

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 пропаривания.

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 термомодифицирования пиломатериалов в среде топочных газов, водяного пара и жидкостей, а также вакуумно-контактным методом. В ходе проектно-изыскательских 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.