

УДК 684.4.05

**Зиятдинова Д.Ф.**

Разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки древесных материалов, сопровождающихся выделением парогазовой фазы : монография / Д.Ф. Зиятдинова; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 244 с.

ISBN 978-5-7882-1452-8

Рассмотрены технологии переработки древесных материалов и аппаратурное оформление процессов, сопровождающихся выделением парогазовой фазы. Предложена обобщающая математическая модель, позволяющая рассчитывать кинетику процессов и конструктивные параметры аппаратурного оформления. Приведены результаты внедрения отдельных технологий в промышленность.

Предназначена для ИТР, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов направления 250400.68 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств».

Подготовлена на кафедре переработки древесных материалов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета.

Рецензенты: д-р, техн. наук, проф., директор ООО «Энергоиспром»  
*А.Н. Грачев*

д-р, техн. наук, проф., директор НТУ «Альтернативная энергетика» *Н.Ф. Тимербаев*

ISBN 978-5-7882-1452-8

© Зиятдинова Д.Ф., 2013

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>Глава 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	6
<b>1.1. Современное состояние процессов химической     переработки древесины, сопровождаемых парогазовыми     выбросами вредных веществ в атмосферу</b>	6
1.1.1. Характеристика технологических процессов по выбросам токсичных веществ	6
1.1.2. Специфические особенности выбросов в целлюлозно-бумажном производстве (ЦБП)	13
1.1.3. Специфические особенности термохимических методов переработки древесины	19
<b>1.2. Анализ способов и оборудования газоочистки     от токсичных выбросов</b>	25
<b>1.3. Основы теории тепломассопереноса в процессах,     используемых для газоочистки</b>	35
1.3.1. Тепломассоперенос в паровой фазе реакторов при совмещенных процессах испарения и конденсации многокомпонентных смесей	35
1.3.2. Тепломассоперенос в процессах абсорбции	42
1.3.3. Основные подходы к математическому описанию процессов термохимической переработки древесины	54
<b>1.4. Анализ разработок по очистке газов</b>	59
<b>Глава 2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ</b>	65
<b>2.1. Состав древесины</b>	65
<b>2.2. Термохимическое разложение древесины</b>	68
2.2.1. Термопревращения гемицеллюлоз	71
2.2.2. Термопревращения лигнина	74
<b>2.3. Структурно-механические свойства древесных     отходов</b>	75

<b>2.4. Массопроводные и теплофизические свойства древесины</b>	78
<b>2.5. Свойства и применение продуктов химического разложения как теплоносителя</b>	84

<b>Глава 3. РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХСЯ ВЫБРОСАМИ В АТМОСФЕРУ</b>	89
<b>3.1. Физическая картина технологических процессов, сопровождающихся парогазовыми выбросами</b>	89
<b>3.2. Формализация гипотетического технологического процесса</b>	93
<b>3.3. Разработка обобщенной математической модели процессов переработки древесных материалов, сопровождающихся парогазовыми выбросами</b>	94
<b>3.4. Алгоритм расчета термохимических процессов переработки древесных материалов</b>	108

<b>Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗООЧИСТКИ ПРИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	111
<b>4.1. Разработка экспериментальных установок для исследования термохимических процессов переработки древесных материалов, сопровождающихся выбросами токсичных веществ в атмосферу</b>	112
<b>4.1.1. Экспериментальный стенд для исследования совмещенных процессов испарения и конденсации</b>	112
<b>4.2. Методика проведения экспериментов</b>	114
<b>4.3. Результаты исследований термохимических процессов переработки древесных материалов</b>	117

<b>Глава 5. РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХСЯ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ</b>	129
<b>5.1. Совершенствование технологий гидротермической обработки материалов</b>	129
<b>5.1.1. Совершенствование технологий и аппаратурного оформления процесса сушки древесных материалов</b>	129

5.1.2. Совершенствование технологий и аппаратурного оформления процесса пропитки пиломатериалов	136
5.1.3. Совершенствование технологии комплексной переработки древесной зелени	138
<b>5.2. Совершенствование технологии получения древесно-стружечных плит</b>	140
<b>5.3. Очистка отходящей парогазовой смеси при производстве целлюлозы</b>	143
5.3.1. Усовершенствование технологических процессов сульфатной варки целлюлозы	143
5.3.2. Разработка технологии производства технической целлюлозы взрывным методом	147
<b>5.4. Совершенствование технологий термической переработки древесных материалов</b>	154
5.4.1. Совершенствование установок для сжигания древесных отходов, содержащих полимерные включения	154
5.4.2. Совершенствование технологии и аппаратурного оформления производства древесного угля	161
5.4.3. Совершенствование технологических процессов, сопровождающихся выделением горючих газовых выбросов	167
 <b>Глава 6. ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОПРОВОЖДАЮЩИХСЯ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ</b>	173
<b>6.1. Расчет технологических параметров и отдельных систем газоочистки технологических комплексов по переработке древесных материалов</b>	174
6.1.1. Расчет параметров устройств конденсации паров	174
6.1.2. Расчет параметров устройств сжигания горючих газов	178
6.1.3. Аэродинамический расчет парогазового тракта разрабатываемых технологических комплексов	182
<b>6.2. Разработка опытно-промышленной установки для улавливания продуктов испарения, возникающих при выгрузке ректоров, работающих под давлением</b>	184

<b>6.3. Усовершенствование промышленной установки для улавливания паров с выдувного резервуара</b>	187
6.3.1. Современное состояние системы газоочистки при сульфатной варке целлюлозы на МарЦБК	187
6.3.2. Предлагаемая схема реконструкции	193
6.3.3. Техничко-экономическое обоснование внедрения усовершенствованной технологической схемы разгрузки варочного котла	195
<b>6.4. Совершенствование аналогичных технологических процессов в других отраслях промышленности</b>	199
6.4.1. Усовершенствование промышленной установки разложения соапсточного мыла серной кислотой	200
6.4.2. Усовершенствованная технологическая схема безреактивного расщепления жиров	203
6.4.3. Усовершенствованная технологическая схема вытяжного устройства для зарядки аккумуляторных батарей	204
6.4.4. Усовершенствованная технологическая схема получения наполненных пластиков	207
Заключение	210
Условные обозначения	213
ЛИТЕРАТУРА	216