

Введение В последние годы активно ведутся исследования в области глубокой переработки древесины с целью получения качественных композиционных материалов. При этом одним из перспективных методов обработки древесного наполнителя рассматривается термообработка при повышенных температурах без доступа кислорода воздуха. В процессе термического модифицирования древесины происходит разложение гемицеллюлозы на реактивные молекулы меньшего размера, что позволяет существенно снизить гигроскопичность, повысить биостойкость, долговечность, устойчивость к воздействию высокой температуры, добиться отсутствия усушки и снизить величины коробления в условиях переменной влажности. Известно, что процессы тепло- и массообмена в камерах барабанного типа протекают достаточно интенсивно и экономично благодаря хорошему контакту между обрабатываемым сыпучим материалом и газообразным агентом, а также благодаря возможности использования высоких температур газов при параллельном движении их с материалом. Поэтому актуальными представляются исследования процессов термического модифицирования древесного наполнителя в барабанных аппаратах и разработка технологии производства композиционных материалов на основе термомодифицированного древесного наполнителя, позволяющей повысить размерную стабильность, добиться отсутствия микропор, увеличить прочностные характеристики ДПК. Основная часть

Физическую картину термомодифицирования древесного наполнителя в барабанных аппаратах можно представить следующим образом. Процесс является непрерывным; измельченную древесину загружают в камеру барабанного типа. Циркуляция теплоносителя осуществляется в попутном направлении. Попадая в аппарат, измельченная древесина нагревается, подвергается термическому разложению легкоразлагаемого компонента древесины – гемицеллюлозы, с выделением в среду продуктов разложения. Температура, до которой осуществляется нагрев древесного наполнителя, зависит от требуемой степени термомодифицирования. При этом измельченная древесина в аппарате находится как в полете, так и в завале. Основным способом теплопередачи к измельченной древесине в полете является конвекция, подвод тепла к материалу в завале характеризуется контактным методом. При достижении необходимой степени термомодифицирования производят выгрузку древесного наполнителя в шнек 6, где происходит стадия охлаждения обработанного сырья путем теплопередачи хладагенту, циркулирующему в рубашке шнека. Температура среды на входе в аппарат (1) В начале процесса, когда наблюдается неустановившееся температурное поле по длине аппарата, расчет переноса энергии применительно к одномерной картине и, пренебрегая теплопроводностью среды вследствие достаточно высокой скорости ее движения, может быть осуществлен по уравнению (2) где источниковый член характеризует подвод тепла к поверхности материала за счет теплоотдачи и

отвод тепла в среду с продуктами разложения. Тепловой баланс для частиц, находящихся в полете (3) Тепловой баланс для частиц в завале (4) Таким образом, изменение средней температуры и плотности частиц по длине барабана можно представить в следующем виде (5) . (6) Время нахождения частиц в ковше и в завале (рис. 2) (7) Для нахождения количества частиц, находящихся в полете, была определена средняя высота их падения, которую находят как площадь сегмента барабана, деленную на его основание . (8) Тогда время падения частиц (9) отсюда соотношение частиц, находящихся в полете и в завале, определяется как отношение времени их падения к времени нахождения в завале , (10) . (11) Средняя скорость частиц по направлению основного движения может быть определена из уравнения , (12) где ускорение частиц по направлению основного движения имеет вид (13) Для описания стадии охлаждения термомодифицированных древесных частиц использовано уравнение переноса энергии с источником членом, характеризующим теплопередачу хладагенту, циркулирующему в рубашке экструдера (14) где удельная теплоемкость насыпного слоя материала определяется по условию аддитивности. Представленная система уравнений позволяет полностью описать процесс термомодифицирования древесного наполнителя в среде топочных газов в условиях барабанных аппаратов. На основе разработанного математического описания процесса термомодифицирования древесного наполнителя в среде инертных газов составлен алгоритм расчета, который состоит из пяти основных частей: блок расчета параметров топочных газов; блок расчета неустановившегося режима; блок определения температурного поля среды и материала при установившемся режиме; блок корректировки режимных параметров термомодифицирования в зависимости от требуемой степени обработки материалов; блок расчета стадии термомодифицирования. Для решения представленной математической модели были экспериментально получены недостающие данные. На рисунке 1 приведены результаты исследования по определению угла естественного откоса образцов при различных температурных режимах и фракциях исследуемых частиц, на основании которых можно сделать вывод, что с увеличением температуры обработки угол естественного откоса образцов уменьшается. Это объясняется тем, что после термообработки измельченная древесина становится менее шероховатой. Результаты исследования по определению насыпной плотности древесных частиц при различных температурных режимах и фракциях исследуемых частиц показаны на рисунке 2. Из графиков видно, что с увеличением температуры обработки насыпная плотность также уменьшается. Для анализа процессов, протекающих в барабанных аппаратах при проведении термического модифицирования измельченной древесины, и установления влияния конструктивных параметров оборудования на характеристики обработанного древесного наполнителя было проведено математическое

моделирование в среде Visual Basic for Application. Рис. 2 - Изменение насыпной плотности древесных частиц при различных температурах обработки В результате математического моделирования зависимости средней скорости древесных частиц от скорости теплоносителя установлена рациональная скорость движения теплоносителя 0,75-1,5 мм/с, обеспечивающая длину барабана не более 8-10 м (рис. 3, 4). Рис. 3 - Требуемая длина барабана в зависимости от скорости движения древесных частиц Рис. 4 - Зависимость средней скорости древесных частиц от скорости теплоносителя Заключение В результате анализ взаимосвязи между диаметром и длиной барабана установлено, что с увеличением диаметра барабана в 3 раза, длина аппарата уменьшается почти в 7 раз. Это объясняется тем, что с увеличением диаметра барабана, возрастает время нахождения частиц в полете, тем самым обеспечивается наилучшее взаимодействие частиц с движущимся газообразным теплоносителем. Таким образом, представленная математическая модель позволяет выявить рациональные режимные параметры процесса и требуемые характеристики барабанной установки для термомодифицирования измельченной древесины.