

ОБЗОР РАЗРАБОТОК КНИТУ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОЦЕССА ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Ключевые слова: термомодификация, термодерево, топочные газы, оборудование термической обработки.

Представлены описания разработанных технологий термомодифицирования древесины: в среде топочных газов, водяного пара и жидкостей, а также технология обработки контактным методом. На основе экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний выявлены рациональные области использования предложенных технологий в промышленности.

Keywords: thermo modification, thermo treatment, thermo wood, flue gas, equipment of heat treatment.

Includes descriptions of the technologies developed termomodifitsirovaniya wood: in the environment of the flue gases, steam and liquids, as well as processing technology contact method. Based on experimental studies and pilot tests revealed the use of rational proposed technologies in the industry.

Введение

В настоящее время повышение эффективности деревообрабатывающих производств и коэффициента качественного использования самой древесины, приобретает несомненную актуальность как в России, так и в мире. Без инновационных концепций и технологий глубокой переработки проблему не решить даже при использовании современного высокотехнологического импортного оборудования. Необходим ряд новейших разработок, позволяющих пересмотреть использование древесины, в том числе низкосортной для нужд деревянного домостроения и мебельного производства.

Перспективным направлением инновационного развития деревообработки в сложной рыночной ситуации может быть производство нового товара – термомодифицированной древесины. Термически модифицированная древесина существенно превосходит необработанную древесину по множеству показателей. Исследования в данной области ведутся последние 10-15 лет в таких странах как Финляндия, Франция, Америка, Латвия, Германия. Однако современные способы термомодифицирования имеют существенные недостатки: значительная продолжительность и высокая себестоимость процесса, отсутствие методик расчета процесса и оборудования, что приводит к экспериментальному поиску режимных параметров, в результате не являющихся оптимальными, отсутствие обоснованных рекомендаций по выбору той или иной технологии и оборудования термической обработки применительно к условиям конкретного предприятия. При этом данные о характеристиках самой термомодифицированной древесины серьезно разнятся в различных источниках, поскольку нет единого подхода и полноценного изучения физических, механических и химических свойств термодревесины.

Поэтому разработка новых энергосберегающих и усовершенствование существующих технологий термомодифицирования древесины и их аппаратного оформления с целью снижения себестоимости процесса и повышения качества термомодифицированной древесины является актуальной проблемой.

Технологии

В связи с этим были разработаны новые и усовершенствованы существующие технологии термомодифицирования древесины:

Энергосберегающая технология термомодифицирования древесины в среде топочных газов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] реализована на деревообрабатывающем предприятии в Минске (Республика Беларусь, см. рис. 1), включает постепенный прогрев пиломатериала до 180 – 240 °С топочными газами, образующимися в результате газификации отходов деревообработки и последующего сжигания синтез-газа с коэффициентом избытка воздуха близким к 1 и охлажденными в теплообменнике до температуры 180 – 240 °С, причем излишняя тепловая энергия, отведенная при охлаждении топочных газов, направляется для предварительной сушки древесины; при этом стадия постепенного нагрева древесины до температуры 160 – 170 °С осуществляется путем подачи в камеру дымовых газов, высокой концентрации, поддерживаемой на уровне 95 – 100 об.%, и их непрерывной многократной циркуляцией в камере, а по достижении 160 – 170 °С происходит подача дымовых газов из топки в теплообменник и дальнейший нагрев до 180 – 240 °С осуществляется за счет теплопередачи между парогазовой смесью, циркулирующей в камере, и дымовыми газами, подаваемыми в теплообменник; после достижения средой заданной температуры происходит выдержка древесины при этой температуре обработки, далее осуществляется охлаждение древесины путем парирования.

Энергосберегающая технология термомодифицирования древесины в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов [8, 9, 10, 11, 12, 13] состоит из стадий нагрева древесины контактным способом от перфорированных металлических пластин до 200 – 240 °С по логарифмическому закону, выдержки древесины при высокой температуре и понижения температуры термодревесины до 100 °С с последующей выгрузкой.



Рис. 1 - Промышленная установка по термическому модифицированию древесины в среде топочных газов

Технология термомодифицирования древесины твердых пород в жидкостях [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20] включает нагрев до температуры 200–240 °С и выдержку древесины при данных температурах в герметичной камере, заполненной маслом с температурой кипения выше 260 °С, охлаждение путем слива масла, вакуумирования древесины, пропаривания ее водяным паром и повторного вакуумирования в течение 2-3 часов. Снижение энергозатрат на проведение процесса охлаждения обеспечивается отсутствием необходимости дополнительного подвода энергии на получение водяного пара: водяной пар получают вследствие охлаждения агента обработки (масла).

Технология термомодифицирования пиломатериалов в среде перегретого пара [21, 22, 23] включает нагрев до температуры 180–220 °С, выдержку древесины при данных температурах в герметичной камере и охлаждение путем многократного вакуумирования и пропаривания. Подобное ведение стадии охлаждения позволяет существенно снизить «жженный» запах готовой продукции.

Технология термомодифицирования высоковлажной крупномерной древесины в среде насыщенного водяного пара [24, 25] внедрена в производство на деревообрабатывающем предприятии в г. Кирмы (Россия, см. рис. 2), включает нагрев до температуры 180 °С, путем подачи насыщенного пара из парогенератора, выдержка древесины при высокой температуре и давлении насыщенного пара в течение 2-5 часов с целью термомодифицирования материала на глубину до 50 мм, вакуумирование для подсушки обработанной древесины. Подобное ведение процесса позволяет избежать предварительной стадии сушки материала. Однако недостатком данной технологии считается высокое давление в аппарате (до 10 атм), что в промышленных условиях значительно повышает металлоемкость оборудования и, как следствие, себестоимость процесса. В связи с этим нами предложена конструкция аппарата для термомодифицирования оцилиндрованных бревен для деревянного домостроения, в которой каждое бревно помещается в отдельную емкость небольшого диаметра, что позволяет значительно уменьшить толщину обечайки.



Рис. 2 - Установка термомодифицирования пиломатериалов в среде перегретого пара

С целью рациональных областей использования предложенных методов термомодифицирования пиломатериалов были проведены экспериментальные исследования и математическое моделирование протекающих процессов, в результате чего были разработаны рекомендации по выбору оптимальной технологии в зависимости от целей предприятия и сортамента древесины. На рис. 3 представлен алгоритм выбора различных технологий термомодифицирования в зависимости от вида перерабатываемого древесного материала, его геометрических размеров, начальной влажности и породы.

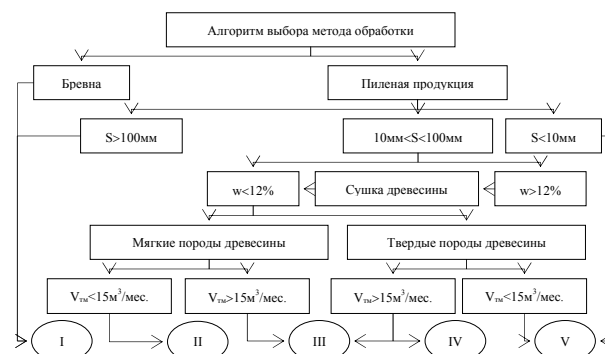


Рис. 3 - Пути использования различных технологий термомодифицирования: I – ТМ в среде насыщенного пара; II – ТМ в гидрофобных жидкостях; III – ТМ в среде перегретого пара; IV – ТМ в среде топочных газов; V – ТМ вакуумно-контактным способом

К примеру, для термомодифицирования бревен, а также пиломатериалов толщиной более 100 мм целесообразно использовать обработку в среде насыщенного водяного пара. Также в представленном алгоритме предусмотрен выбор оптимального варианта обработки в зависимости от требуемых объемов производства термодревесины в месяц.

Заключение

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования термического модифицирования древесины в различных средах позволили определить потенциальные пути развития и интенсификации процесса. На их основе были осуществлены мероприятия, направленные на разработку и промышленную реализацию технологий термомо-

дифицирования пиломатериалов в среде топочных газов, водяного пара и жидкостей, а также вакуумно-контактным методом. В ходе проектно-исследовательских работ были разработаны и изготовлены опытно-промышленные установки для термического модифицирования древесины в различных средах, которые в последствии получили внедрение в промышленное производство на предприятиях России и ближнего зарубежья.

Литература

1. Сафин, Р.Р. Энергосберегающая установка для сушки и термической обработки древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2010. – №9. – С.542-546.
2. Сафин, Р.Р. Термомодифицирование древесины в среде топочных газов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. Москва. – 2010. – № 4. – С. 95-98.
3. Сафин, Р.Р. Энергосберегающая установка для сушки и термической обработки древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2010. – № 9. – С. 542-546.
4. Сафин, Р.Р. Исследование термомодифицирования древесины в среде топочных газов / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 1. – С. 15.
5. Пат 2437043 RU, МПК F26B3/04, F26B9/06 Способ и устройство сушки и термической обработки древесины / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ООО «НПП ТермоДревПром». – № 2010113181/06; заявл. 05.04.2010; опубл. 20.12.2011 Бюл. № 35.
6. Сафин, Р.Р. Математическое описание процесса термической модификации древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2011. – № 7. – С. 69-74.
7. Сафин, Р.Р. Промышленная установка по термомодифицированию пиломатериалов в среде топочных газов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2013. Т. 16 - № 19. – С. 122-124.
8. Сафин, Р.Р. Исследование вакуумно-кондуктивного процесса модифицирующей термообработки древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, М.К. Герасимов, Д.А. Ахметова // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 9.
9. Сафин, Р.Р. Исследование вакуумно-кондуктивного термомодифицирования древесины / Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 24.
10. Сафин, Р.Р. Исследование термомодифицирования древесины сосны в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Д.А. Ахметова // Дизайн и производство мебели. – 2008. – № 2. – С. 36-39.
11. Сафин, Р.Р. Разработка энергосберегающей технологии термомодифицирования древесины / Р.Р. Сафин, Д.А. Ахметова, Н.Ф. Кашапов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – № 3-4. – С. 145.
12. Пат 2425305 RU, МПК F26B5/04, F26B3/34 Способ сушки и термической обработки древесины / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ООО «НТЦ РПО». – № 2010108198/06; заявл. 04.03.2010; опубл. 27.07.2011 Бюл. № 21.
13. Сафин, Р.Р. Разработка энергосберегающей технологии термомодифицирования древесины / Р.Р. Сафин, Н.Ф. Кашапов, А.В. Канарский, Е.Ю. Разумов, Д.А. Ахметова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – № 3-4. – С. 104-110.
14. Razumov, E., R.R. Safin, R.R. Khasanshin, 2012. Researches of thermal treatment process of wood in liquids. Management and sustainable development, 2 (33): 148-151.
15. Пат 2453426 RU, МПК B27K5/04 Способ морения древесины и устройство для его реализации / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «КГТУ». – № 2010154564/03; заявл. 30.12.2010; опубл. 20.06.2012 Бюл. № 17.
16. Сафин, Р.Р. Разработка новой технологии получения термодревеси / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова, Е.Ю. Разумов // Вестник Казанского технологического университета. Казань. – 2011. – №1. – С.157-162.
17. Сафин, Р.Р. Экспериментальные исследования термомодифицирования древесины в гидрофобных жидкостях / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2011. – №12. – С.241-245.
18. Разумов, Е.Ю. Математическая модель процесса термомодифицирования древесины труднопропитываемых пород в жидкости / Е.Ю. Разумов, Е.А. Белякова, Р.Р. Сафин // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2011. – №16. – С.233-239.
19. Сафин, Р.Р. Разработка технологии и аппаратного оформления термомодифицирования древесины в жидкостях / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова, Р.А. Халитов, Е.И. Байгильдеева // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2012. Т. 15. - №3. – С.131-133.
20. Сафин, Р.Р. Усовершенствование технологии термомодифицирования древесины ВIKOS-TMT / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2012. Т. 15. - №13. – С.134-136.
21. Сафин, Р.Р. Вакуумно-конвективное термомодифицирование древесины в среде перегретого пара / Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, А.Р. Шайхутдинова // Вест. казан. гос. техн. ун-та. – 2011. – №6. – С.93-99.
22. Пат 2422266 RU, МПК B27K5/00 Способ термообработки древесины / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ООО «НТЦ РПО». – № 2009146406/21; заявл. 14.12.2009; опубл. 27.06.2011 Бюл. № 18.
23. Пат 2453425 RU, МПК B27K3/02 Способ термообработки древесины / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «КГТУ». – № 2011101723/13; заявл. 18.01.2011; опубл. 20.06.2012 Бюл. № 17.
24. Сафин, Р.Р. Имитация древесины мореного дуба термомодифицированием / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов, Е.А. Белякова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – №3. – С.95-98.
25. Safin, R.R., R.R. Khasanshin, A.R. Shaikhutdinova, A.V. Safina, 2014. Research of Heating Rate While Thermo Modification of Wood. World Applied Sciences Journal, 30 (11): 1618-1621.