

УДК 624.011.1:674-419.3

Хасаншин Р.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: olambis@rambler.ru

Сафин Р.Р. – доктор технических наук, профессор

E-mail: cfaby@mail.ru

Кайнов П.А. – аспирант, ассистент

E-mail: kra-nv@rambler.ru

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Адрес организации: 420015, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68

Исследование эксплуатационных свойств цементно-стружечных плит на основе термически модифицированного древесного сырья

Аннотация

Целью работы являлось возможность улучшения эксплуатационных характеристик цементно-стружечных плит за счет термомодифицирования древесного наполнителя.

Проведены исследования и разработан способ термомодифицирования древесины для возможности ее дальнейшего использования в композиционных материалах. Установлено, что предварительное термомодифицирование древесного сырья в диапазоне температур 453-483 К существенно снижает отрицательное влияние экстрактивных веществ на цементный камень. Экспериментально подтверждено повышения влаго- и водостойкости цементно-стружечной плиты на основе термообработанного древесного наполнителя.

Ключевые слова: цементно-стружечная плита, древесный наполнитель, термомодифицирование, композиционный материал, водостойкость.

Введение

В строительной отрасли наблюдается повышенный интерес к древесине и изделиям на ее основе [1, 2]. В отличие от нефти, угля древесина представляет собой широко распространенный возобновляемый ресурс природных самоорганизующихся материалов с огромным потенциалом неиспользованных функциональных возможностей и областей применения. Однако древесный наполнитель, как и многие другие органические целлюлозные наполнители, наряду с присущими им ценными свойствами (малая средняя плотность, дешевизна и др.) имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение материала высокой прочности: повышенная химическая агрессивность; развитие давления набухания; низкая адгезия по отношению к цементному камню. Известные химические методы деструкции древесины не позволяют эффективно использовать большую ее часть, и являются экологически неоправданными. [3].

В то же время в последние годы можно наблюдать возрастающий интерес к улучшению качества пиломатериалов при помощи термообработки. При этом, как известно термомодифицированная древесина благодаря изменениям, произошедшим с ней на молекулярном уровне, приобретает такие уникальные свойства, как повышенная водоотталкиваемость, низкая гигроскопичность, устойчивость к гниению и воздействию вредителей [4-7].

Кроме того, в последние годы активно ведутся исследования в области создания композиционных материалов на основе термомодифицированной измельченной древесины. Поэтому нами была предложена технология производства цементно-стружечных плит, при котором предварительно высушенные древесные частицы, проходят термическое модифицирование кондуктивным способом [8].

Методы и материалы

Для исследования термомодифицирования древесных частиц была разработана экспериментальная установка по вакуумно-кондуктивной тепловой обработке материалов. Внешний вид созданной установки представлен на рис. 1.

Установка содержит камеру тепловой обработки, сообщенную с линией

вакуумирования, состоящей из вакуумного насоса и конденсатора. Подвод тепловой энергии к обрабатываемому пиломатериалу осуществляется контактным способом с помощью теплоподводящих поверхностей.



Рис. 1. Экспериментальная установка вакуумно-кондуктивного термомодифицирования древесных материалов

Установка работает следующим образом. Исследуемый материал взвешивают и помещают на теплоподводящую поверхность камеры. После чего камеру герметизируют.

В процессе проведения эксперимента за счет перепада давления поверхность перемещается по направлению к обрабатываемому материалу и плотно его облегает. В результате плотного контакта материала с греющими поверхностями происходит интенсивное его нагревание.

Одновременно в работу включается вакуумный насос и производится подача хладагента в конденсатор. Отсутствие свободного объема обеспечивает мгновенный отвод парогазовой смеси через перфорированные пластины в систему вакуумирования.

Параметры процесса термомодифицирования древесного сырья варьировались в следующих пределах: температура среды в период термообработки задавалась в интервале 453-493 К; остаточное давление в камере понижалось с атмосферного до 20 кПа; продолжительность обработки при заданной температуре составляло 15-30 минут.

После термической обработки древесное сырье необходимо лишить возможности самовозгорания, поэтому далее следует стадия охлаждения без доступа кислорода воздуха и доводка влажности древесины до эксплуатационных значений.

Создание цементно-стружечной плиты на основе модифицированной древесины осуществлялось следующим образом. Для создания образцов изделий были изготовлены металлические контейнеры с размерами полости 500*100*20 мм.

Для удобства расчетов удельной поверхности древесного наполнителя была использована стружка со средним сечением 1,5*3 мм и длиной 10, 20, 40 и 60 мм.

Для изготовления цементно-стружечной плиты из модифицированной древесины применяли стружку: не подвергнутую специальным видам обработки и термически обработанную при различных температурах до прекращения потери массы.

Для локализации замедляющего действия экстрактивных веществ, содержащихся в целлюлозном наполнителе и для ускорения процессов твердения древесно-наполненной композиции применяли различные минерализующие гидротационные добавки: хлорид алюминия (20-30 г.), жидкое стекло (20-40 мл.), хлорид кальция (10-20 г.).

После приготовления смеси осуществлялось формование изделия в контейнерах с помощью вибростола в течение ранее определенного интервала времени достаточного для полной усадки смеси – 7 мин. Далее отформованная смесь выдерживалась в контейнерах в течение суток с последующим извлечением и выдержкой в условиях помещения в течение 30 дней для достижения полной цементации.

Результаты и обсуждение результатов

Используя методику, описанной в ГОСТ 9621-72, определяли водопоглощение цементно-стружечных плит, созданных на основе термомодифицированного и необработанного древесного сырья. Результаты исследований, приведенные на рис. 2 показывают, что плиты толщиной 18 мм, изготовленные из древесных стружек, необработанных термическим способом имеют гораздо больший коэффициент изменения геометрического размера, по сравнению с образцом, полученного из термомодифицированного древесного сырья.

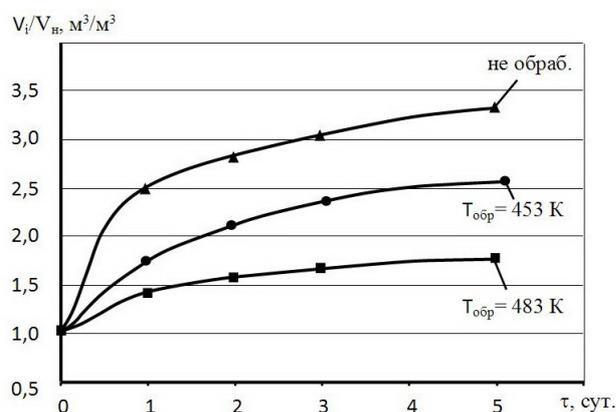


Рис. 2. Кинетика относительного объема образцов, созданных из термомодифицированного и не обработанного древесного сырья

Таким образом, можно сделать вывод, что предварительная термическая обработка приводит к уменьшению размероизменяемости цементно-стружечной плиты во влажных условиях.

Для проведения исследований композиционных материалов на прочность при изгибе, использовалась универсальная испытательная машина марки ИР 5082-50.

В результате проведенных исследований по определению предела прочности на изгиб цементно-стружечной плиты, полученного из термически обработанных древесных частиц и прошедшего: многократное увлажнение и сушку с количеством циклов равное 20, заморозку и оттаивание с количеством циклов – 20, получена графическая зависимость, представленная на рис. 3.

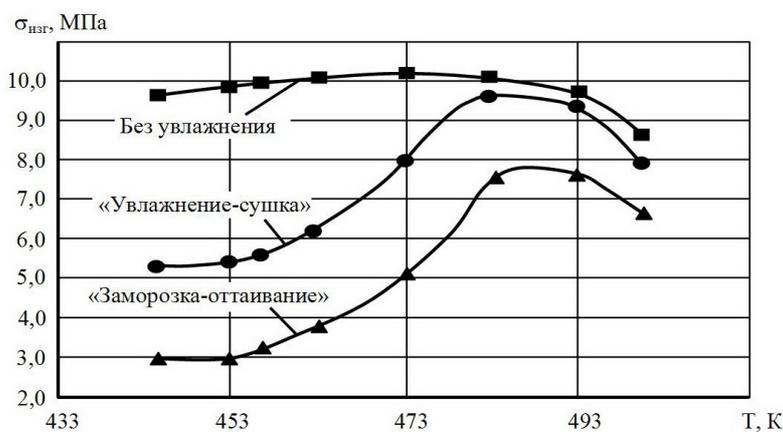


Рис. 3. Предел прочности на сжатие цементно-стружечных плит, изготовленных из древесных частиц, прошедших тепловую обработку

Увлажнение исследование образцов осуществлялось путем их выдержки в воде комнатной температуры в течении двух дней, а сушка производилась в сушильной камере при температуре 105 °С до постоянной массы. Из графика, приведенного на рис. 3 видно, что предварительное термическое модифицирование древесных частиц в процессе изготовления цементно-стружечной плиты позволяет значительно увеличить эксплуатационные характеристики данного материала при тепловом воздействии в диапазоне 455-485 К и, как следствие, расширить области его возможного использования.

Также в ходе анализа зависимостей установлено, что нарастание предела прочности происходит с уменьшением размеров древесного наполнителя, это объясняется увеличением концентрации портландцемента в единице объема образца и увеличением толщины прослойки вяжущего вещества.

Результаты исследований по определению адгезионной прочности минеральных вяжущих к поверхностям древесины различной породы до и после модифицирования показали, что адгезионная прочность связующих на основе портландцемента меняется в широких пределах в зависимости от состава и метода обработки древесного наполнителя. Термообработка, в лучшем случае, не сказывается на адгезию, а зачастую и уменьшает ее, что может объясняться ухудшением смачиваемости термодревесины. Введение таких химических добавок, как сульфат алюминия и жидкое стекло, приводит к повышению адгезионной прочности связующих к модифицированной древесине. Максимальная адгезионная прочность цементно-стружечной плиты достигается при добавлении в состав композита обоих минеральных добавок: жидкого стекла и сульфата алюминия.

Заключение

На основе проведенных экспериментальных исследований было выявлено, что вакуумно-кондуктивное термомодифицирование древесного сырья вызывает снижение гигроскопичности материала при увеличении температуры и продолжительности обработки. По результатам исследований влияния высокотемпературной обработки древесного сырья без доступа кислорода воздуха установлена целесообразность использования данного вида обработки в производстве древесно-цементных композиционных материалов с целью повышения его водостойкости.

Список библиографических ссылок

1. Кузнецов И.Л., Гимранов Л.Р., Крайнов И.В. Разработка и исследование клефанерной двутавровой балки // Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 108-112.
2. Камалова З.А., Смирнов Д.С., Рахимов Р.З. Соппротивление теплопередаче стен с сыпучим теплоизоляционным материалом на основе древесных опилок // Известия КГАСУ, 2012, № 1 (19). – С. 103-109.
3. Кононов Г.Н., Угрюмов С.А., Федотов А.А. Химическое взаимодействие древесных частиц со связующим на основе фуранового олигомера в структуре древесно-стружечных плит // Энциклопедия инженера-химика, 2014, № 1. – С. 24-26.
4. Safin R.R. Razumov E.Y., Štefan Varcnk, Monika Kvietkov, Khasanshin R.R. Studies on mechanical properties of composite materials based on thermo modified timber // Drvna industrija (Wood industry), 2012, T. 64, № 1. – P. 3-8.
5. Разумов Е.Ю., Сафин Р.Р. Исследование термомодифицирования древесины в топочных газов // Деревообрабатывающая промышленность, 2012, № 1. – С. 15-18.
6. Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Р. Исследование изменения химического состава древесины, подвергнутой термомодифицированию, с помощью ИК-спектрометра // Вестник Казанского технологического университета, 2010, № 9. – С. 116-122.
7. Владимирова Е.Г. Исследование предела прочности при изгибе термически модифицированной древесины сосны // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2011, № 5. – С. 102-104.
8. Данилова Р.В., Хасаншин Р.Р. Предварительная термическая обработка древесного наполнителя в производстве ДПКМ // Вестник Казанского технологического университета, 2012, Т. 15, № 7. – С. 62-64.

Khasanshin R.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: olambis@rambler.ru

Safin R.R. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: cfaby@mail.ru

Kainov P.A. – post-graduate student, assistant

E-mail: kpa-nv@rambler.ru

Kazan national research technological university

The organization address: 420015, Russia, Kazan, Karl Marks st., 68

Study of operational properties of cement-shaving boards based on thermally modified wood materials

Resume

The problem of the quality use of the wood and wood waste becomes more relevant both in Russia and in the world at the present time. Therefore, the development of resource-saving technologies for modifying of the properties of wood for the purpose of its further use in composite materials is an important task.

Conducted research and the developed methods of thermomodification of wood for the possibility of its further use in composite materials with enhanced performance characteristics are presented in this work. The feasibility of using this type of processing in the manufacture of wood-cement composites to improve their operational characteristics is proved by results of researches of the influence of high temperature processing of wood raw material without access of oxygen: it is established that the preliminary high temperature treatment reduces significantly the content of «cement poisons» in the wood, the hygroscopicity and the development of swelling pressure and, consequently, allows you to create a composite material that is resistant to operation in conditions of high humidity. Thermal effect in the temperature range 483K raises significantly the operational characteristics of cement-shaving boards, while increasing its resistance.

Keywords: cement board, wood filler, thermomodification, composite material, water resistance.

Reference list

1. Kuznetsov I.L., Gimranov L.R., Krainov I.V. Development and research of glue-laminated plywood I-deam // News of the KSUAE, 2013, № 2 (24). – P. 108-112.
2. Kamalova Z.A., Smirnov D.S., Rachimov R.Z. Thermal resistance of walls with insulation materials loose on the basis of sawdust // News of the KSUAE, 2012, № 1 (19). – P. 103-109.
3. Kononov G.N., Ugryumov S.A., Fedotov A.A. Chemical interaction of wood particles and binding agent based on furane oligomer in structure of wood chipboards. // Entsiklopediya Inzhenera-Khimika, 2014, № 1. – P. 24-26.
4. Safin R.R., Razumov E.Y., Štefan Vargчk, Monika Kvietkov, Khasanshin R.R. Studies on mechanical properties of composite materials based on thermo modified timber // Drvna industrija (Wood industry), 2012, T. 64, № 1. – P. 3-8.
5. Razumov E.U., Safin R.R. Investigation termomodifitsirovaniya wood among the flue gases // Woodworking industry, 2012, № 1. – P. 15-18.
6. Khasanshin R.R., Safin R.R. The study of changes in the chemical composition of wood, subjected to termomodification, using the infrared spectrometer // Herald of Kazan technological university, 2010, № 9. – P. 116-122.
7. Vladimirova E.G. Effect of heat treatment mechanical and physical properties of pine // Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2011, № 5. – P. 102-104.
8. Danilova R.V., Khasanshin R.R. Preliminary thermal treatment of wood filler in the production of wood-polymer composite // Herald of Kazan technological university, 2012, T. 15, № 7. – P. 62-64.