

674

X67

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

674.815

На правах рукописи

УДК 674.815-41

ХМЫЗОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ

МОДИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ ТЕХНИЧЕСКИМИ  
ЛИГНОСУЛЬФОНАТАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

05.21.03 - технология и оборудование  
химической переработки древесины,  
химия древесины

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Минск, 1996

Работа выполнена в Белорусском государственном технологическом университете

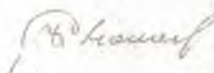
- Научный руководитель - кандидат технических наук,  
доцент СОЛОВЬЕВА Т.В.
- Научный консультант - кандидат технических наук,  
доцент СНОПКОВ В.Б.
- Официальные оппоненты
- доктор технических наук,  
профессор Колесников В.Л.
  - кандидат технических наук,  
Хатидович А.А.
- Опонирующая организация - НПО "Минскпроектмебель"

Защита состоится "2" июля 1996 г. в 10 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 в Белорусском государственном технологическом университете (г. Минск, ул. Свердлова, 13<sup>а</sup>, зал заседаний учёного совета).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного технологического университета.

Автореферат разослан "29" июля 1996 г.

Учёный секретарь совета  
по защите диссертаций

 СНОПКОВ В.Б.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. В настоящее время в Республике Беларусь на 7 предприятиях ежегодно может производиться до 360 тыс. м<sup>3</sup> древесностружечных плит (ДСтП). При этом на их изготовление требуется порядка 45 тыс. тонн карбамидоформальдегидных олигомеров (КФО), являющихся дефицитными и дорогостоящими ввиду отсутствия в республике производства формалина. Поэтому проблема сокращения потребления этого продукта в производстве ДСтП весьма актуальна.

Одним из наиболее реальных путей снижения удельного расхода КФО является частичная их замена на модифицированные технические лигносульфонаты (ТЛС). Разработанные ранее технологии включают модификацию ТЛС и совместное введение их с КФО. Широкого применения найденные решения в Республике Беларусь не нашли, т.к. наиболее эффективные способы модификации (замена катионов основания варочной кислоты на катион  $Al^{+3}$ , либо модификация лигносульфонатов перекисными соединениями) предусматривают использование сложного оборудования, а также дефицитных и дорогостоящих реагентов.

В настоящей работе обоснована и разработана новая технология производства ДСтП, основанная на нетрадиционном использовании ТЛС. Технология включает модификацию лигносульфонатов сывороточным альбумином (СА) (А.с. N1521598 СССР) либо карбамидом и последовательную обработку древесной стружки ТЛС и КФО (А.с. N1386464 СССР и Патент N63 Республики Беларусь). Технология позволяет сократить на 14-22% расход КФО, повысить водостойкость ДСтП и снизить их токсичность до класса эмиссии формальдегида Е-1.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с Республиканской целевой комплексной научно-технической программой ЗЭРЦ "Разработать и внедрить ресурсосберегающие технологии и оборудование, обеспечивающие расширенное воспроизводство и рациональное использование древесных ресурсов в Белорусской ССР на 1988-1995 годы и на период до 2005 года".

Цель и задачи исследования. Целью работы являлось научное обоснование направленного изменения свойств поверхности древесины, разработка и практическая реализация на этой основе новой технологии снижения удельного расхода КФО в производстве ДСтП путём предварительной модифицирующей обработки древесной стружки перед осмолением техническими лигносульфонатами.



В связи с этим были поставлены следующие задачи исследований:

- изучить влияние модифицирующей обработки древесных частиц ТЛС на свойства ДСтП;
- исследовать изменение свойств поверхности древесины под влиянием модифицирующей обработки, изучить процессы впитывания и высыхания ТЛС и КФО на поверхности древесины;
- изучить распределение КФО и ТЛС по поверхности древесных частиц, обработанных связующим в промышленных условиях, определить строение клеевых соединений, образующихся при склеивании стружки в плите;
- разработать технологию модификации ТЛС с целью снижения их вязкости и увеличения гидрофобности;
- разработать и внедрить технологию производства ДСтП с модифицирующей обработкой древесной стружки ТЛС.

Научная новизна полученных результатов. Разработана концепция комплексной оценки свойств поверхности древесной стружки при ее направленной модификации техническими лигносульфонатами в производстве древесностружечных плит. Установлены основные закономерности изменения в результате модифицирующей обработки критического поверхностного натяжения древесины, энергий адгезии и смачивания древесины карбамидоформальдегидными олигомерами, топографии поверхности древесины, закономерности процессов высыхания и впитывания связующего в древесину после осмоления. Впервые выполнена статистическая оценка вероятностей образования клеевых соединений различного строения, образующихся при склеивании древесных частиц в древесностружечной плите. Разработана технология модификации технических лигносульфонатов сывороточным альбумином, позволяющая повысить гидрофобность лигносульфонатов.

Практическая значимость полученных результатов. Достоинством разработанной технологии производства ДСтП с модифицирующей обработкой поверхности древесной стружки ТЛС является её универсальность и многовариантность. Технология предусматривает комплекс мероприятий, реализуемых в сочетании, зависящем от потребностей конкретного предприятия. Внедрение технологии позволило сократить расход КФО на 14-22% (ПО "Борисовдрев" и "Витебскдрев"), получить плиты повышенной водостойкости при замене части КФО на ТЛС (АО "Витебскдрев") и снизить токсичность плит на смолах с содержанием свободного формальдегида свыше 0,25% до класса эмиссии E-2 (ПО "Борисовдрев") и E-1 (АЦДО "Речицадрев").



Экономическая значимость полученных результатов. Внедрение технологии в цехах ДСТП ПО "Борисовдрев", "Витебскдрев" и "Речицдрев" дало экономический эффект (в ценах 1991 г.) 22 тыс., 88,6 тыс. и 820,3 тыс. рублей соответственно. Эффект получен за счёт снижения удельного расхода КФО в композиции плит, а так же повышения оптовых цен при переходе на выпуск плит класса Е-1.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Научное обоснование эффективности модифицирующей обработки древесной стружки техническими лигносульфонатами;
2. Способ снижения удельного расхода КФО в производстве ДСТП путём модифицирующей обработки древесной стружки ТЛС;
3. Способ модификации ТЛС альбумином с целью повышения их гидрофобности.

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в формулировании целей и задач исследований. Он лично осуществлял планирование эксперимента, реализацию его в лабораторных условиях, обработку экспериментальных данных. Автор принимал участие в обсуждении полученных результатов, разработке новых технологических режимов. Все промышленные проверки, испытания и внедрения разработанных вариантов технологии проходили при его обязательном присутствии и деятельном участии.

Апробация результатов диссертации. Результаты работы доложены и обсуждены на научно-технических конференциях по итогам научно-исследовательских работ Белорусского государственного технологического университета в 1988-1995 г.г., на республиканской научно-практической конференции "Внедрение безотходных и малотходных технологий - путь к решению экологических проблем" /Гродно, 1988 г./, на XVIII научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности" /Киев, 1991 г./, на XV Менделеевском съезде по общей и прикладной химии /Минск, 1993 г./, на международной научно-практической конференции "Лес-95" /Минск, 1995 г./.

Опубликованность результатов. По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе получены 3 авторских свидетельства СССР и 1 патент Республики Беларусь.

Структура и объём диссертации. Содержание работы изложено на 210 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 9 глав, выводов, списка использованных источников и приложений. В приложениях приводятся акты

внедрения разработанной технологии. Работа содержит 45 таблиц на 32 страницах, 56 рисунков на 52 страницах, 6 приложений на 10 страницах. Библиография включает 211 наименований литературы.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Аналитический обзор. В обзоре проанализированы физико-химические явления, имеющие место при склеивании древесины, способы модифицирующей обработки древесных частиц в производстве ДСТП, методы модификации ТЛС. Изучение способов сокращения удельного расхода связующего показало, что, как правило, модифицирующей обработке подвергаются КФО и другие компоненты клеевой композиции. Вместе с тем, малоисследованной остается возможность усиления взаимодействия в системе древесина-связующее за счёт модификации поверхности древесного наполнителя. По литературным данным, высокой эффективностью обладают высокомолекулярные соединения и реагенты кислого характера.

2. Методы проведения исследований. В главе приведены свойства применяемых веществ и материалов, изложены методики проведения исследований. Определение поверхностной энергии древесины проводили по методу Зисмана измерением краевого угла смачивания растворами  $\text{CaCl}_2$  с различным поверхностным натяжением. Шероховатость поверхности определяли на профилографе-профилометре типа А1 (модель 252). Микроструктура поверхности образцов древесины исследовалась сканирующим электронным микроскопом NanoLab 7, микрохимический состав - спектрометром волновой дисперсии SWD на микровзонде MS-46. Исследование комплексообразования СА и ТЛС проводили методами вискозиметрии и турбидиметрии. Физико-механические показатели ДСТП определяли в соответствии со стандартными методиками, содержание свободного формальдегида - методами WKI и перфораторным.

3. Влияние модифицирующей обработки поверхности древесной стружки на свойства ДСТП. На основании анализа литературных данных в качестве модификаторов нами были выбраны реагенты кислой природы - ТЛС марки Ж (ТУ 13-0281036-05-89) и уксусная кислота. Проведенные исследования показывали, что обработка стружки УК с последующей сушкой перед осмолением в мягких условиях (20-60°C) позволяет повысить прочностные показатели ДСТП и их водостойкость. Аналогичный результат даёт предварительная обработка стружки ТЛС концентрацией 10%. Применение ТЛС высокой концентрации (50-55%) оказалось эффективным, если модифицированную стружку

выдерживали при нормальных условиях в течение 25-50 мин. При этом было достигнуто сокращение расхода КФО. Прочностные показатели ДСП со связующим, состоящим из 25% ТЛС и 75% КФО, нанесённых последовательно, не уступали соответствующим показателям плит, изготовленных только с применением КФО. Это подтвердило целесообразность разработки способа снижения расхода КФО за счёт модифицирующей обработки древесной стружки перед осмолением УК и ТЛС.

4. Влияние модифицирующей обработки на поверхностные свойства древесины. Смачивание поверхности связующим является первой стадией формирования клеевого соединения и определяется топографией поверхности и свободной поверхностной энергией древесины. Это обусловило необходимость оценки и изучения возможности направленного изменения поверхностных свойств древесных частиц.

Энергии смачивания ( $F_w$ ) древесины и адгезии ( $F_a$ ) к ней КФО и поливинилацетатного клея (ПВА), также широко применяющегося для склеивания, были определены расчётным путём на основании полученных значений критического поверхностного натяжения древесины (КПН), подвергнутой модифицирующей обработке (табл. 1).

Таблица 1  
Энергия смачивания и адгезии к поверхности древесины

Химический реагент	Температура термообработки, °С	КПН, дн/см	КФО		ПВА	
			Энергия, дн/см,			
			смачивания	адгезии	смачивания	адгезии
-	20	78,04	7,16	-133,16	11,51	-88,51
-	105	73,43	6,05	-132,05	12,39	-89,39
-	150	57,65	-5,66	-120,34	12,38	-89,38
УК	20	79,25	32,56	-158,55	49,89	-126,89
УК	105	73,77	20,64	-146,64	41,31	-118,31
УК	150	63,01	0,04	-126,40	60,98	-137,98
ТЛС	20	81,55	8,87	-134,87	12,58	-89,58
ТЛС	105	78,67	18,42	-144,42	28,86	-105,86
ТЛС	150	71,40	18,14	-144,14	43,41	-120,41

Анализируя данные, приведенные в табл. 1, необходимо помнить, что большее отрицательное значение  $F_a$  указывает на увеличение адгезии клея к поверхности, большее положительное значение  $F_w$

указывает на улучшение смачивания. Из приведенных результатов следует, что термообработка древесины при температурах сушки (105-150°C) вызывает уменьшение КПИ древесины с 78,04 до 57,65 дн/см. Следствием этого является ухудшение адгезии и смачивания поверхности КФО и ПВА. Обработка поверхности УК и ТЛС приводит к увеличению энергии смачивания и снижению энергии адгезии во всем интервале исследованных температур. Модификация УК наиболее эффективна при низких температурах сушки, что в производственных условиях труднореализуемо. ТЛС в большей степени эффективны при температурах термообработки 105-150°C. Таким образом, модификация древесной стружки перед осмолением улучшает адгезию клея и смачивание древесины, повышая качество склеивания.

Обработка на ЭЭМ параметров шероховатости поверхности позволила получить модели профилей поверхности образцов исходной и модифицированной древесины (рис. 1)

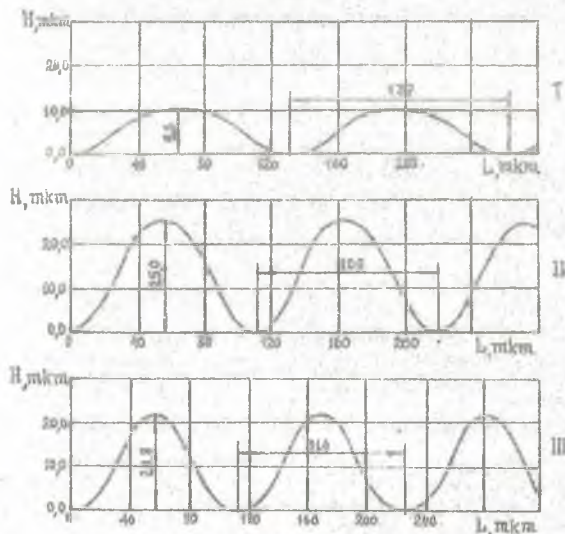


Рис. 1. Модели профилей поверхности древесины. I- исходная древесина; II- обработка ТЛС; III- обработка УК. Концентрации реагентов 10%. Температура сушки после обработки- 105°C. H- высота, L- длина профиля.

Из рис. 1 видно, что предварительная обработка поверхности древесины ТЛС и УК низкой концентрации (10%) приводит к существенному увеличению шероховатости, следствием чего является улучшение смачивания, что и было отмечено ранее (табл. 1).

Б. Количественная оценка процессов впитывания и высыхания связующих на поверхности древесины. Установленный факт изменения



поверхностных свойств древесины в результате модифицирующей обработки дал основание допустить возможность изменений в свойствах ТЛС и КФО после нанесения их на поверхность древесины. Выполненные исследования подтвердили это предположение и показали, что у находящихся на поверхности ТЛС и КФО происходит увеличение концентрации во времени, что является следствием двух процессов: а) испарение влаги; б) преимущественного впитывания воды древесиной из водных растворов ТЛС и КФО ("фильтрующий эффект"). Как видно на рис. 2 в зависимости от концентрации связующих (меньше или больше некоторой величины  $S_{кр}$ ), скорости высыхания изменяется неодинаково быстро. Вероятно, это можно объяснить тем, что первые 30-45 мин. после нанесения ( $S < S_{кр}$ ) имеет место параллельное протекание процессов впитывания и высыхания. После достижения  $S_{кр}$  происходит преимущественно впитывание воды в древесину, что объясняется образованием на поверхности связующих сплошной гелеобразной пленки, препятствующей испарению влаги. Из этого следует, что при последовательной обработке структурами ТЛС и КФО после нанесения лигносульфонатов промежуточные выдержки древесины в течение 30-45 минут положительно отразятся на качестве ЦФН, поскольку дадут возможность испариться избыточной влаге.

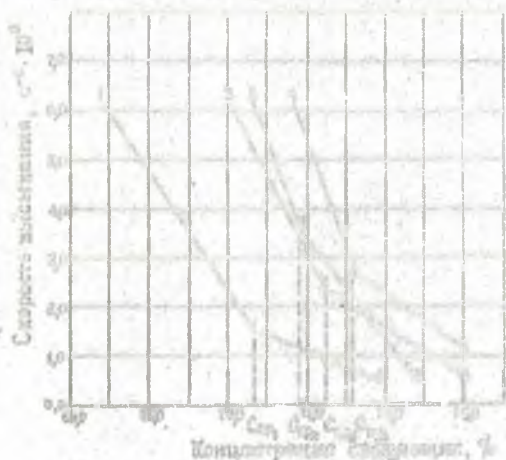


Рис. 2. Зависимость скорости высыхания КФО и ТЛС от их концентрации: 1,2-100; 2,4-100; 1,2-100; 2,4-100 — концентрация для соответствующей породы.

Метод электронной сканирующей микроскопии, а также исследование микрохимического состава обработанной реагентами древесины

на поверхности и микрошифак-срезаак электронно-вондовыи микроанализом подтвердили наличие впитывания вглубь древесины нанесённых на её поверхность ТЛС и КФО. При этом снижение их исходной концентрации приводит к усилению впитываемости сухих веществ. Глубина проникновения для лигносульфонатов (рис. 3) увеличивается с 16 мм (концентрация 45%) до 30 мм (20%). При концентрации 20% глубина проникновения составляет более 100 мкм.

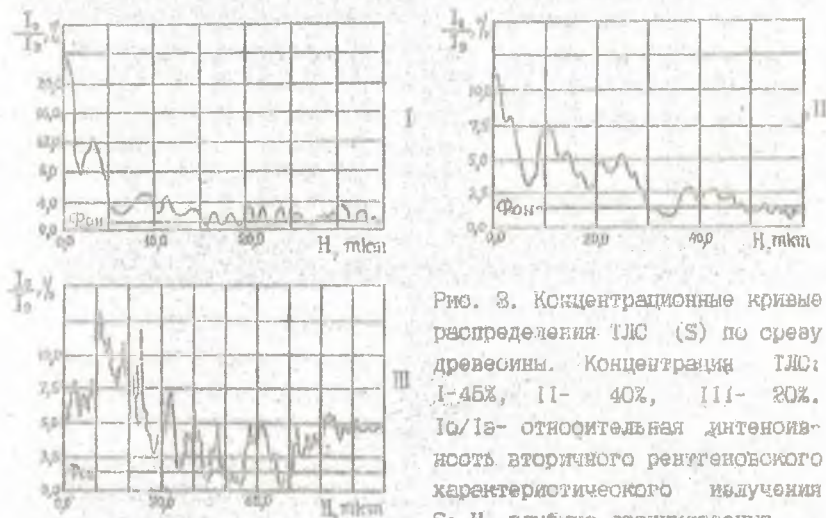


Рис. 3. Концентрационные кривые распределения ТЛС (S) по срезу древесины. Концентрация ТЛС: I-45%, II- 40%, III- 20%.  $I_2/I_0$  - относительная интенсивность вторичного рентгеновского характеристического излучения S; H - глубина проникновения.

Сосредоточение ТЛС в поверхностных слоях древесины ("грунтование") обуславливает эффективность предварительной обработки древесного наполнителя ТЛС высокой концентрации, т.е. уменьшает впитываемость КФО в древесину и увеличивает эффективное количество связующего, участвующего в оклеивании. Так, предварительная обработка лигносульфонатами концентрацией 50% уменьшает количество впитываемого раствора КФО с 15,02 до 13,66%, сухих веществ связующего - с 7,03 до 2,31%, т.е. более чем в 3 раза.

6. Распределение КФО и ТЛС на поверхности древесных частиц. В процессе промышленной обработки древесной стружки ТЛС и КФО, последние покрывают только часть поверхности древесных частиц. Вместе с тем, предварительная обработка стружки ТЛС эффективна лишь в том случае, если КФО, нанесённые позднее, окажутся на обработанной лигносульфонатами поверхности. Это обусловило необходимость проведения соответствующих исследований с целью определения ха-

рактера распределения ТЛС и КФО по поверхности\* древесных частиц при их промышленном нанесении. При проведении исследований стружку обрабатывали окрашенными КФО в смесителях ДСМ-5 и ДСМ-7. Нанесение ТЛС осуществляли пневматическими форсунками, установленными на крышке бункера сухой стружки ДВО-18. Организация форсунок обеспечивала обработку стружки ТЛС во взвешенном состоянии до её падения на дно бункера. В результате исследований установлено, что применяемые в производстве ДСТП смесители ДСМ-5 и ДСМ-7 при расходах КФО 7,5-13,4% покрывают связующим от 32 до 37% поверхности древесных частиц. Более эффективными является смеситель ДСМ-7, обеспечивающий при сопоставимых расходах КФО среднюю степень осмоления на 5,0-12,9% выше, чем ДСМ-5. В смесителе ДСМ-7 достигается достаточно равномерное распределение КФО по поверхности, покрытую связующим на 10-11% больше от 26,0 до 44,5% общего количества древесных частиц. Пневматический способ нанесения модифицированных карбамидом ТЛС обеспечивает при расходах 1,5-2,5% среднюю степень покрытия от 15,9 до 25,4%.

Полученные данные были использованы для расчёта вероятностей образования клеевых соединений различного строения, получающихся при склеивании двух древесных частиц. При этом рассматривались варианты использования только КФО и совместного применения КФО и ТЛС при их последовательном нанесении на древесные частицы. Расчёт производился на ЭВМ по специально составленной программе в среде TURBO BASIC. Полученные данные приведены в табл. 2.

При последовательной обработке древесного наполнителя ТЛС и КФО вероятность присутствия связующего между склеиваемыми поверхностями составляет 32,3-34,5%. Площадь контакта с комбинированным клеевым слоем (варианты ДКЛД, ДЛКЛД, ДККЛД и ДЛККЛД) составляет от 29,5 до 38,9%. Таким образом, значительная часть КФО контактирует с модифицированной ТЛС поверхностью.

7. Разработка технологии производства ДСТП с модифицирующей обработкой поверхности древесной стружки ТЛС. На основании полученных экспериментальных данных в качестве базового варианта технологии был принят следующий: обработка стружки после сушки ТЛС концентрацией 50-55%, выдержка при нормальных условиях в течение некоторого времени и осмоление КФО. В качестве варьируемых были выбраны три фактора, оказывающих наибольшее влияние на физико-механические показатели ДСТП и реально управляемых в производственных условиях: расход ТЛС, продолжительность технологической вы-



Таблица 2

Вероятность образования клеевых соединений различного строения при склеивании древесных частиц ТЛС и КФО

Структура клеевого соединения	Расход ТЛС, % к а.с. древесины					
	1,5			2,5		
	Расход КФО, % к а.с. древесины					
	7,5	9,0	13,4	7,5	9,0	13,4
1. Д-Д	22,2	19,8	6,9	17,6	15,2	5,5
2. Д-Л-К-К-Д	4,1	5,7	12,5	6,0	7,9	16,5
3. Д-Л-К-К-Л-Д	0,6	0,6	0,9	1,3	1,3	3,0
4. Д-Л-К-Л-Д	1,1	1,2	1,2	4,0	4,1	3,5
5. Д-Л-К-Д	14,2	13,3	11,6	18,2	17,0	15,9
6. Д-К-К-Д	13,6	15,6	31,6	11,0	12,7	25,5
7. Д-К-Д	34,7	35,1	32,0	27,8	28,5	25,4
8. Д-Л-Л-Д	0,8	0,7	0,4	2,1	2,0	0,9
9. Д-Л-Д	8,7	8,0	2,9	12,0	11,3	3,8
10. Суммарно п.2-п.9	77,8	80,2	93,1	82,3	84,8	94,5
11. Суммарно п.2-п.5	20,0	20,8	26,2	29,5	30,3	38,9

Примечание: Д- древесина; К- КФО; Л- ТЛС.

держки стружки после обработки ТЛС и расход КФО. Работа выполнялась с применением метода математического планирования эксперимента (план Хартли, близкий к D-оптимальному). Обработка на ЭВМ позволила получить адекватные математические модели, описывающие зависимость критериев оптимизации от исследуемых факторов. На рис. 4 приведены сечения поверхностей отклика моделей для времени промежуточной выдержки 40 мин.

Увеличение расхода КФО в исследуемом интервале значений сопровождается повышением прочности и водостойкости образцов ДСТП. Для ТЛС же существует определенный оптимум - в интервале 1,5-3,2% к массе а.с. древесины. Так, например, предел прочности при изгибе 17,0 МПа достигается последовательным введением ТЛС в количестве 2,9% и КФО в количестве 8,9%, либо, как показали контрольные определения, при расходе КФО равном суммарному расходу ТЛС и КФО - 11,8%. Вместе с тем, проблему водостойкости решить последовательным нанесением ТЛС и КФО не удаётся - с повышением расхода ТЛС разбухание увеличивается.



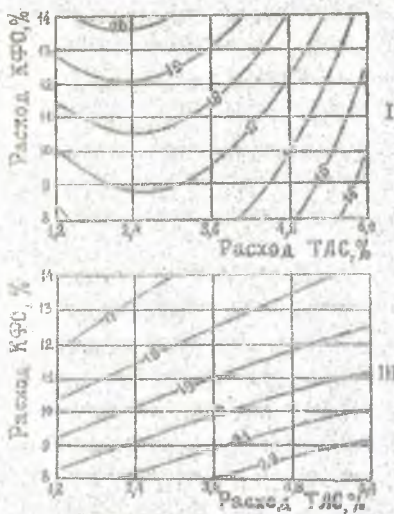


Рис. 1. Влияние расхода ТЛС и КФО на физико-механические показатели ДСтП. Предел прочности, МПа: I- при изгибе; II- при растяжении перпендикулярно пласти. III- Разбухание, %.

Определение оптимальных параметров технологического процесса было проведено обработкой моделей на ЭВМ в среде Eugene. В качестве минимизируемой функции цели был выбран расход КФО. Полученные значения параметров технологического режима следующие: расход ТЛС и КФО 2,8 и 9,8% к массе в.о. древесины соответственно, продолжительность промежуточной выдержки - 45 мин. При этом физико-механические показатели ДСтП соответствуют требованиям ГОСТ 10632-89 для плит марки П-А обычной водостойкости.

**6. Модификация технических лигносульфонатов.**

Модификация технических лигносульфонатов проводилась с целью повышения их гидрофобности и снижения вязкости.

3.1. Проблема повышения гидрофобности решалась путём блокировки сульфогрупп, определяющих, в основном, гидрофильность ТЛС и обуславливающих возможность их участия в реакциях интерполимерного взаимодействия с поликатионами. В качестве модификатора ТЛС нами был использован сычужочный альбумин (ТУ 8115-73), - полиамфолит, проявляющий в кислой среде при pH ниже изоэлектрической точки свойства поликатиона.

Турбидиметрические кривые титрования лигносульфонатов СА носят характер кривых с экстремумами при соотношениях г-эквивалентов [СА]:[ТЛС]=(0,27+0,7):1. Увеличение мутности растворов коррелирует со снижением приведенной вязкости системы СА-ТЛС. Полученный результат объясняется образованием в исследуемой системе ин-

терполимерного комплекса (ИПК). Боковые радикалы аминокислотных остатков лизила ( $pK_a$  аминной группы 9,8), гистидила ( $pK_a$  имидазольной группы 6,9), аргинила ( $pK_a$  гуанидиновой группы 12,5) и концевые ( $pK_a=7,5+7,9$ ) аминогруппы белка при  $pH < 5$  находятся, в основном, в протонированном состоянии и образуют солевые связи с сульфогруппами лигносульфонатов. При снижении  $pH$  среды от 4 до 2 увеличивается количество протонированных аминокислотных остатков и увеличивается количество СА в стехиометричном полиэлектродлитном комплексе (СПЭК). Соотношение [СА]:[ТЛС] в СПЭК при  $pH=3+4$ , соответствующих  $pH$  отверждения КФО, составляет  $(0,44+0,27):1$ .

Результаты проведенных исследований были использованы при разработке технологии изготовления ДСП повышенной водостойкости с использованием в составе клеевой композиции СА. Плиты изготавливались следующим образом. На древесную стружку пневматическим распылением наносили ТЛС концентрацией 62%, далее стружку выдерживали в течение 40 минут, после чего наносили КФО, раствор СА и отвердитель. В табл. 3 приведены составы связующего и физико-механические показатели ДСП.

Таблица 3.

Составы связующего и физико-механические показатели древесностружечных плит

Состав связующего, мас. %			Соотношение СА:ТЛС, мас. ч./мас. ч.	Физико-механические показатели			
ТЛС	КФО	СА		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа,		Разбухание, %
			при изгибе		при растяжении пласти		
15	82,0	3,0	0,20	745	21,5	0,417	16,1
20	75,0	5,0	0,25	715	20,8	0,410	15,8
20	74,0	6,0	0,30	733	21,2	0,431	15,3
25	67,5	7,5	0,30	728	20,0	0,415	16,2
25	75,0	-	-	737	18,2	0,405	19,6
-	100	-	-	745	18,0	0,410	17,9

Как видно из полученных результатов, модификация альбумином клеевой композиции, содержащей 20-25% лигносульфонатов, существенно повышает водостойкость плит: разбухание уменьшается на 17-22% в сравнении с ДСП, не содержащими СА в клеевой композиции. Увеличиваются и предел прочности при изгибе - на 9-18%. Таким образом, применение альбумина компенсирует снижение водостой-

кости ДСП вследствие замены части КФО на ТЛС.

8.2. Применение ТЛС в производстве ДСП затруднено в силу их высокой вязкости. На основании анализа литературных данных в качестве реагента, снижающего вязкость, нами был применен карбамид. Целесообразность использования карбамида обусловлена также его способностью связывать свободный формальдегид. Введение кристаллического карбамида в количестве 10-20% от массы а.с. веществ ТЛС позволяет добиться снижения вязкости ТЛС с 1730 сПа до 639-307 сПа. Поверхностное натяжение при этом уменьшается с 69,9 до 57,1-51,7 н/м.

9. Промышленная апробация и внедрение технологии производства ДСП с модифицирующей обработкой поверхности древесной стружки ТЛС. Различные варианты разработанной технологии были апробированы в промышленных условиях цехов ДСП ПО "Борисовдрев", АО "Витебскдрев" и АПДО "Речицадрев". Выбор варианта осуществлялся в соответствии со спецификой каждого из цехов, типом установленного оборудования и с учетом стоящих перед производством задач.

В цехе ДСП ПО "Борисовдрев" была внедрена технология (А.с. №1386464 /СССР/), включающая следующие операции: модификацию ТЛС карбамидом (20%), нанесение модифицированных ТЛС на древесную стружку внутреннего слоя, выдержку стружки в течение 35-45 минут перед осмолением и обработку олигомерами марки КФО. Внедрение технологии позволило сократить удельный расход карбамидного связующего во внутреннем слое ДСП на 25% и перейти на выпуск плит класса эмиссии формальдегида Е-2.

В цехе ДСП АО "Витебскдрев" внедренная технология (А.с. №1521598 /СССР/) включала следующие операции: обработку древесной стружки после сушки ТЛС, выдержку стружки перед осмолением в течение 35-45 минут и последующую обработку клеевой композицией, включающей альбумин, карбамидоформальдегидные олигомеры марки КФО и парафиновую эмульсию. Применение альбумина позволило без снижения физико-механических показателей получать плиты повышенной водостойкости. Было достигнуто сокращение удельного расхода КФО олигомеров на 22%.

На заводе ДСП АПДО "Речицадрев" была внедрена технология производства ДСП, в которой предусмотрена обработка древесной стружки перед сушкой водным раствором ТЛС и карбамидом (Патент №3 РВ). Внедренная технология включала: приготовление модифицирующего раствора, содержащего 45-60 м.ч. ТЛС, 100 м.ч. карбамида и



180-240 м.ч. воды; нанесение раствора на древесную стружку перед сушкой. Был достигнут стабильный выпуск плит класса Е-1 на смолах марок КФО, КФ-МТ (ВП) и КФЖ с содержанием свободного формальдегида до 0,4%. Благодаря применению ТЛС снижения физико-механических показателей плит в результате введения в ДСП значительных количеств (8-13 кг/м<sup>3</sup>) карбамида не произошло.

Внедрение технологии производства ДСП с модифицирующей обработкой древесной стружки ТЛС на белорусских предприятиях позволило получить суммарный экономический эффект 930989 рублей (в ценах 1991 года).

**ВЫВОДЫ:**

1. Разработана и научно обоснована концепция оценки и направленного изменения свойств поверхности древесины путём модификации древесной стружки техническими лигносульфонатами. На этой основе предложена и реализована в промышленности технология снижения удельного расхода КФО в производстве древесностружечных плит.

2. Установлено, что обработка древесины ТЛС и УК изменяет свойства поверхности древесины: увеличивает шероховатость поверхности, уменьшает впитывание, улучшает смачивание и повышает адгезию клеевых материалов к древесине. Величина указанных воздействий зависит от концентрации реагентов и температуры последующей термообработки.

3. Исследовано, что глубина впитывания ТЛС и КФО зависит в обратной зависимости от их концентрации. Установлено, что испарение связующих происходит через 30-40 минут после нанесения связующих, что обуславливает необходимость соответствующей андерлай образованной ТЛС стружки перед осажением с целью удаления избыточной влаги из древесностружечной композиции.

4. Научено распределение КФО в ТЛС по поверхности древесных частиц в процессе их смешивания со связующим. Установлено, что применение предварительной модифицирующей обработки древесных частиц ТЛС обеспечивает для модифицированного клеевого соединения до 38,8%. Это приводит к уменьшению впитывания КФО, увеличению их количества, принимающего участие в образовании древесных частиц.

5. Разработана технология повышения гидрофобности ТЛС путём модификации альбузином. Изучены условия и механизм их интерполимерного взаимодействия. Водостойкость плит, изготовленных с при-

менением в составе связующего альбумина и ЛС, повышается на 17-22%. Для снижения вязкости ТЛС применён кристаллический карбамид.

6. Определены оптимальные значения параметров модификации древесной стружки техническими лигносульфонатами в производстве древесностружечных плит. Различные варианты технологии реализованы в цехах ДСП ПО "Борисовдрев", АО "Витебскдрев", АПДО "Речицдрев". Внедрение технологии позволило сократить расход КФО на 14-22% и обеспечить стабильное получение плит класса эмиссии формальдегида Е-1 с суммарным экономическим эффектом 930989 руб. в ценах 1991 г.

**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Хмызов И.А., Снопков В.Б., Соловьёва Т.В., Чечко Д.И., Рима В.В. Применение отходов целлюлозного производства в промышленности древесных плит // Внедрение безотходных и малотходных технологий - путь к решению экологических проблем: - Тез. науч.-практ. конф. - Гродно, 1988. - С. 92-94.

2. А.с. 1386464 СССР, МКИ В 27 N 3/02. Способ изготовления древесностружечных плит / В.Б. Снопков, Т.В. Сухая, И.А. Хмызов, Е.И. Пухальский, К.А. Панушин, В.Н. Шайтура, Р.Н. Зарещкая (СССР). - N 4128750/29-15; Заявлено 17.07.86; Опубл. 07.04.88, Бюл. N 13. - 2 с.

3. А.с. 1521598 СССР, МКИ В 27 N 3/02. Способ изготовления древесностружечных плит / Т.В. Сухая, В.Б. Снопков, В.И. Лежень, Д.И. Чечко, И.А. Хмызов, В.Н. Марцуйль, Т.П. Шкирандо (СССР). - N4334844/23-15; Заявлено 30.11.87; Опубл. 15.11.89, Бюл. N42. - 3с.

4. Снопков В.Б., Хмызов И.А., Эрдеи Й., Куташи Т. Изменение концентрации связующего на поверхности древесины в производстве древесностружечных плит // Химия и химическая технология. - Вып. 4. - Межведомственный сборник. - Минск: Университетское, 1990. - С. 97-103.

5. А.с. 1565696 СССР, МКИ В 27 N 1/02, 3/02. Способ получения древесноклеевой композиции / В.В. Снопков, Т.В. Соловьёва, И.А. Хмызов, В.И. Лежень, Д.И. Чечко (СССР). - N 4456697/31-15; Заявлено 11.07.87; Опубл. 23.05.90, Бюл. N19. - 3 с.

6. Соловьёва Т.В., Снопков В.Б., Хмызов И.А., Янушко Е.В. Технология двухстадийного осмоления стружки в производстве ДСП // Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей про-



мышленности: Тез. докл. науч.-техн. конф. - Киев, 1991. - С. 168.

7. Снопков В.В., Хмызов И.А., Снопкова Т.А., Соловьёва Т.В. Двухстадийный способ осмоления древесных частиц. // Изв. вузов. Лес. ж. - 1992, №4. - С. 104-108.

8. Пат. 63 Республики Беларусь, МКИ В 27 Н 3/02. Способ изготовления малотоксичных древесностружечных плит / В.Д. Богущ, Г.Г. Гловацкий, Л.И. Хоровьева, С.В. Верига, В.В. Максименко, В.В. Снопков, Т.В. Соловьёва, И.А. Хмызов, Е.В. Янушко (СССР). - № 4862501/15; Заявлено 11.06.90; Опубл. 07.12.92, Бюл. № 45. - 4 с.

9. Соловьёва Т.В., Снопков В.В., Хмызов И.А., Лежень В.И., Чечко Д.И. Решение проблемы производства малотоксичных древесностружечных плит на предприятиях республики Беларусь // XV Менделеевский съезд по общей и прикладной химии :- Тез. докл. В 4 т. - Минск, 1993. - Т. 3. - С. 229-230.

10. Снопков В.В., Хмызов И.А., Янушко Е.В., Пашук С.Ц., Крюковская Т.М. Влияние химической активации на величину поверхностной энергии древесных частиц // Сб. тр. ВТИ. Серия IV. Химия и технология органических веществ. Вып. I. - Минск: ВТИ, 1993. - С. 55-59.

11. Снопков В.В., Хмызов И.А., Янушко Е.В. Влияние активирующей обработки на топографию поверхности древесины // Сб. тр. БГТУ. Серия IV. Химия и технология органических веществ. Вып. II. - Минск: БГТУ, 1994. - С. 45-49.

12. Соловьёва Т.В., Снопков В.В., Хмызов И.А., Янушко Е.В., Богущ В.Д. Технология изготовления ДСП класса Е-1 с использованием модификации древесной стружки составом на основе лигносульфонатов // Лес-95: - Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Минск, 1995. - С. 83.

13. Крутько Н.П., Воробьёва Е.В., Хмызов И.А., Соловьёва Т.В., Снопков В.В. Композиция на основе лигносульфонатов, карбамидоформальдегидной смолы и альбумина-связующее для древесностружечных плит // Весці Акадэміі навук Беларусі. Сер. хімічных навук. - 1994, №4. - С. 98-101.

14. Снопков В.В., Соловьёва Т.В., Хмызов И.А., Янушко Е.В. Распределение связующего по поверхности древесной стружки в производстве древесностружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность. - 1995, №5. - С. 4-6.

ХМЫЗАУ ІГАР АНАТОЛЬЕВІЧ  
МАДЫФІКАЦЫЯ ДРАУНЯНАЙ СТРУЖКІ ТЭХНІЧНЫМІ ЛІГНАСУЛЬФАТАМІ  
У ВЫТВОРЧАСЦІ ДРАУНЯНАСТРУЖКАВЫХ ПЛІТ

ДРАУНЯНАСТРУЖКАВЫЯ ПЛІТЫ, КАРБАМІДАФАРМАЛЬДЭГІДНЫЯ АЛІГАМЕ-  
РЫ, ЛІГНАСУЛЬФАТЫ, БОЦАТНАЯ КІСЛАТА, АЛЬБУМІН, ПАВЕРХНЕВАЯ  
ЭНЕРГІЯ ДРАУНІНЫ, ШРПАТАСЦЬ ПАВЕРХНІ, КЛЕЕВЫЯ ЗЛУЧЭННІ

Аб'ектам даследавання з'яўлялася тэхналогія вытворчасці  
драўнянастружкавых пліт (ДСтП).

Мэта работы - навуковае абгрунтаванне і практычная рэаліза-  
цыя спосабу зніжэння удзельнага расходу карбамідаформальдэгідных  
алігамераў (КФА) у вытворчасці ДСтП шляхам папярэдняй мадыфіцы-  
руючай апрацоўкі паверхні драўнянай стружкі лігнасульфатамі  
(ТЛС) перад асмаленнем.

У рабоце вывучаны уплыў мадыфікуючай апрацоўкі паверхні  
драўнянай стружкі на уласцівасці ДСтП. Даследавана змяненне па-  
верхневым уласцівасцей драўніны - крытычнага паверхневага наця-  
жэння і тэнэграфіі паверхні - пад уплывам апрацоўкі мадыфікую-  
чымі рэагентамі і тэрмічнага уздзеяння у працэсе сушкі. Устаноу-  
лена, што апрацоўка паверхні драўніны ТЛС і боцатнай кіслатой  
прыводзіць да павышэння энергіі змочвання і павелічэння адгезіі  
КФА да драўніны. Вывучана кінетыка высыкання і ўбірання ТЛС і КФА  
у драўніну і вызначаны колькасныя характарыстыкі гэтых працэсаў.

Устаноўлена, што павелічэнне іх канцэнтрацыі пасля няясен-  
ня сувязным на паверхню з'яўляецца вынікам двух працэсаў - выпар-  
вання і пераважнага ўбірання вады у драўніну. Глыбіня пранікнен-  
ня ТЛС і КФА у драўніну знаходзіцца ў адваротнай залежнасці ад іх  
канцэнтрацыі. Даследавана размеркаванне КФА і ТЛС па паверхні  
драўняных часцінак пры апрацоўцы атошнік у прамысловых умовах.  
Разлічана імавернасць утварэння клеёвны злучэнняў рознай пабудовы,  
якія атрымліваюцца пры склейванні драўняных часцінак толькі  
КФА і сумесна КФА і ТЛС. Вызначаны эфектыўныя суадносіны сьвара-  
тачнага альбуміну і ТЛС, якія дазваляюць павысіць гідрафобнасць  
атошнік. Укараненне тэналогіі у цэхах ДСтП АА "Барысаўдрэў",  
"Віцебскдрэў", "Рэчыцдрэў" дазволіла скараціць расход КФА на  
14-22%, стабільна атрымліваць пліты класа змісіі формальдэгіду  
Е-1 і Е-2. Эканамічны эфект ад укаранення склаў 930989 рублёў у  
цэхах 1991 года.

ХИМЫСОВ Игорь Анатольевич

Модификация древесной стружки техническими лигносульфонатами  
в производстве древесностружечных плит

ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ, КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ ОЛИГОМЕРЫ, ЛИГНОСУЛЬФОНАТЫ, УКСУСНАЯ КИСЛОТА, АЛЬБУМИН, ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭНЕРГИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ШЕРОХАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ, КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Объектом исследований являлась технология производства древесностружечных плит (ДСТП). Цель работы - научное обоснование, разработка и практическая реализация способа снижения удельного расхода карбамидоформальдегидных олигомеров (КФО) в производстве ДСТП путем предварительной модифицирующей обработки поверхности древесной стружки лигносульфонатами (ЛТС) перед осмолением.

В работе изучено влияние модифицирующей обработки поверхности древесной стружки на свойства ДСТП. Исследовано изменение поверхностных свойств древесины - критического поверхностного натяжения и топографии поверхности - под влиянием обработки модифицирующими реагентами и термического воздействия в процессе сушки. Установлено, что обработка поверхности древесины ЛТС и уксусной кислотой приводит к повышению энергии смачивания и увеличению адгезии КФО к древесине. Изучена кинетика высыхания и впитывания ЛТС и КФО в древесину и определены количественные характеристики этих процессов. Установлено, что увеличение концентрации связующих после нанесения их на поверхность является следствием двух процессов - испарения и преимущественного впитывания воды в древесину. Глубина проникновения ЛТС и КФО в древесину находится в обратной зависимости от их концентраций. Исследовано распределение КФО и ЛТС по поверхности древесных частиц при обработке последних в промышленных условиях. Рассчитана вероятность образования клеевых соединений различного строения, получающихся при склеивании древесных частиц только КФО и совместно КФО и ЛТС. Определены эффективные соотношения сырого альбумина и ЛТС, позволяющие повысить гидрофобность последних. Внедрение технологии в цехах ДСТП АО "Ворисадрев", "Витебскдрев" и "Речицадрев" позволило сократить расход КФО на 14-22%, стабильно получать плиты класса эмиссии формальдегида Е-1 и Е-2. Экономический эффект от внедрения составил 930889 руб. в ценах 1991 г.

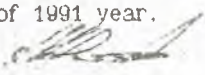
SUMMARY

KHMYZOV IGOR ANATOLIEVICH  
MODIFICATION OF WOOD CHIP BY TECHNICAL LIGNOSULFONATES  
IN CHIP BOARDS PRODUCTION

CHIP BOARDS, UREA-FORMALDEHYDE RESIN, LIGNOSULFONATES, ACETIC ACID, ALBUMIN, SURFACE ENERGY OF WOOD, ASPERITY OF SURFACE, GLUE JOINT

The object of investigation is the manufacturing technology of chip boards. The purpose of the work is the scientific foundation, elaboration and practical realization of the method of specific expenditure reduction of urea formaldehyde resin in the production of chip boards by means of preliminary modification of the wood chip surface by lignosulfonates before gumming.

The influence of modifying treatment of wood chip surface on the properties of chip boards is studied. The change of surface properties of woods, namely critical surface tension and surface topography, under the influence of modifying reagents and thermal effects in the process of drying is investigated. It is found that the surface wood treatment by lignosulfonates and acetic acid leads to the increase of wettability and adhesion of resin to wood. The kinetics of drying and imbibition of lignosulfonates and urea-formaldehyde resin into the wood is studied and quantitative characteristics of the processes under consideration are obtained. It is shown that the increase of concentration of agglutinates after marking them on the surface results from the following two processes, namely evaporation and preferred imbibition of water into the wood. The depth of penetration of lignosulfonates and the resin into the wood depends inversely on their concentration. The surface distribution of resin and lignosulfonates for wood chips when processing under industrial conditions is considered. The formation probability of different glue joints which result from glueing of wood clips using either the resin or the combination of resin with lignosulfonates is calculated. The utilization of this technology at the chip boards plants "Borisovdrev", "Vitebskdrev", "Rechitzadrev" has enabled to reduce specific expenditure of urea formaldehyde resin by 14-22% and to obtain regularly low-toxic wood boards of E-1 and E-2 classes. The economical effect due to the implementation of this technology suggested estimated 920989 rubles in prices of 1991 year.





УМЫЗОВ Игорь Анатольевич  
Модификация древесной стружки техническими лигносульфонатами  
в производстве древесностружечных плит

Подписано в печать 24.05.1996. Формат 60\*84 1/16  
Печать офсетная. Усл.печ.л. 1.4. Усл.кр.-отт. 1.4  
Уч.- изд.л. 1.2

Тираж 70 экз. Заказ 174.

Белорусский Государственный технологический университет  
220630, Минск, Свердлова 13<sup>а</sup>.

Отпечатано на ротапринте Велорусского государственного  
технологического университета  
220630, Минск, Свердлова 13<sup>а</sup>.