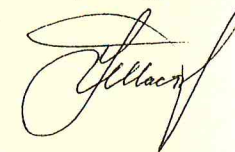


На правах рукописи



ШАСТОВСКИЙ Павел Сергеевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ
ОТ КАЛИБРОВАНИЯ И ФОРМАТНОЙ ОБРЕЗКИ**

05.21.05 – Дровесиноведение, технология и оборудование деревопереработки

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург 2017

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева» (ФГБОУ ВО СибГАУ)

Научный руководитель: **Ермолович Александр Геннадьевич**
доктор технических наук, профессор
Ереско Сергей Павлович
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», профессор кафедры «Основы конструирования машин»

Официальные оппоненты: **Шилько Владимир Казимирович**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Строительных и дорожных машин» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»

Стенина Елена Ивановна
кандидат технических наук, доцент кафедры «Инновационных технологий и оборудования деревообработки» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

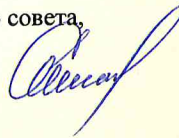
Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» (ФГАОУ ВО САФУ)

Защита состоится «29» июня 2017 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д212.281.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, к. 401

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «25» мая 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук,
доцент



Шишкина Елена Евгеньевна

Актуальность темы. Одним из перспективных направлений в производстве любого материала является снижение его материалоемкости. В настоящее время основная масса выпускаемых в нашей стране древесностружечных плит (ДСтП) неконкурентна на мировом рынке по качеству и по удельным материальным затратам на ее производство. По данным экспертных опросов специалистов отрасли наиболее серьезными являются вопросы снижения расхода смолы, токсичности плит, и повышения водостойкости ДСтП.

В настоящее время перед отечественным производством древесных композиционных материалов стоят задачи по возобновлению и увеличению объемов производства, повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, снижению токсичности и материалоемкости производства клееной продукции, организации эффективной переработки образующихся отходов. Решение этих задач основано на разработке новых и совершенствовании имеющихся технологий современного производства композиционных материалов.

Основной путь повышения эффективности производства композиционных материалов – разработка ресурсосберегающих технологий, предусматривающих использование всех возможных отходов лесопиления, деревообработки, лесозаготовок, и образующихся отходов от самих производств ДСтП.

Поэтому развитие теории композиционных материалов в данном направлении с разработкой рекомендаций по модификации древесностружечных смесей является актуальной научной задачей, что и определило выбор темы настоящего диссертационного исследования.

Цель работы – научное обоснование и разработка ресурсосберегающей технологии производства древесностружечных плит с включением отходов (ДСтП) при минимальном расходе связующего.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Исследование образования отходов от калибрования при изготовлении ДСтП – процесс стружкообразования, и обоснование введения этих отходов в процесс прессования, условия контактирования частиц и пути их склеивания, увеличение вероятного числа контактов в структуре древесностружечных плит.
2. Экспериментальная оценка физико-механических свойств ДСтП с учетом возвратных отходов калибрования и форматной обрезки, а так же их влияние на физико-механические свойства.
3. Проведение анализа и синтеза проблемы повышения эффективности производства композиционных древесных материалов, включающего исследование структурных объектов и оценку эффективности производства древесностружечных плит.

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

A-1815

4. Разработка рекомендаций по совершенствованию технологических процессов производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей, отходов калибровки и форматной обрезки, обеспечивающих: снижение материалоемкости и повышение экономической эффективности производства, улучшение физико-механических характеристик продукции и экологичности ее производства, возможность придания композиционным материалам специальных свойств.
5. Разработка технологии производства композиционного материала с включением отходов калибровки и форматной обрезки, рациональных режимов и технологических инструкций его производства с учетом оценки влияния основных технологических факторов на свойства этого композиционного материала.

Объектом исследования является производство композиционных материалов, включающих отходы производства древесностружечных плит.

Предметом исследования является технология производства композиционных материалов конструкционного назначения на основе древесных наполнителей, отходов калибровки и форматной обрезки.

Методологической основой диссертационного исследования послужили методы анализа и синтеза, теории резания и стружкообразования, явления снижения количества связующего при формировании древесностружечных плит с обратными отходами включающих полимеризованное связующее, теории факторного эксперимента и регрессионного анализа, математические методы статистического анализа. Поставленные задачи решались с применением современных компьютерных систем автоматического проектирования, графических и вычислительных программ. Проверка теоретических предпосылок и расчетов осуществлялась экспериментально в лабораторных условиях по принятым методикам и планам экспериментов.

Научная новизна и теоретическая значимость диссертационной работы заключается в теоретическом обосновании и разработке ресурсосберегающей технологии, состоящая в следующем:

1. Разработаны математические модели влияния основных технологических факторов на свойства композиционных материалов с включением отходов от калибровки ДСтП и форматной обрезки. Рекомендованы рациональные технологические режимы их производства на основе математической обработки результатов экспериментальных планов.
2. Исследовано влияние на физико-механические параметры содержания в наружных и внутреннем слое отходов от калибровки ДСтП.
3. Проведена рационализация содержания связующего в новом композиционном материале.
4. Разработаны технологические рекомендации по совершенствованию процессов производства древесностружечных плит.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Концепцию повышения эффективности производства композиционных древесных материалов (ДСтП).
2. Теоретические закономерности прессования вторично-осмоленной стружки от форматной обрезки и калибровки.
3. Математические модели, оценивающие влияние основных технологических факторов на свойства композиционных материалов с включением отходов от калибровки ДСтП и форматной обрезки.
4. Рекомендации по организации технологических процессов производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей, включающие обоснованные рациональные технологические режимы и технологические инструкции.

Практическая значимость диссертационной работы:

- Разработана ресурсосберегающей технологии производства ДСтП
- Разработаны способы и устройства получения возвратных отходов при обработке древесностружечных плит. Патенты РФ №65422 и №2376131, а так же заявление о выдаче патента РФ на изобретение «Древеснополимерная композиция для изготовления древесностружечных плит» находящееся на рассмотрении по существу.
- Результаты исследований могут быть использованы при проектировании оборудования механической обработки плит и технологии производства ДСтП.
- Материалы работы представлены в ООО «СПИК» - Сибирская промышленно-инвестиционная компания (протокол № 192 от 16 сентября 2010 г.).
- Результаты исследований использовались при создании малого инновационного предприятия ООО «ЭкоДСП» при ФГОУ ВПО «СибГАУ».

Апробация результатов диссертационной работы. Результаты работы докладывались на всероссийской научно-практической конференции «Химико-лесной комплекс – проблемы и решения» (Красноярск 2007), на научно-практической конференции СибГТУ для студентов и молодых учёных (Красноярск 2008), на расширенном заседании и семинарах кафедры «Теоретическая механика» СибГТУ (Красноярск 2007, 2008, 2009).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 20 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 12 статей в рецензируемых журналах и сборниках научных трудов, 2 патента на изобретения патента РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, содержит 127 страниц основного машинописного текста. Библиографический список включает 107 наименований. В приложении на 4 страницах приведены материалы научно-технической документации и сертификаты профессиональной экспертизы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации. Дается характеристика технологии калибрования ДСтП с получением требуемого фракционного состава. Приводится возможность включения в оборотные отходы, отходов от форматной обрезки.

В первом разделе «Обзор существующих способов ресурсосбережения при производстве ДСтП» дан анализ современного состояния и перспектив развития производства композиционных материалов и намечены основные пути повышения эффективности его функционирования путем вовлечения отходов производства ДСтП – отходов от калибрования ДСтП и форматной обрезки.

Производство композиционных материалов позволяет эффективно использовать отходы производства, снижая, таким образом, себестоимость продукции и способствуя рациональному расходованию древесных ресурсов.

Объемы мирового производства, потребления пиломатериалов и изделий из натуральной древесины возрастают с каждым годом, соответственно увеличиваются объемы заготовки древесины. В связи с длительностью роста товарной древесины возобновляемость лесных ресурсов не во всех районах успевает за вырубкой, поэтому возникает необходимость в исследовании источников восполнения сырьевой базы. Россия обладает огромными древесными ресурсами. Однако основная их часть расположена в районах Сибири и Дальнего Востока. В то же время перерабатывающая промышленность в основном сосредоточена на территории Центральной России. Поэтому проблема поиска доступного и дешевого сырья для производства композиционных материалов в последние годы стоит весьма остро. Ее решению может способствовать широкое вовлечение в производство композитов отходов производства. В связи с этим мы рассматриваем отходы производства ДСтП, преимущественно отходов от калибрования и форматной обрезки.

В России производством ДСтП занимается около 40 крупнейших предприятий, расположенных во всех регионах страны.

Организация промышленного производства древесностружечных плит с включением отходов от калибрования ДСтП и форматной обрезки – позволит значительно сократить экологический вред и снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Второй раздел содержит теоретическое обоснование получения древесной стружки при механической обработке древесностружечных плит при их калибровке и форматной обрезке с целью получения возвратных отходов. Используемые способы калибровки шлифованием, переводят снимаемый припуск в пылевидное состояние, требующее при повторном применении увеличенного расхода связующего.

Снятие припуска винтовой фрезой с переменным количеством зубьев позволяет получить стружку приемлемых фракций пригодных для повторного использования (рисунок 1).

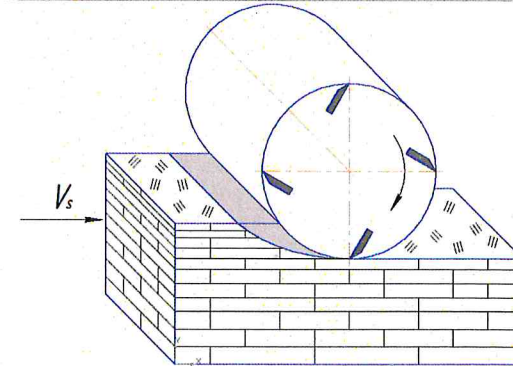


Рисунок 1 – Схема снятия припуска древесностружечной плиты винтовой фрезой с возможностью регулирования фракций изменением количества зубьев фрезы.

Древесные частицы снятого припуска осмолены. Поры их заглушены связующим в полимеризованном состоянии, что дает основания считать при повторном использовании расход связующего должен быть меньше, что подтверждено экспериментальными исследованиями, при сохранении прочностных показателей. Зависимости прочностных показателей могут быть выражены уравнениями:

- При растяжении и сжатии параллельно структурным элементам:

$$R^{\parallel} = (N_0 + N_{mp} + N_{dp,ч}) F a \leq R^{\parallel}_{dp} \quad (1)$$
- При растяжении перпендикулярно структурным элементам:

$$R^{\perp} = n_0 F a \leq R_{dp} \quad (2)$$

где N_0 – прочность связи между структурными элементами;

$N_{dp,ч}$ – прочность несущих элементов;

N_{mp} – силы трения между элементами;

n_0 – прочность одиночного контакта;

F – общая площадь соприкосновения между элементами;

a – коэффициент, учитывающий форму и качество проклеивания элементов;

R^{\parallel}_{dp} и R^{\perp}_{dp} прочность древесины на растяжение и сжатие вдоль и поперек волокон.

Третий раздел посвящен планированию и обработке экспериментов.

Калибровка древесностружечных плит с получением возвратных отходов проводилась на экспериментальном станке, на который автором было получено два патента по заявкам №2007108746/22 и №2008113536/02 (рисунок 2).

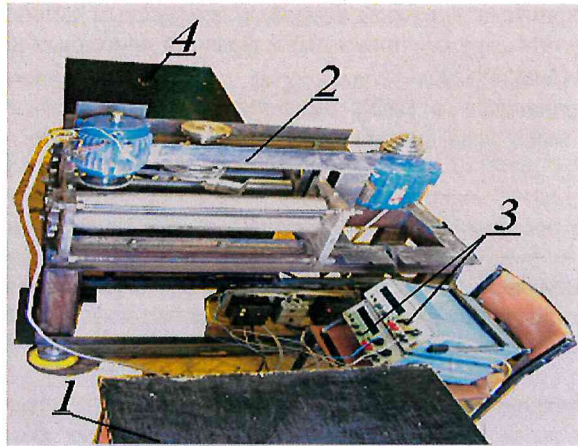


Рисунок 2 – Экспериментальная установка:

1. – подающий стол;
2. – станок для калибровки ДСтП;
3. – измерительные приборы;
4. – принимающий стол.

Экспериментальная установка представляет собой специально сконструированный станок, имеющий в своем составе механизм главного движения и механизм подачи заготовки. Предназначена установка для воспроизведения процесса фрезерования винтовой фрезой с двумя степенями подвижности и выдачи информации о параметрах процесса в удобном для расшифровки виде.



Рисунок 3 – Образцы экспериментальных плит

Приведенный анализ во втором разделе показывает, что поиск путей снижения сырья и связующего в производстве ДСтП нужно искать во включении обратных отходов в производственный процесс. Для этого были проведены исследования в производстве трехслойных плит с включением возвратных отходов, как во внутренний, так и в наружные слои. Содержание возвратной стружки варьировалось от 0 до 100% во внутреннем слое и отдельно изменялось содержание возвратной стружки от 0 до 100% в наружных слоях. В результате испытания экспериментальных образцов были получены основные параметры древесностружечных плит:

- предел прочности при статическом изгибе, y_1 ;
- предел прочности при растяжении перпендикулярно пластин, y_2 ;
- удельное сопротивление выдергиванию шурупов, y_3 .
- разбухание по толщине, y_4 ;
- влажность, y_5 ;
- содержание свободного формальдегида, y_6 ;

Зависимость частных характеристик ДСтП от содержания возвратной стружки с варьированием от 0 до 100% (соответственно в долях от 0 до 1) как во внутреннем слое, так и в наружных, представлена в виде математических моделей и их поверхностей отклика.

Таблица 1 – Кодирование факторов

Кодовое обозначение факторов	Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервал варьирования
		Нижний	Основной	Верхний	
		-1	0	+1	
X_1	Соотношение стружки к отходам фракций 3,0-7,0	100% - стружки ДОКа 0% -	50% - стружки ДОК	0% - содержание стружки ДОКа	50%
X_2	Соотношение стружки к отходам фракций 0-0,25	содержание стружки отходов	50% - отходов	100% - содержание отходов	

Результаты опытов мы обрабатывали при помощи StatGraphics Plus v5.1. Искомый параметр мы обозначили за y_i , а послойное содержание возвратной стружки за x_i , соответственно:

x_1 – содержание возвратной стружки в наружных слоях;
 x_2 – содержание возвратной стружки во внутреннем слое;
 где:

- наличие 100% возвратной стружки и 0% смеси из стружки хвойных и лиственных пород, взятой с технологического потока ЗАО «Красноярский ДОК» принимается за $x_i = +1$,
- содержание 50% возвратной стружки и 50% смеси из стружки хвойных и лиственных пород, взятой с технологического потока ЗАО «Красноярский ДОК» принимается за $x_i = 0$,
- содержание 0% возвратной стружки и 100% смеси из стружки хвойных и лиственных пород, взятой с технологического потока ЗАО «Красноярский ДОК» принимается за $x_i = -1$.

Далее производим обработку экспериментальных данных средствами пакета Statgraphics. Последовательность операций и команд пишется на английском языке. Предварительно составим таблицу эксперимента, план 3^2 имеющий 9 точек.

Таблица 2 – План эксперимента 3^2

№	X_1	X_2
1	0	0
2	0	+1
3	0	-1
4	+1	0
5	+1	+1
6	+1	-1
7	-1	0
8	-1	+1
9	-1	-1

Для значений **предела прочности при статическом изгибе** была получена математическая модель с поверхностью отклика (рисунок 4):

$$y_1 = 14,4951 + 0,459911x_1 - 4,40512x_2 + 4,53616x_1^2 + 3,84232x_1x_2 - 4,24321x_2^2 \quad (3)$$

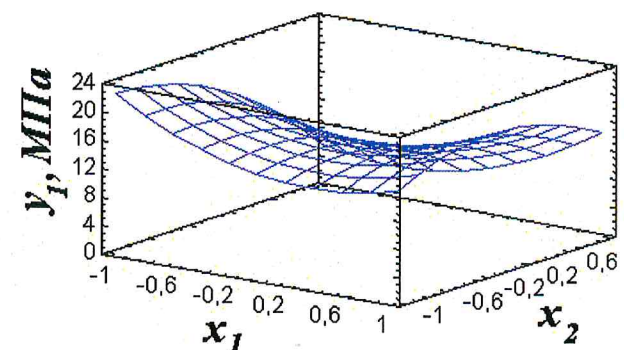


Рисунок 4 – зависимость предела прочности при статическом изгибе от количества содержания возвратной стружки по слоям.

Из полученной поверхности отклика наглядно видно, что максимальные значения получены при содержании:

- возвратной стружки в наружных слоях от 0 до 20% и во внутреннем слое от 0 до 20%,
- возвратной стружки в наружных слоях от 90 до 100% и во внутреннем слое от 20 до 60%.

Рассмотрим математическую модель, полученную для **предела прочности при растяжении перпендикулярно пластин** (рисунок 5):

$$y_2 = 0,133792 - 0,0504881x_1 - 0,0904675x_2 + 0,340145x_1^2 - 0,153776x_1x_2 - 0,0147214x_2^2 \quad (4)$$

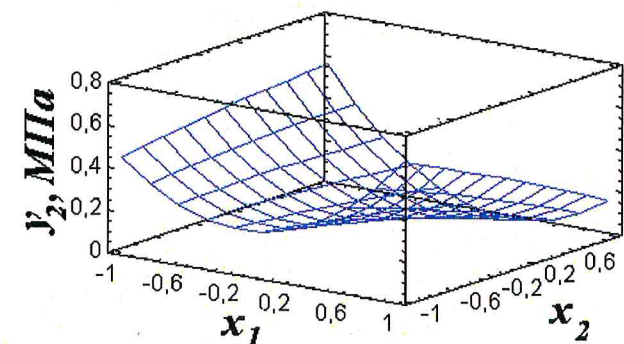


Рисунок 5 – зависимость предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти от количества содержания возвратной стружки по слоям.

Из полученной поверхности отклика наглядно видно, что лучшие значения получены при содержании:

– возвратной стружки в наружных слоях от 0 до 5% и во внутреннем слое от 45 до 100%,

– возвратной стружки в наружных слоях от 90 до 100% и во внутреннем слое от 0 до 15%.

Для значений **удельного сопротивления выдергиванию шурупов** была получена математическая модель с поверхностью отклика (рисунок 6):

$$y_3 = 64,046 - 11,6524x_1 - 17,6754x_2 - 6,65238x_1^2 + 11,0952x_1x_2 - 11,569x_2^2 \quad (5)$$

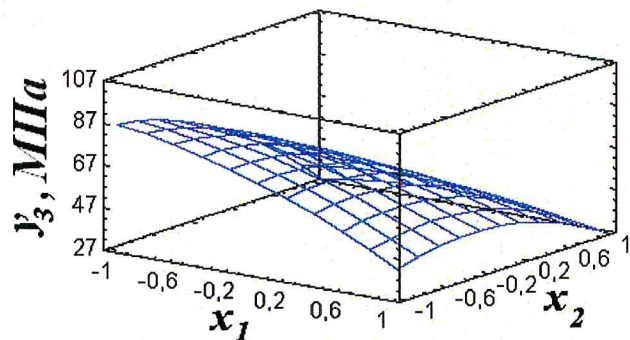


Рисунок 6 – зависимость значений удельного сопротивления выдергиванию шурупов от варьирования содержания возвратной стружки по слоям.

Из полученной поверхности отклика можно увидеть, что лучшее значение получено при содержании:

– возвратной стружки в наружных слоях от 0 до 30% и во внутреннем слое от 0 до 20%,

Рассмотрим математическую модель и поверхность отклика для значений на **разбухание по толщине** (рисунок 7):

$$y_4 = 23,5146 - 1,63141x_2 - 2,52692x_1^2 - 0,814615x_1x_2 + 1,34474x_2^2 \quad (6)$$

Из полученной поверхности отклика наглядно видно, что лучшее значение получено при содержании:

– возвратной стружки в наружных слоях от 0 до 100% и во внутреннем слое от 75 до 100%,

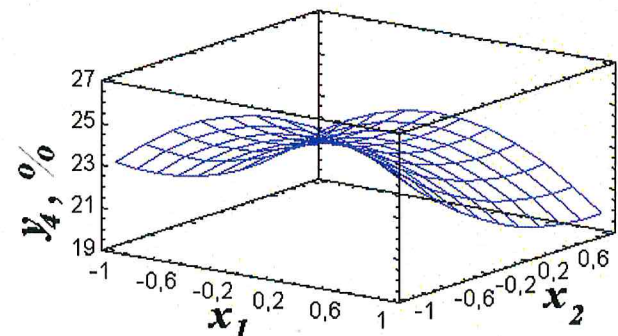


Рисунок 7 – влияние содержания возвратной стружки по слоям на разбухание по толщине.

По результатам измерений **влажности** образцов, также была получена математическая модель с поверхностью отклика (рисунок 8).

$$y_5 = 4,02863 - 0,263162x_2 + 0,323718x_1^2 - 0,44141x_1x_2 + 0,475385x_2^2 \quad (7)$$

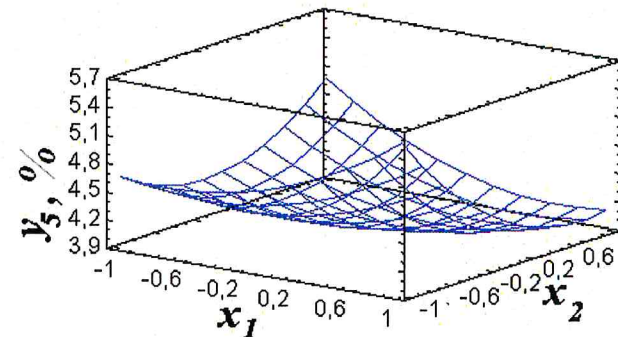


Рисунок 8 – влияние содержания возвратной стружки по слоям на влажность.

Из полученной поверхности отклика можно увидеть, что содержание возвратной стружки незначительно отразилось на таком показателе древесностружечных плит как влажность, т.е. все значения укладываются в требования ГОСТ 10632-2007.

Для значений **содержания свободного формальдегида** была получена математическая модель с поверхностью отклика (рисунок 9).

$$y_6 = 34,0766 - 0,98904x_2 - 8,38152x_1^2 + 10,5802x_2^2 \quad (8)$$

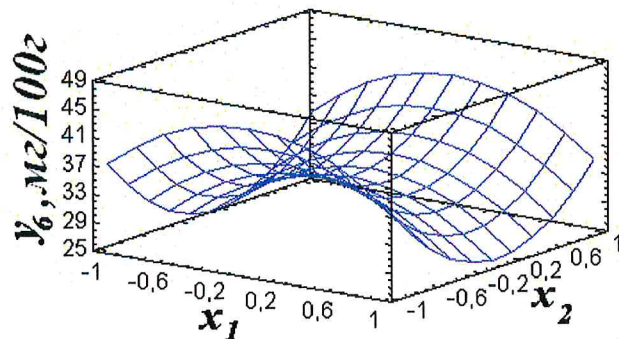


Рисунок 9 – влияние содержания возвратной стружки по слоям на содержание свободного формальдегида.

Из полученной поверхности отклика наглядно видно, что лучшие значения получены при содержании:

- возвратной стружки в наружных слоях от 0 до 20% и во внутреннем слое от 20 до 80%,
- возвратной стружки в наружных слоях от 80 до 100% и во внутреннем слое от 20 до 80%.

Лучшими значениями для механических показателей, принимались значения с полуторакратным запасом относительно норм для плит марок П-А по ГОСТ 10632-2007. Проанализировав все 6 показателей можно сказать, что добавление в композицию плит ДСтП от 0 до 20 % возвратных отходов (полученных калиброванием древесностружечных плит путем фрезерования) существенно не влияет на физико-механические показатели, а такие как разбухание по толщине и влажность, улучшают.

В четвертом разделе представлен технологический процесс ресурсосберегающего производства древесностружечных плит.

По действующей технологической инструкции на производство ДСтП марок П-А и П-Б расход связующего для наружных слоев плит различной характеристики должен составлять 11-14% от массы абсолютно сухой стружки. При шлифовании готовых плит происходит снятие с поверхности каждого наружного слоя по 0,5-1 мм или 25-30% его толщины. Получается, что сошлифовывается большая часть толщины слоя плиты, где расположена наиболее качественная стружка и содержится наибольшее количество связующего. Было бы целесообразнее использовать сошлифовываемый слой в производстве ДСтП повторно, но из-за засоренности абразивом шлифовальной ленты и мелкодиспертности (неизбежно значительно увеличивающей расход связующего) сошлифовываемый слой сжигают. При этом сжигание его в топках взрывоопасно, а также не эффективно в виду осаждения на водогрейных

трубах котлов расплавленных смоляных включений ухудшающих теплоперенос.

Если все отходы возникающие в производстве ДСтП при обрезке, калибровке и шлифовании вернуть в производство плит, то затраты на сырье и материалы можно снизить до 20%.

Проведенные авторами статьи исследования механической обработки древесностружечных плит с целью калибрования и шлифования, позволяет исключить из процесса обработки шлифовальную ленту, за счет использования при калибровке ДСтП винтовой фрезы с двумя степенями подвижности, и таким образом получить возвратные отходы с размерами стружки 0,15–7,0 мм, что соответствует требованиям, предъявляемым к древесным частицам для производства плит ДСтП. Такие отходы являются чистыми, не засоренными пылью от абразивного материала, как при калибровке шлифовальной лентой. Размеры и чистота стружки позволяют использовать ее повторно, отвечающие условиям производства. При этом использование винтовой фрезы также снижает затраты на электроэнергию на 23% по сравнению с шлифованием.

Стружка, изготовленная из отходов ДСтП, имеет на поверхности полимеризованную смолу, закрывающую поры древесины и исключает впитывание связующего при осмолении, позволяя при рациональном осмолении обеспечить прочное клеевое соединение за счет температуры и давления. Это объясняется тем, что при повторном нагревании смола переходит в стадию резолы, отличающуюся высокой стойкостью к воздействию воды [Шварцман Г.М., Производство ДСтП, 1977].

Отходы от форматной обрезки плит, имеют аналогичную застеклованную структуру, и если их привести в требуемый фракционный состав, они также могут быть вовлечены в производственный процесс. Один из вариантов реализации идеи, является использование молотковых дробилок ДМ-1 или ДМ-3 с вращающейся крестовиной.

Отходы плит ДСтП от обрезки краев поступают в приемник, где в ударном режиме захватываются металлическими болтами и разбиваются на мелкие частицы. Разрушение отходов плиты идет в основном за счет размельчения застеклованного скелета отходов. Измельченные частицы проходят через отверстия ситовых вкладышей и воздушным потоком, создаваемым ротором, выбрасываются из дробилки вниз. Размеры осмоленных древесных частиц после измельчения зависят в основном от формы и размеров ситовых вкладышей. Применяя сита с отверстиями различных размеров, можно получить разный фракционный состав древесных частиц.

Принципиальная схема возврата отходов в производство ДСтП от форматной обрезки и калибровочного станка представлена на рисунке 10.

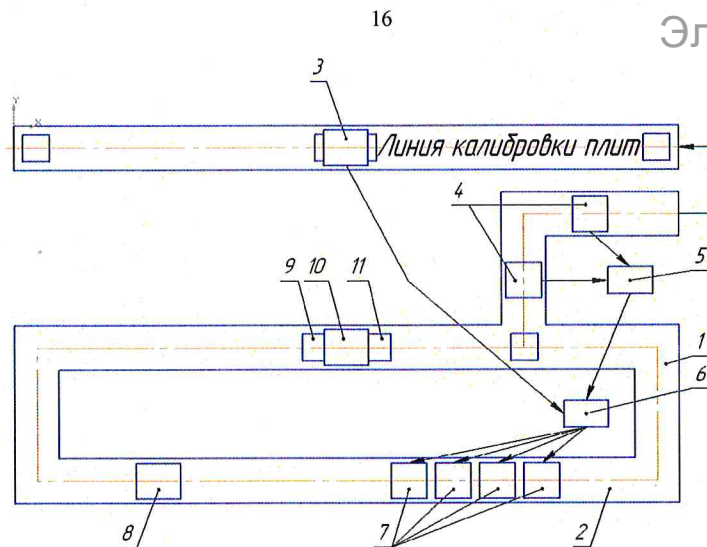


Рисунок 10 – Технологический процесс производства древесностружечных плит на главном конвейере ДК1-М с возвратом отходов обратно в производство.

- 1 – поперечный транспортер;
- 2 – продольный транспортер;
- 3 – калибровка плит винтовой фрезой;
- 4 – форматно обрезные станки;
- 5 – измельчитель;
- 6 – смеситель;
- 7 – формирующие машины;
- 8 – пресс для подпрессовки;
- 9 – загрузочная этажерка;
- 10 – пресс;
- 11 – разгрузочная этажерка.

Возвратные отходы от калибровочного станка–3 поступают в смеситель–6 и совместно с основной массой осмоленной стружки поступают в формирующие машины–7. Отходы от обрезных машин–4 поступают в измельчитель–5, затем в смеситель–6 и формирующие машины–7.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Разработаны математические модели позволяющие анализировать технологические параметры, обеспечивающие необходимое качество древесностружечных плит с включением обратных отходов.
2. Определены пути повышения эффективности производства древесностружечных плит с включением отходов от калибровки и форматной обрезки ДСтП.
3. Исследовано влияние на физико-механические параметры содержания в наружных и внутреннем слое отходов от калибровки ДСтП.
4. Рассмотрены вопросы структурообразования плит с включением обратных отходов обеспечивающих возможность снижения расхода связующего в производстве с 12% до 9% по сухому остатку.
5. Определены рациональные режимы и рецептуры включения отходов по слоям прессуемой плиты.
6. Разработана принципиальная схема возврата отходов в технологический процесс производства ДСтП на примере конвейера ДК1-М. Схема позволяет возвращать в производство до 15% от массы плиты.
7. Определенна экономическая эффективность производства древесностружечных плит с включением обратных отходов применимо к условиям ЗАО «Красноярский ДОК» прошедшая профессиональную экспертизу в рамках образовательного форума ТИМ «Бирюса-2009».

А-1815

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

Статьи в научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ:

1. Ермолович А.Г. Ресурсосберегающая технология получения древесных плит низкой токсичности /А.Г. Ермолович, П.С. Шастовский// Вестник КрасГАУ, Красноярск: КраГАУ. – 2011. Вып. №10– С. 189-190.
2. Ермолович А.Г. Альтернативные схемы станков для калибровки композиционных плит малых производств /А.Г. Ермолович, В.В. Ромашенко, П.С. Шастовский// Хвойные бореальной зоны: Сборник СибГТУ; Красноярск: СибГТУ. – 2008. Вып. №15. Т 1,2 – С. 177-179.
3. Ермолович А.Г. Выбор инструмента для обработки поверхности листовых материалов на основе древесины для снижения разнотолщинности и шероховатости /А.Г. Ермолович, П.С. Шастовский, В.В. Ромашенко/ Хвойные бореальной зоны: Сборник СибГТУ, Красноярск: СибГТУ – 2008. Вып. №15. Т 3,4 – С. 351-353.
4. Шастовский П.С. Экспериментальные исследования получения плит из фрезерной стружки на лабораторном прессе и установление физико-

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

механических характеристик / П.С. Шастовский, С.П. Ереско, Ю.Д. Алашкевич/ Хвойные бореальной зоны: Сборник СибГТУ, Красноярск: СибГТУ – 2015. Вып. №33. Т 1,2 – С. 73-77.

Патенты РФ:

5. Патент РФ №65422 U1. Устройство для снижения разнотолщинности плитных изделий из древесины со связующим: ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» /А.Г. Ермолович, **П.С. Шастовский** – Заявл. 09.03.2007, № 2007108746/22; Оpubл. в Б.И., 10.08.2007, № 22, МПК В 27М 1/02.
6. Патент РФ №2376131 С1. Способ фрезерования древесных материалов: ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» /А.Г. Ермолович, В.В. Ромашенко, **П.С. Шастовский**, П.В.Цаплин/ – Заявл. 07.04.2008, № 2008113536/02; Оpubл. Б.И., 20.12.2009, МПК В 27С 1/02, В 23С 3/00.

В других научных изданиях:

7. Ермолович А.Г. Пути получения возвратных отходов в производстве плит из измельченной древесины со связующим при калибровании плит /А.Г. Ермолович, **П.С. Шастовский**, В.В. Ромашенко/ Лесной и химический комплексы – проблемы решения. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГТУ, Том 3, 2009. – С. 36-40.
8. Ромашенко В.В. Дифференциальная режущая головка для обработки композиционных материалов /В.В. Ромашенко **П.С. Шастовский**, П.В. Цаплин, В.К. Александров, А.Г. Ермолович // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник статей студентов и молодых ученых. – Красноярск: СибГТУ, Том 1, 2007. – С. 249-251.
9. **Шастовский П.С.** Возможность использования возвратных отходов в производстве древесных плит / П.С. Шастовский, В.В. Ромашенко, П.В. Цаплин, под рук. д.т.н., проф. А.Г. Ермолович/ Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник статей студентов и молодых ученых. – Красноярск: СибГТУ, Том 2, 2009. – С 15-18.
10. **Шастовский П.С.** Анализ математической зависимости характеристик ДСтП от количества содержания возвратной стружки / П.С. Шастовский, В.В. Ромашенко, под рук. д.т.н., проф. А.Г. Ермолович/ Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник статей студентов и молодых ученых. – Красноярск: СибГТУ, Том 2, 2009. – С 144-150.
11. **Шастовский П.С.** Разработка ресурсосберегающей технологии снижения шероховатости древесностружечных плит при калибровке / П.С. Шастовский, А.Г. Ермолович В.В. Ромашенко, П.В. Цаплин / Региональная

очно-заочная экологическая конференция "Экология. Рациональное природопользование". Сборник статей. Красноярск: СибГТУ, – 2010.: – С 73-76.

12. **Шастовский П.С.** Методы увеличения эффективности производства древесных композиционных материалов / П.С. Шастовский, под рук. д.т.н., проф. А.Г. Ермолович / Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды. Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых 15-16 ноября 2012. – Красноярск: Лф СибГТУ, Том 1, 2012.: – С 296-298.
13. **Шастовский П.С.** Способы наращивания эффективности производства древесных композиционных материалов / П.С. Шастовский, А.Г. Ермолович / Лесной и химический комплексы – проблемы решения. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГТУ, Том 1, 2012. – С 170-172.
14. Волкова Е.В. Возможности снижения расхода сырья и связующего в производстве древесностружечных плит / Е.В. Волкова, **П.С. Шастовский**, А.Г. Ермолович, Ю.Д. Алашкевич / Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно-практическая конференция. Сборник статей студентов и молодых ученых. – Красноярск: СибГТУ, Том 2, 2014.. – С 250-254.
15. **Шастовский П.С.** Механика процесса обработки древесных композитных плит резанием / П.С. Шастовский, С.П. Ереско // Решетневские чтения: Материалы XIX Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск: СибГАУ, Часть 1, 2015.. – С 357-360.
16. **Шастовский П.С.** Комплексная переработка отходов в производстве композиционных древесных материалов / П.С. Шастовский, А.В. Кустов, С.П. Ереско / Решетневские чтения. Материалы XX Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск: СибГАУ, Часть 1, 2016.. – С 430-432.
17. Цаплин П.В. Метод облагораживания поверхности древесных композиционных плит резанием и трением / П.В. Цаплин, А.В. Кустов, **П.С. Шастовский** // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Технический науки. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 1-3 июня 2016г. СибГИУ. Новокузнецк. 2016. - Часть IV, Выпуск 20 - С. - 35-38
18. **Шастовский П.С.** Пути повышения эффективности производства композиционных древесных материалов / П.С. Шастовский, А.В. Кустов, П.В. Цаплин, С.П. Ереско // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Технический науки. Труды Всероссийской научной конференции

студентов, аспирантов и молодых ученых 1-3 июня 2016г. СибГИУ. Новокузнецк. 2016. - Часть IV, Выпуск 20 - С. - 324-327

19. **Шастовский П.С.** Производство композиционных древесных материалов при комплексной переработке отходов / П.С. Шастовский, А.В. Кустов, Д.Н. Жданова, А.Р. Шакуро // XVI Международная научно-практическая конференция «Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов» ЗабГУ, Чита 2016.
20. **Шастовский П.С.** Изготовление функциональных древесностружечных материалов из вторичного сырья / П.С. Шастовский, А.В. Кустов, // Химические технологии функциональных материалов: материалы III Международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции / отв. ред. А.И. Апарнев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – С. - 263-266

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, Учёному секретарю диссертационного совета Д 212.281.02, e-mail: d21228102@yandex.ru

Подписано в печать 07.05. 2017 г. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 1,0.
Заказ № 2619.

Редакционно-издательский центр СибГАУ
660049, г. Красноярск, пр. Мира, д.82., тел. (312) 227-69-90