

ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ

Р.Р. Хасаншин, Ф.Г. Валиев

Представлены результаты исследований целесообразности использования процесса термомодифицирования древесных частиц при производстве древесно-наполненных композитов. Установлено, что термическая обработка в интервале температур 160 – 200 °С способствует существенному снижению равновесной влажности, давления набухания и содержания «цементных ядов».

Ключевые слова: *древесные отходы, термическая обработка, влажность, набухание*

The results of the feasibility study on the use of the process termomodifitsirovaniya wood particles in the production of wood-filled composites. Found that the heat treatment in the temperature range 160 - 200 °C helps significantly reduce the equilibrium moisture content and swelling pressure "cement poisons."

Keywords: *wood waste, heat treatment, moisture, swelling*

На лесоперерабатывающих и деревообрабатывающих предприятиях лесного комплекса в процессе работы образуется большое количество отходов. В то же время одним из наиболее перспективных и популярных материалов для строительства в Европе и США являются древесно-наполненные композиты, в частности опилкобетон, арболит и цементно-стружечные плиты. Многолетняя эксплуатация зданий из этих и подобных им материалов позволяет судить о достаточно хороших эксплуатационных характеристиках, высоких экологических и энергосберегающих свойствах. Однако древесный наполнитель, использующийся в этих материалах, наряду с присущими ему ценными свойствами (малая средняя плотность, хорошая смачиваемость, легкость обработки и др.) имеет и отрицательные качества, которые затрудняют получение материала высокой прочности:

- повышенная химическая агрессивность, наличие «цементных ядов»;
- значительные объемно-влажностные деформации и развитие давления набухания;
- резко выраженная анизотропия;
- высокая проницаемость;
- низкая адгезия по отношению к цементному камню;
- значительная упругость при уплотнении смеси.

При этом традиционные методы модификации древесины (механические, химические) практически исчерпали свои возможности. Поэтому в последние годы как в России, так и зарубежом ведутся исследования по созданию и разработке новых технологий, основанных преимущественно на физических воздействиях на древесное сырье, которые позволили бы модифицировать древесные частицы с целью повышения качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одними из таких возможных способов повышения качества и устойчивости к различным воздействиям высокомолекулярных волокнистых материалов являются применение плазмы [1] и высокотемпературной тепловой обработки без доступа кислорода воздуха. При этом известно, что, устанавливая необходимые параметры режима термической обработки древесины, можно получить требуемый материал с целевой областью применения. Термическая обработка приводит к существенным изменениям в структуре древесины: по мере нагрева из ее состава удаляются смолы, воски, жиры, фенолы, элементы гемицеллюлозы и глюкозы. В результате древесина становится устойчивой к гниению, не подвержена воздействию плесени, поражению различными микроорганизмами и грибами, повышается биологическая стойкость материала. Термическая обработка позволяет придать древесине уникальные влагоотталкивающие и эксплуатационные свойства, высокую формоустойчивость и стабильность геометрических размеров, при этом улучшается устойчивость древесины к сжатию и снижается уровень внутренних напряжений в материале.

В связи с этим, на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины КГТУ были проведены исследования по целесообразности использования термического модифицирования древесного наполнителя в процессе производства композиционных материалов. Для проведения

опытов в качестве основного материала была взята измельченная древесина осины, размеры которой составили в среднем $2 \times 6 \times 1$ мм. Термомодифицирование древесной стружки проводилось при различных температурах в диапазоне от 100 до 200 °С с шагом в 20° в течении 1, 2, 3 и 4 часов. После проведения термического модифицирования одна часть полученной стружки подверглась дальнейшему исследованию (определению равновесной влажности, давления набухания и изменения количества редуцирующих веществ в древесине), другая – направлялась для создания арболита с последующим исследованием его прочностных характеристик.

Определение равновесной влажности термически обработанной древесной стружки осуществлялось путем выдержки в эксикаторе с относительной влажностью среды равной 100 %. Исследования по определению равновесной влажности измельченной древесины в зависимости от температуры обработки показали, что в диапазоне температур агента до 120 °С изменения данного физического параметра носят не существенный характер (рис. 1 и 2). Заметное снижение равновесной влажности происходит при достижении температуры агента обработки 160 °С.

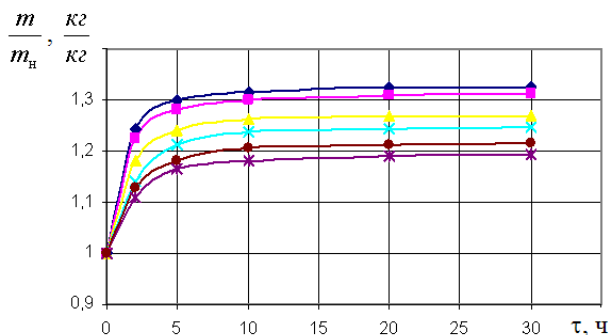


Рис. 1. Кинетика относительной массы измельченной древесины в процессе выдержки в насыщенном паре

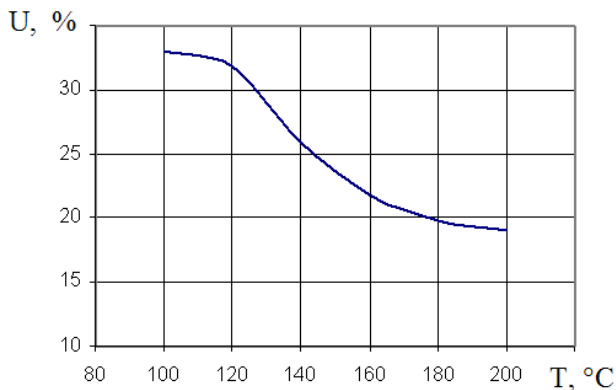


Рис. 2. Равновесная влажность измельченной древесины в зависимости от температуры обработки

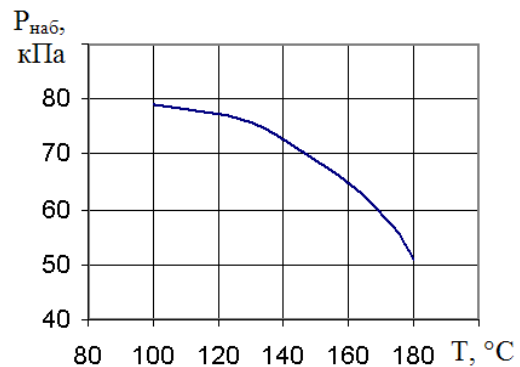


Рис. 3. Давление набухания древесины в зависимости от температуры обработки

Результаты исследований изменения одного из основных недостатков древесного заполнителя – развития давления набухания в зависимости от температуры обработки представлены на рис. 3. Анализ данных показывает существенное снижение значения давления набухания древесных частиц при увеличении температуры обработки до 160 °С и выше. Таким образом, в качестве нижней границы температуры термомодифицирования древесных частиц в процессе производства древесно-наполненных композитов следует принять 160 °С и повышать температуру обработки в зависимости от условий эксплуатации композиционного материала.

Как было сказано ранее, определяющим недостатком древесины по отношению к цементному камню является «цементные яды». В связи с этим при производстве композиционных материалов, в частности арболита, должны использоваться специальные добавки, нейтрализующие благоприятно влияющие на древесину. Количество данных добавок должно соответствовать содержанию водорастворимых веществ в древесине. Таким образом в лабораторных условиях были проведены опыты по определению содержания водорастворимых редуцирующих веществ в древесном заполнителе в зависимости от вида обработки: необработанная камерно-сухая древесина, термомодифицированная древесина и древесина, обработанная ВЧ-плазмой.

Метод определения водорастворимых редуцирующих веществ основан на восстановлении сахарами основной соли двухвалентной меди до ее закиси. Содержание сахара определяют по количеству перманганата калия, прошедшего на титрование двухвалентного железа, образовавшегося в результате реакции трехвалентного железа с закисью меди.

Порядок проведения анализа заключается в следующем. Вначале производят подготовку

водной вытяжки, для этого дробленку измельчают до размеров опилок (0,2–2 мм), хорошо перемешивают, подсушивают до воздушно-сухого состояния и хранят в плотно закрытой склянке. Перед анализом определяют влажность пробы и все расчеты в дальнейшем ведут на сухую навеску (высушенную при 85 °С). Для приготовления вытяжки берут 2 г пробы (дробленки), взвешивают ее с точностью 0,0002 г, помещают в коническую колбу емкостью 250 мм и приливают 10 мл дистиллированной воды. Колбу закрывают пробкой и ставят в термостат при 25 °С. Экстрагирование проводят в течение 48 ч, периодически перемешивая содержимое колбы. Затем вытяжку отфильтровывают. В коническую колбу емкостью 150 мм вливают 20 мл раствора сульфата меди и 20 мл щелочного раствора сегнетовой соли. Перемешивают и добавляют в нее 20 мл водной вытяжки из дробленки, снова перемешивают и нагревают до кипения. С момента появления первого пузырька раствор кипятят 3 мин (по песочным часам) и фильтруют в колбу Буазена через воронку Шотта с фильтром № 2, на который предварительно помещают небольшое количество асбеста. Осадок на асбесте промывают 100–150 мл горячей воды. Затем фильтр с осадком, покрытым водой, переставляют на чистую колбу Буазена. Осадок обрабатывают 20 мл раствора железомонокислотных квасцов. После растворения осадка подключают водоструйный насос и асбест промывают холодной водой до нейтральной реакции промывных вод. Фильтрат титруют 0,1 раствором перманганата калия до появления устойчивой розовой окраски. Различным объемам перманганата калия, идущего на титрование, соответствует определенное количество сахара.

После проведения данного исследования получены следующие результаты. Содержание водорастворимых редуцирующих веществ составляет:

- в необработанной древесине – 43 мг;
- древесины, обработанной ВЧ-плазмой – 32,4 мг;
- в термомодифицированной древесине – 25,7 мг.

Таким образом, следует отметить практически двукратное снижение содержания водорастворимых редуцирующих веществ в термомодифицированной древесине по сравнению с необработанной и заметное уменьшение по сравнению древесиной, обработанной ВЧ-плазмой. Вследствие уменьшения редуцирующих веществ повышаются адгезионные свойства древесины с цементным камнем, что, в свою очередь, способ-

ствует нарастанию прочности композиционного материала.

Наиболее широкое применение как стеновой материал для наружных стен и внутренних перегородок среди древесно-наполненных композитов на цементном вяжущем нашел арболит. Поскольку в зависимости от назначения предъявляются различные требования по несущей способности, прочности и теплопроводности, то целесообразно изготавливать изделия из арболита также с различными свойствами. С небольшим содержанием цемента в смеси, а следовательно, и более дешевые изделия можно использовать, для перегородок и других малонагруженных конструкций. К тому же вследствие большого содержания в изделиях стружки эти стены будут обладать хорошими теплоизоляционными свойствами и, имея крупнопористую структуру, этот материал позволит свести к минимуму расход энергии на обогрев и вентиляцию сооружений и тем самым обеспечить хороший воздухообмен. Для наружных стен зданий и несущих внутренних капитальных стен требуются изделия более прочные, поэтому в смесь вводится большое количество цемента и соответственно меньше стружки. Таким образом, варьируя содержание в смеси цемента и стружки, можно получать изделия различного назначения и способствовать минимизации затрат на производство арболита. В связи с этим интерес представляет поиск наиболее оптимального количественного содержания компонентов данного композиционного материала, в частности древесного заполнителя, и его методов предварительной обработки в зависимости от требуемых эксплуатационных параметров. В результате проведенных исследований по определению предела прочности на сжатие арболита, полученного из термически обработанных древесных частиц и прошедшего многократное увлажнение и сушку с количеством циклов равное 10, получена графическая зависимость, представленная на рис. 4.

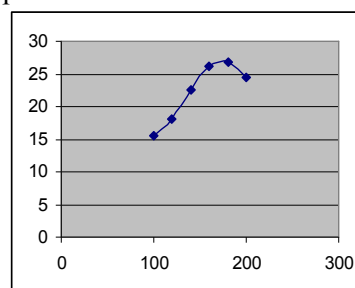


Рис. 4. Предел прочности на сжатие образцов арболита, изготовленных из предварительно термомодифицированных древесных частиц, в зависимости от температуры термомодифицирования

Из графика следует вывод, что предварительное термомодифицирование древесных частиц в процессе изготовления арболита позволяет значительно увеличить прочностные характеристики данного материала и, как следствие, расширить области его возможного использования.