ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сультимова Валентина Дампиловна
канд. техн. наук, доцент
Былкова Надежда Васильевна
канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления»
г. Улан-Удэ, Республика Бурятия

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО ПОТОКА ПЛАЗМЫ

Аннотация*: в статье рассматриваются фазовые превращения теплоизоляционных материалов при воздействии на них высококонцентрированного потока плазмы. Авторы особо отмечают необходимость индивидуального подбора интенсивности плазменной обработки с учетом особенностей теплоизоляционных материалов.*

Ключевые слова*: плазма, минеральное волокно, силикатсодержащий материал.*

Анализ материалов по утилизации золошлаковых отходов показал, что наиболее перспективно является переработка золошлаков в интересах строительной индустрии, что наряду со снижением загрязнения окружающей среды позволит расширить ассортимент стройматериалов и уменьшить их себестоимость.

В настоящее время, как в России, так и за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию плазменных установок для переработки и утилизации техногенных отходов, в том числе и для получения строительных материалов. Так, например, фирмой «Канада Ресопшин лтд» разработана установка для переработки твердых отходов, где в качестве источника используется генератор низкотемпературной плазмы [1], американской фирмой «Майсон и Хангер Нэшнл» в

Атланте разработаны технологические установки для плазменной переработки твердых бытовых отходов [2]. Фирмой «Плазма Энерджи Кор» (США) с 1970-х годов проводятся работы по плазменной переработке бытовых, медицинских, промышленных отходов и т.д. [3].

Актуальность проведенных исследований вызвана потребностью строительной индустрии в эффективных теплоизоляционных материалах. Общий дефицит тепловой изоляции в России по данным Росстроя РФ и независимых аналитиков в области строительства оценивается в объеме от 15 до 25 млн. куб. метров в год, при общем производстве утеплителей в стране в настоящее время около 10–12 млн. куб. метров в год.

Плазменной обработке подвергаются любые дисперсные материалы, имеющие различный состав и теплофизические свойства. Обрабатываются материалы от самых простейших, состоящих из одного элемента, например, металлы, до сложных, таких как композиционные и руды. В научной литературе сообщается о плазменной обработке металлов, окислов, боридов, композиционных материалов, а также минерального сырья (ильменита, рутила, родонита, железной руды, фосфатных руд). Обработке и исследованию в условиях плазменных струй и потоков подвергаются вещества, содержащие почти любой из элементов периодической системы – от бериллия до урана. Весьма разнообразны и свойства обрабатываемых в плазме веществ: теплоемкость, плотность, теплопроводность, температура кипения и т.д.

В различных плазменных технологических процессах материалы достигают разной глубины или степени физико-химических превращений. С точки зрения физико-химических превращений процессы обработки дисперсных материалов в низкотемпературной плазме можно разделить на две группы. К первой группе следует отнести процессы, в которых обрабатываемый дисперсный материал подвергается в основном теплофизическим превращениям. Это плазменные процессы напыления и производства ультрадисперсных порошков. Во вторую группу входят процессы, в которых обрабатываемый материал наряду с физическими превращениями подвергается также химическим превращениям с целью

получения из исходного материала продуктов с иным химическим составом. Это главным образом плазмохимические процессы синтеза, восстановления и термохимического разложения. Данный процесс получения минеральной ваты из золошлаковых отходов можно отнести во вторую группу, т.к. при использовании исходного золошлакового отхода получены продукты с иным химическим составом, обеспечивающие значительный экономический эффект за счет вовлечения вторичных ресурсов.

Затраты необходимого количества энергии на каждый из плазменных процессов определяются не только теплофизическими свойствами плазмообразующего газа и дисперсного материала, но и глубиной необходимых физико-химических превращений материала. Процесс плазменного напыления, требующий нагрева частиц до температуры плавления и последующего расплавления их, представляется наименее энергоемким, в то время как процесс плазмохимической обработки дисперсных материалов, требующий перевода дисперсного материала в жидкую и газовую фазу и подвода дополнительной энергии для химических реакций, – наиболее энергоемким.

Физико-химическими методами установлено, что при плазменной обработки данных изделий происходит, прежде всего, дегидратация гидратных соединений и декарбонизация карбонатов, которые протекают по топотактическому механизму, так как структура гидросиликатов кальция, входящих в состав основы изделия, идентично структуре волластанитов, имеющих волокнистый характер.

Воздействие высококонцентрированного потока плазмы происходит с образованием расплава, который частично диффундирует в поры и микротрещины изделия. Вследствие того, что входящие в состав силикатсодержащих теплоизоляционных материалов соединения имеют различную температуру плавления и грубодисперсность основы, процесс плавления является неоднородным и локальным. Кроме того, плавление протекает мгновенно, поэтому газовые фазы способствуют образованию пористого покрытия. Структура оплавленной поверхности в значительной степени зависит от режима работы.

Основные реакции, протекающие при образовании стекловидного покрытия и переходного слоя, подвергались термодинамическому анализу, были рассчитаны изменения энергии Гиббса в интервале температур 300–2000 К. Анализ показал, что процессы разложения гидросиликатов кальция протекают в зонах 1–2 мм от поверхности. В зонах более высоких температур происходят фазовые переходы полиморфных превращений кремнезема, а также волласстонита. Проведенные расчеты подтверждают температуру перехода и конгруэнтность плавления. Также установлено, что образование расплава из кварца происходит, минуя модификации тридимита и кристобалита в метастабильном состоянии.

Таким образом, интенсивность плазменной обработки должна подбираться индивидуально с учетом особенностей фазового состава шихты силикатсодержащих теплоизоляционных материалов и гранулометрического состава заполнителя, и при фиксированной мощности плазменного генератора может регулироваться скоростью обработки.

Список литературы

1. Arc Plasma processes. A Maturing Technology in Industry. UIE Arc Review. Paris, 1988. – P. 19–22.

2. Plasma Energy Waste Processing System: Booklet. Mason and Hanger National, Inc. USA, Atlanta, 1993. – P. 25–31.

3. Camacho S.L. Plasma Pyrolysis of Hydrocarbon Wastes: Proc. Of the BNCE Technical Conf. at Wadham College, Oxford, England, 25-27 September 1990. – P. 37–42.

4. С.Л. Буянтуев, В.Д. Сультимова. Применение низкотемпературной плазмы для получения волокнистых теплоизоляционных материалов из золошлаковых отходов тепловых электрических станций. – Улан-Удэ: Издательство ВСГУТУ, 2010. – 132 с.