

Р. Г. Сафин, В. В. Степанов, Э. Р. Хайруллина,
Ф. Ф. Шаяхметов

ПРОИЗВОДСТВО ПОРИЗОВАННОЙ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНОЙ СМЕСИ

Ключевые слова: древесные отходы, теплоизоляционный материал, полимерные компоненты, смешение, камера гидратации.

Дано описание экспериментальной установки для производства теплоизоляционного материала, разработанной на кафедре «Переработки древесных материалов».

Keywords: wood waste, heatinsulating material, polymeric components, mixture, camera hydration.

The description of experimental installation for production of the heatinsulating material, developed on chair «Processing of wood materials» is given.

Высокие требования к композиционному материалу создают основу для разработки новых и совершенствование известных составов и способов получения древесно-цементных материалов. Установлено, что изменение состава древесно-цементной смеси путем поризации, позволит улучшить теплотехнические свойства материала, с незначительным снижением прочностных показателей.

Поризация древесно-цементной смеси способствует снижению трения древесных частиц при смешении с цементом и другими компонентами, что приводит к более равномерному распределению твердых частиц и плотной укладке при формировании материала. Полученный материал имеет слитное строение с упорядоченной замкнутой пористостью, позволяющей отличается высокой связанностью материала. Процесс уплотнения смеси осуществляется вибрацией, а именно теми же технологическими приемами, которые приняты при получении цементных материалов на основе пористых наполнителей. Отличительными особенностями от известного являются приготовление и применение пенообразующих и химических добавок в смесь.

Установлено, что пенообразующие добавки на основе синтетических поверхностно-активных веществ и жидкостекольный пенообразователь являются оптимальными добавками для поризованной древесно-цементной смеси. Оптимальными химическими добавками являются комплексные вещества, состоящие из раствора стекла, натриевого и солей металлов [1] (CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3).

При анализе прочностных свойств на сжатие поризованного материала начальный модуль упругости определяется при нагрузках, равных $0,3 R_b$, при этом проявляются деформации от кратковременной ползучести материала, что определяет модуль деформаций, который равен отношению величины нагрузки при $\sigma_0 = 0,3 R_b$ к величине полных деформаций, возникающих при данных напряжениях. Выявлено, что модуль упругости поризованного древесно-цементного материала ориентировочно на 80% превышает модуль древесно-цементного материала, а модуль деформаций превышает на 50%.

При испытании на растяжение модуль упругости и модуль деформации поризованного древесно-цементного материала на 25-30% меньше относительно характеристик при испытании на сжатие. Известны зависимости рассматриваемых показателей, а именно:

$\gamma / 0,1R$, от прочности материала и объемной массы поризованного древесно-цементного материала,

$$E_{упр} = 4,9\gamma / 0,1R; \quad E_{деф} = 4,1\gamma / 0,1R,$$

где γ - объемная масса поризованного древесно-цементного материала, кг/м^3 , R - прочность материала, МПа.

Исследованиями установлено, что для поризованного древесно-цементного материала коэффициент Пуассона, а именно начальный коэффициент поперечной деформации равен 0,2, аналогично другим видам легких бетонных материалов.

Из выше описанного следует, что по основным физическо-механическим показателям поризованный древесно-цементный материал соответствует непоризованному, по показателям морозостойкости, теплопроводности, водонепроницаемости имеет положительное преимущество.

При получении поризованного древесно-цементного материала необходимо оптимизировать стабильность вовлеченного воздуха в поризованную смесь, увеличение прочности и однородности материала путем использования смесителя турбулентного типа. Высокая скорость смешения дисперсирует пузырьки воздуха, увеличивая их количество в результате уменьшения размеров и равномерно распределяет в цементной смеси, образуя прочные оболочки пузырьков воздуха относительно смешения гравитационным методом.

В процессе смешения древесно-цементной смеси в смесителе турбулентного типа, цемент частично активируется, кольматируя поры органического наполнителя. Следовательно, снижается выделение экстрактивных веществ из органического наполнителя и повышается величина сцепления наполнителя со связующим. В результате, увеличивается прочность материала при сжатии на 20-35%, морозостойкость в 2-2,5 раза, показатель изменчивости по прочности и объемной массе повышается в 2-3 раза, и улучшается ряд эксплуатационных показателей.

Получение поризованного древесно-цементного материала осуществляется по типовой схеме древесно-цементных материалов, с добавлением пеногенерирующего оборудования. К повышению показателей материала приводит поризация смеси технической пеной в сочетании с ускорителями твердения и стабилизатора пены [2].

Органический наполнитель рекомендуется обрабатывать комплексными химическими добавками, включающими раствор стекла натриевого, водный раствор хлорида кальция для ускорения процесса твердения связующего. Для образования высоко устойчивой технической пены рекомендуются применять первичные и вторичные алкидсульфаты, и жидкостекольный пенообразователь.

Поризация материала предусматривает получение, как теплоизоляционного, так и конструкционного поризованного древесно-цементного материала в зависимости от схем получения и состава материала. Получение теплоизоляционного материала предусматривает наполнение смеси в формы с превышением объема матрицы на 3-4% без пригрузки и уплотнения. Получение конструкционного материала предусматривает наполнение смеси в форму в объеме, превышающем объем матрицы на 10-15% с пригрузом и уплотнением.

При формовании материала необходимо применять формы имеющие крышки с фиксаторами для исключения возможности распрессовки материала. Смесь при формовании равномерно распределяется и уплотняется вибрацией, продолжительность которой зависит от концентрации смеси. Продолжительность вибро-укладки при прочих условиях не должна превышать 1,5-2 минуты при значении амплитуды колебаний 0,3 - 0,6 мм и частоты 5 Гц. После уплотнения смеси необходимо проводить тепловую обработку материала при температуре 50-60⁰С, для полной гидратации материала. Материал обрабатывается в камере гидратации функционирующей согласно схемы представленной на рис. 1.

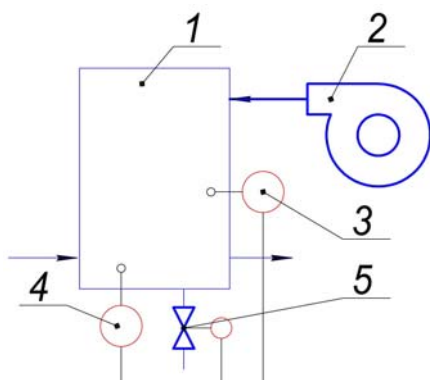


Рис. 1 - Схема гидратации материала

В камеру гидратации 1 нагнетается воздушный поток через вентилятор с электронагревателем 2. Температура в камере регулируется датчиком температуры 3, влажность регулируется датчиком температуры 4. Конденсат выводится из камеры через конденсатотводчик 5.

Данная технология реализована в установке по получению теплоизоляционного материала представленной на рис. 2

В настоящее время в связи с активным развитием малоэтажного домостроения возрастает спрос на теплоизоляционные материалы. Особый интерес представляют те из них, которые обладают низкой теплопроводностью и в то же время оптимальными величинами

механической прочности, гигроскопичности и паропроницаемости. Большой интерес представляют плиты, определенной толщины, которые способны удерживать форму, позволяют избежать слеживания и оседания и в связи с этим будут удобны в строительстве [3].

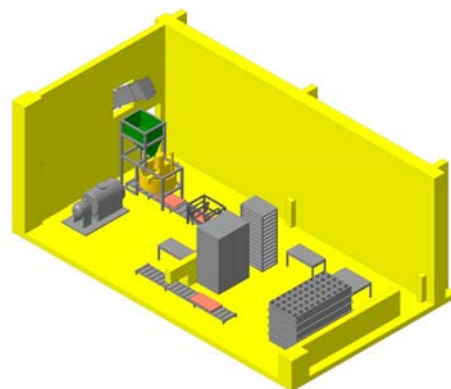


Рис. 2 - Установка по получению теплоизоляционного материала

Широко распространены и применяются теплоизоляционные материалы на основе базальтового волокна, на основе органического наполнителя, вспененные полиэтилены, пенополистиролы, пенополиуретаны. Но технологии изготовления этих материалов отличаются энергоемкостью и сложным технологическим процессом и аппаратным оформлением. У большинства коэффициент теплопроводности не вполне удовлетворяют потребностям современного строительства. При повышении теплофизических свойств уменьшается прочность материала, что отрицательно влияет на применимость материала в строительной индустрии[4]. Теплоизоляционные материалы на основе органического наполнителя, а именно на основе древесных отходов, также не вполне удовлетворяют по своим показателям и не решают проблему, рационального использования природных ресурсов и вторичного сырья для производства полезной продукции, которая актуальна в настоящий момент[5].

Исследования по данной работе выполнены в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно – технологического комплекса России на 2007 - 2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература

1. Сафин Р.Р., Сафин Р.Г. Анализ современного состояния лесопромышленного комплекса и перспективы его развития на базе кафедр лесотехнического профиля КГТУ //Вестник Казан. Технол. ун-та. – 2010, №4 – С.120-130.
2. Сафин Р.Г. Технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств / Р.Г. Сафин. – М.: из-во МГУЛ, 2003. – 500 с.

3. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов / Ю.П. Горлов. – М.: Стройиздат, 1980. – 396 с.
4. Степанов В.В., Хайруллина Э.Р. Установка переработки древесных отходов с получением теплоизоляционного материала // Материалы конференции. Третья Всероссийская студенческая научно-техническая конференция «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология». Казань. – 2012. – 101-103 с.
5. Сафин Р.Г., Игнатъева Г.И., Галиев И.М. Исследование высоконаполненных древесно-полимерных композиционных материалов, получаемых экструзионным методом // Вестник Казан. Технол. ун-та. – 2013, №2 – 87-89 с.

© **Р. Г. Сафин** - д-р техн. наук, проф., зав. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, safin_rg@kstu.ru; **В. В. Степанов** – асп. той же кафедры; **Э. Р. Хайруллина** – асп. той же кафедры; **Ф. Ф. Шаяхметов** – студ. КНИТУ.