), САФУ (г. Архангельск), мытищинский филиал МВТУ МГУЛ (г. Москва), УГЛТУ (г. Екатеринбург) и ряда университетов прикладных наук ЕС (в Германии, Литве, Польше, Словакии, Швейцарии).

Заключительным этапом процесса подготовки инженерных кадров является выполнение дипломных проектов (работ). В наступивший период изменения учебных планов и сокращения сроков обучения разработан стандарт БГТУ «Проекты (работы) дипломные», который учитывает тенденции развития отрасли и задачи подготовки инженеров. С введением этого стандарта появятся более благоприятные условия для адаптации тематики и содержания выпускных работ к запросам потребителей кадров, периодически актуализируемым техническим нормативно-правовых актов (России, Беларуси и аутентичных ЕС) с учетом специфики выпускающих кафедр.

В условиях прогресса информационных технологий и средств коммуникаций все более актуальным представляется улучшение взаимосвязи, преемственности курсового и дипломного проектирования, кооперации кафедр и организаций, включая межгосударственную в процессе подготовки специалистов. На страницах сайтов кафедр можно приводить предлагаемую тематику выпускных работ в целях получения заказа на их выполнение от потребителей кадров.

Немаловажен учет зарубежного опыта сокращенных сроков обучения, определения тематики, содержания и конкретизации заданий выпускных работ, избавляясь от шаблонности и пассивного приведения материала из учебных дисциплин. Актуально установление контактов с потребителями инженерных кадров при определении тематики выпускных работ и в период, предшествующий их выполнению.

В университетах ряда стран (Германии, Польше, Швейцарии) практикуется приглашение работодателей для установления контактов с обучающимися и обсуждения тем сотрудничества. Тематика выпускных работ бакалавров и магистров является конкретной и прикладной, менее стандартной и повторяющейся, чем обычно практикуемая у нас. В порядке примера можно привести выборку из тематики выпускных работ в одном из университетов прикладных наук ФРГ:

1. Испытания сотового слоя дощато-клееных материалов из многослойного шпона.
2. Внедрение метода испытания конструкций по стандартам DIN EN с учетом технических и экономических показателей.
3. Оптимизация выбора оборудования линии сборки кухонной мебели.
4. Разработка проекта производства мебели в 3D CAD с интеграцией ERP и CAM.
5. Статический анализ различных крепежных концепций окон с высокими изолирующими свойствами.
6. Анализ интеграции технологии «сосна заболонь» в оконных блоках.
7. Оценка противозломных дверных систем с позиций мехатроники по DIN EN.
8. Разработка программы для расчета  $U_d$ -показателя строительных изделий.
9. Оптимизация процесса изготовления межкомнатной двери с ее производителем.
10. Исследования конструкции и рынка деревянных панелей со склейкой ламелей.
11. Использование сырья горных лесов в экологическом деревянном домостроении.

В зарубежных университетах прикладных наук часто можно знакомиться с анонсами защиты выпускных работ.

Контакты обучающихся с работодателями практикуются на стендах учебных заведений в рамках международных отраслевых выставок. Техническое обеспечение лабораторных занятий и НИР, осуществляемое при участии потребителей кадров, впечатляет (см. рисунок).



Примеры оборудования учебных лабораторий

Не может не беспокоить то, что у нас современное оборудование и приборы в необходимой номенклатуре часто отсутствуют в учебных заведениях и на местах практик, а это затрудняет подготовку специалистов.

Выпуск технологического и транспортного оборудования для деревообработки в странах СНГ сократился (в Российской Федерации незначителен, в Республике Беларусь (РБ) его нет), что вызывает снижение спроса на механиков (в некоторых вузах РФ их выпуск прекращен). Об этом можно было услышать на Форуме «Лесное машиностроение в России», Ассоциации «Древмаш» (г. Москва, 22.10.18 г.).

Количество вузов по подготовке специалистов деревообработки в РФ расширился, а контингент обучающихся во многих из них сократился, и качество обучения оставляет желать лучшего (об этом говорили иностранцы на Лесопромышленном форуме в Санкт-Петербурге). Студенты заочного обучен

Заочники зачастую не имеют отношения к отрасли, не интересуются ей, что сопровождается системой заказных проектов (ранее было требование работы по специальности). Отрадно, что в последнее время РФ вводит меры по противостоянию этому [2].

К недостаткам подготовки следует отнести отсутствие адаптации учебного процесса к актуализируемым нашим и аутентичным зарубежным стандартам; излишний объем бюрократической документации, отвлекающей преподавателей от основных профессиональных дел; затруднена возможность проведения практики и стажировок преподавателей на передовых предприятиях; поздние сроки определения тем дипломных проектов; снижение взаимодействия с родственными учебными заведениями (конференции, чтение лекций, НИР). Наши выпускники часто не знают международного инженерного английского языка, что требуется в условиях кооперации, преобладания импортного оборудования, инструмента, материалов, комплектующих изделий, проектной документации и программного обеспечения.

Интересным является знакомство с предвыборными программами ректоров вузов РФ, например, в одной из них названы проблемы: недостаточно высокая заработная плата преподавателей и сотрудников; затруднено трудоустройство выпускников при том, что предприятия испытывают кадровый дефицит; отсутствует портрет специалиста, который будет актуален через 5–10 лет; низкий проходной бал и уровень абитуриентов при поступлении в университет; низкие показатели НИР; плохая взаимосвязь с предприятиями; финансовая и демографическая ситуация в стране; глобализация экономики, информационного пространства и трудового рынка, что дает возможность многое получить готовым в условиях сокращения подготовки инженерных кадров; преобладание преподавателей без производственного опыта; снижение мотивации к получению высшего образования с затратой нескольких лет жизни без доходов как к средству занять достойное место на рынке труда.

Стратегическими целями программы названы: сохранение и обеспечение высокого качества образовательных услуг; повышение имиджа университета и конкурентоспособность его выпускников; обеспечение устойчивой взаимосвязи университета с бизнесом и другими научно-исследовательскими и образовательными учреждениями; обеспечение 100 % трудоустройства выпускников с сокращением периода их адаптации на производстве; создание системы внедрения новейших технологий и научных исследований на предприятиях отрасли с возможностью их использования в образовательной деятельности; развитие прикладных научных исследований; получение доступа к передовому научно-практическому опыту (стажировки) и дополнительным возможностям по финансированию НИР [2].

Процесс обучения должен включать получение теоретических знаний, практического опыта на рабочих местах (с присвоением разрядов) и ИТР на выпускных курсах (возможно, с переводом на заочное обучение или свободное посещение занятий) и с выпуском специалиста, который владеет комплексом необходимых знаний, навыков и компетенций.

В Союзном государстве Беларуси и России необходимо стремиться к согласованию образовательных стандартов, названию специальностей и направлений подготовки специалистов; к разработке единых отраслевых стандартов (пример – страны ЕС); общих требований к диссертациям и содержанию паспортов научных специальностей; к выпуску учебной литературы, единой для обеих ступеней обучения (в РФ был начат выпуск учебников для бакалавров и были первоначально забыты магистранты); обеспечению мест производственных практик на передовых предприятиях РФ и РБ; обмен преподавателями для чтения лекций и прохождения стажировок; возрождению отраслевых научно-исследовательских центров, институтов и лабораторий (так как почти все отраслевые НИИ в РФ ликвидированы, а в РБ их и не было, остались только подчас плохо оснащенные университетские НИЛ).

Мир сегодня находится на пороге нового экономического уклада, который называют «Индустрия 4.0». Речь идет о цифровизации экономики, которая должна кардинально изменить мир вокруг нас. И, как сказал один известный бизнесмен, когда скорость изменений внутри компании (например, университет) становится меньше скорости внешних изменений в промышленности, конец такой организации не за горами [3].

Актуализация задач практической подготовки специалистов в современных условиях активно и продуктивно обсуждалась на Форуме ITE в образовании (28–30 октября 2018 г., г. Минск), а также на 1-й МНТК «Минские научные чтения» (БГТУ, г. Минск, 13–14 декабря 2018 г.), проведенной в БГТУ во взаимодействии с «Россотрудничество».

Подводя итоги, можно сказать, что наиболее актуальным на сегодняшний день является подготовка инженерных кадров к практической деятельности. В этой ситуации, на наш взгляд, наиболее эффективным способом является более активная работа университетов с предприятиями-заказчиками кадров с возможностью создания учебно-производственных кластеров.

Следует отметить, что в системе подготовки специалистов Российской Федерации и Республики Беларусь наблюдаются существенные отличия, среди которых основными являются несогласованность образовательных и отраслевых стандартов, различные требования к диссертациям и содержанию паспортов научных специальностей и др. Решение поставленных задач позволит сделать шаг к созданию единой системы образования Союзного государства.

### Библиографический список

1. Трофимов С.П., Гайдук С.С. Тенденции в развитии деревообрабатывающих производств и в подготовке инженерных кадров // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: мат-лы XXIII Науч.-методич. конф., Минск, 20–23 марта 2018 г. Минск: БГТУ, 2018. С. 141–142.
2. Беленький Ю.И. Без практики невозможно стать полноценным специалистом // ЛесПромИнформ. 2015. № 5 (111). С. 74–81.
3. Индустрия 4.0. Мифы и реальность. Зачем нам цифровая экономика // СБ. Беларусь сегодня. URL: <https://www.sb.by/articles/4-0-v-nashu-polzu.html> (дата обращения: 01.08.2019).

## СОДЕРЖАНИЕ

### THE MAINTENANCE

Приветствие врио ректора Е.П. Платонова.....	3
<b>Эффективность и конкурентоспособность предприятий лесного комплекса</b>	
<i>Efficiency and competitiveness of the enterprises of the forest complex</i>	
<b>М.В. Газеев, Н.А. Кошелева, О.Н. Чернышев</b>	
Оценка текущего состояния производства окон как основы бережливого производства и повышения производительности труда.....	4
<i>Assessment of the current condition of the production of windows as a basis for careful production and improved production of labor production</i>	
<b>Э.Ф. Герц, А.Ф. Уразова</b>	
Внедрение ЕГАИС как один из методов государственного регулирования рынка лесной продукции.....	10
<i>The introduction of the unified state automated information system as one of the methods of government regulation of the forest products market</i>	
<b>Н.К. Казанцева, О.А. Вишневская, В.В. Шимов, Е.С. Синегубова</b>	
Стандартизация в условиях цифровой экономики.....	16
<i>Standardization in the digital economy</i>	
<b>В.М. Кириченко, В.Г. Новоселов</b>	
Анализ рынка и перспективы производства деревянной тары в России.....	20
<i>The analysis of the market and the prospect of production of wooden container in Russia</i>	
<b>Б.Е. Меньшиков, Е.В. Курдышева, А.Ю. Мельников</b>	
Анализ современного состояния и перспективы развития Торского лесопильного завода АО «Югорский лесопромышленный холдинг».....	24
<i>Analysis of modern condition and prospects of development of Torsk lesopilny factory JSC "Ugorsk leso-industrial holding"</i>	
<b>А.В. Мехренцев, Е.Н. Стариков, Л.А. Раменская</b>	
Основные направления цифровизации в лесном секторе экономики в контексте перехода к ПРОМЫШЛЕННОСТИ 4.0.....	28
<i>The main directions of digitalization in the forest sector of the economy in the context of the transition to INDUSTRY 4.0</i>	
<b>Н.К. Прядилина, А.В. Швец</b>	
Текущее состояние и перспективы развития лесной промышленности Свердловской области.....	32
<i>Current condition and prospects for the development of the forest industry in the Sverdlovsk region</i>	

**Новые технологические решения  
в заготовке, переработке и отделке древесины**

*New technological decisions in preparation, processing and finishing of wood*

<b>И.Т. Глебов</b> Гидротермическая подготовка фанерного сырья..... <i>Hydraulic and thermal preparation of plywood raw materials</i>	39
<b>И.Т. Глебов</b> Производство тары из лущеного шпона..... <i>Production of container from the hulled interline interval</i>	44
<b>И.Т. Глебов</b> Товары, производимые строганием древесины..... <i>The goods made by wood planing</i>	48
<b>В.В. Иванов</b> Факторы, влияющие на работу харвестера..... <i>Factors, that can affect the operation of the harvester</i>	53
<b>Н.К. Казанцева, С.В. Селиванова, Т.В. Казанцева, Е.С. Синегубова</b> Признание оценки соответствия через процедуру аккредитации..... <i>Recognition of conformity assessment through accreditation process</i>	58
<b>О.А. Рублева, А.Г. Гороховский, Е.Е. Шишкина</b> Перспективы применения технологии торцового прессования для изготовления элементов шиповых соединений..... <i>Prospects of longitudinal pressing for the manufacturing of joints elements</i>	63
<b>Е.С. Синегубова, О.В. Кузнецова, М.П. Чепчугов</b> Исследование свойств древесного композита с добавлением вермикулита разной фракции..... <i>The study of the properties of wood composite with addition of vermiculite different factions</i>	68
<b>Е.И. Стенина, С.А. Ильина, Д.Г. Опалева, М.В. Зотеева</b> Влияние антипиренов различных групп на прочностные показатели массивной древесины..... <i>The effect of various flame retardants group strength characteristics of massive wood</i>	72
<b>Н.А. Тарбеева, О.А. Рублева</b> Экспериментальное исследование влияния режимов пьезотермической обработки на степень уплотнения заготовок из древесины сосны..... <i>Experimental research of the effect of piezothermic treatment modes on the degree of densification of pine wood blanks</i>	75

<b>В.В. Чамеев, В.В. Иванов</b> Факторы, влияющие на работу лесообрабатывающих станков при раскоре круглых лесоматериалов на пилопродукцию.....	81
<i>Factors affecting the working of wood-working machines in long-term roundwood</i>	
<b>Д.В. Шейкман, Н.А. Кошелева, Ш.А. Салахутдинов</b> Физико-механические свойства пропитанной древесины березы и осины.....	88
<i>Physico-mechanical properties of impregnated wood of birch and aspen</i>	
<b>И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин</b> Инновационный композиционный материал «Фанотрен А» из древесного шпона.....	91
<i>Innovative composite material "Fenatran A" of wood veneer</i>	
<b>И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин, А.Г. Гороховский</b> Исследование макроструктуры композиционных рентгенозащитных древесных плит «Плитотрен» и DS-1.....	95
<i>Research of the macrostructure of composite x-ray protective wood plates "Plitotren" and "DS-1"</i>	
<b>И.В. Яцун, А.Г. Гороховский, Ю.И. Ветошкин</b> Влияние количества минерального наполнителя на физико-механические свойства древесных плит «Плитотрен» и DS-1.....	100
<i>The influence of the quantity of mineral filler on the physico-mechanical properties of wood plates "Plictran" and DS-1</i>	
<b>Деревообработка в малоэтажном и индустриальном домостроении</b>	
<i>Woodworking in low and industrial housing construction</i>	
<b>А.М. Газизов, В.В. Овсянников</b> Эффективность использования щепы для производства арболитовых блоков.....	106
<i>Efficiency use of wood chips for the production concrete blocks</i>	
<b>И.И. Дудниченко, А.М. Газизов</b> Применение кремнеземного наполнителя для повышения огнестойкости древесины.....	107
<i>The application of kremnezema filler to improve the fire resistance of wood</i>	
<b>О.Н. Чернышев, Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев</b> Оборудование детских игровых площадок.....	109
<i>The equipment for children's playgrounds</i>	
<b>О.Н. Чернышев, М.В. Газеев, Д.В. Шейкман</b> Использование деревянных торцовых срезов для декорирования помещений.....	113
<i>Use of wooden end sections for decoration of premises</i>	

**Прогрессивное деревообрабатывающее оборудование и инструмент**

*Progressive woodworking equipment and tool*

<b>С.Н. Вихарев, М.Д. Григорьев</b> Сегментная наборная гарнитура ножевых размалывающих машин.....	120
<i>Segment type-setting plate of the refiners</i>	
<b>С.Н. Вихарев, М.Г. Зинатов</b> Исследование числа Деборы волокнистой прослойки при размоле волокнистых полуфабрикатов.....	122
<i>Research of number of Deborah of the fibrous layer at refining of fibrous semi-finished products</i>	
<b>С.Н. Вихарев, Н.Е. Чистяков</b> Исследование биений роторного диска мельницы.....	125
<i>Research of beating of the rotor disk refiners</i>	
<b>А.А. Гришкевич, Г.В. Алифировец</b> Конструкция фрезы сборной с регулируемым углом наклона кромки для линий агрегатной переработки древесины.....	128
<i>Construction milling cutting with adjustable tilted angle of the edge for the lines of the unit wood processing</i>	
<b>А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин, Д.Л. Болочко</b> Предпосылки создания самозатачивающегося лезвия в процессе резания древесных материалов.....	131
<i>Prerequisites create a self-sharpening blade the cutting process of wood-based materials</i>	
<b>И.К. Клепацкий, В.В. Раповец</b> Технологическая стойкость лезвий малоножевых фрез при агрегатной переработке древесины.....	135
<i>Technical stability of blades of low-jack mills of aggregate processing of wood</i>	
<b>А.С. Красиков</b> Повышение надежности узлов резания многопильных станков.....	140
<i>Improving the reliability of cutting units of multi-sawing machine tools</i>	
<b>В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов</b> Исследование коэффициентов потерь пильных дисков слешерных установок при различных способах демпфирования колебаний.....	143
<i>Investigation of loss coefficients of saw blades of slasher installations with various modes of vibration damping</i>	



**Проблемы безопасности и экологии в переработке древесины**

*Problems of safety and ecology in wood processing*

- А.Ф. Аникеенко, А.А. Гришкевич, Т.А. Машорипова**  
 Исследование влияния технологических режимов  
 эксплуатации рубительной машины HE 561 STA JENZ  
 на уровень звукового давления..... 147  
*Research of influence of technological modes  
 of operation of chippers HE 561 STA JENZ for sound pressure level*
- В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов**  
 Снижение шума оборудования ЦБП с ударными нагрузками  
 за счет установки излучающих поверхностей на упругое основание..... 153  
*PPI equipment with impact loads noise reduction due  
 to installation of radiating surfaces on the elastic foundation*
- В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов**  
 Экспериментальные исследования снижения шума  
 в облицованных каналах переменного поперечного сечения..... 157  
*Experimental research of noise reduction  
 in lined canals with variable cross-section*

**Проблемы профессионального образования и инжиниринга  
 в деревообработке**

*Problems of professional education and engineering in the woodworking*

- В.А. Калентьев, Л.Т. Раевская**  
 Активная познавательная деятельность как основа обучения..... 160  
*Active cognitive activity of as a basis of training*
- П.В. Королев, М.М. Ратинер**  
 Инновационные технологии при подготовке инженерных кадров  
 для машиностроительных производств с использованием  
 электронного обучения..... 164  
*Innovative technologies in the preparation of engineering staff  
 for machine-building productions using electronic training*
- С.П. Трофимов, С.С. Гайдук**  
 Проблемы и задачи высшей школы Союзного государства в практической  
 подготовке специалистов по деревообработке..... 170  
*Problems and tasks of the high school of the Union state in the practical  
 training of specialists for woodworking*

