

Объект изучения термодинамики – это термодинамическая система (система). Термин обозначает индивидуальную группу тел или отдельное тело. Сама термодинамика исследует макроскопические свойства тел, однако она не учитывает их внутренней структуры и использует такие понятия, как температура или давление. Объектами в термодинамике считаются только макроскопические системы (те системы, которые состоят из большого числа частиц, атомов или молекул), ведь свойства микросистем могут изменяться самопроизвольно. Так же термодинамическая система должна иметь окружающую среду, быть конечной [1].

В работе используется систематизация знаний о трех законах термодинамики. Первый закон термодинамики помогает рассчитать количество теплоты, которое доставляется термодинамической системе. Оно будет равно сумме работы, против внешних сил и изменения ее внутренней энергии. Второй закон термодинамики – это Постулат Клаузиуса. Процесс не может быть возможен, если его единственным результатом является передача тепла от более холодного тела к более горячему. Третий закон термодинамики можно сформулировать как принцип недостижимости абсолютного нуля температуры.

Особое внимание в работе уделено понятию энтропии в различных областях науки. Сейчас термин энтропия очень успешно применяется в различных разделах физики (в статистической физике, термодинамике), а также в различных математических исследованиях, а именно в теории информации, теории вероятностей. Все эти понятия различны по своему смыслу и их не стоит сводить к одному. Необходимо понимать отличие понятия энтропии в статистической физике и в теории вероятностей, в математике и в физике, термодинамике и в теории информации. В физике понятие энтропия ввел Клаузиус в 1865 году. По его мнению и выводам, энтропия – это величина, которая характеризует количество теплоты, поглощенной или выделенной при определенной температуре. В статистической механике энтропия играет большую роль, ведь она входит в уравнение Больцмана. Несмотря на то что термин имеет в обоих случаях одно и то же название, при тщательном рассмотрении видно, что энтропия по Клаузиусу и энтропия по Больцману – это далеко не одинаковые понятия. В отличие от энтропии Клаузиуса энтропия Больцмана описывает поведение кинетической энергии, а также энтропия Больцмана тесно связана с теорией вероятностей. В теории информации вводится энтропия Шеннона. Если в термодинамике энтропия – величина, которая относится к энергетическому состоянию системы, то в теории информации, энтропия определяет степень вероятности (неопределенности) изучаемых событий [2].

Понятие энтропия не имеет одного смысла в различных областях науки и техники, однако ее роль в каждой из них очень велика, что показывает ее значимость во всех сферах применения этого термина.

#### Литература

1. Физическая химия: учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.]. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 396 с.
2. Кочетков, А.В. О различных смыслах понятия «энтропия» / А.В. Кочетков, П.В. Федотов // Вестник евразийской науки. – 2015. – Т. 7. – №. 6 (31). – С. 115.

УДК 666 3/7

### ПОЛУЧЕНИЕ ВОЛЛАСТОНИТОВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНОГО КАРБОНАТСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Аспирант Самсонова А.С.<sup>1</sup>

Кандидат техн. наук, доцент Попов Р.Ю.<sup>1</sup>, кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Инертность к химическому взаимодействию с расплавом алюминия и низкий коэффициент теплопроводности позволяют рассматривать волластонитовую керамику, как наиболее перспективный материал для получения огнеприпаса, который используется в качестве прибыльной части металлических кокилей в металлургической отрасли. Для удержания тепла и более длитель-

ного сохранения расплава в жидком состоянии в прибыльной части отливки используют экзотермические и теплоизоляционные материалы. Однако, в отличие от экзотермических, использование керамических многоразовых утеплительных элементов, отличающихся высокой термостойкостью, позволяет получать не менее 1000 отливок [1].

Наиболее применимыми сырьевыми материалами для синтеза волластонита являются карбонатные породы, такие как мел, известняк, а также кремнеземистые – трепел, диатомит, маршалит [2]. В настоящей работе исследовалось влияние различных карбонатсодержащих сырьевых компонентов на процессы, протекающие при синтезе волластонитовой керамики, в качестве которых выступали мел, известь, доломит. В качестве остальных компонентов массы применялись огнеупорная глина («Веселовского» месторождения), а также трепел (месторождение «Стальное»). Для получения образцов была выбрана технология однократного обжига на основе системы  $\text{CaO-SiO}_2$ . Изделия изготавливали методом полусухого прессования. Согласно литературным данным, температура обжига изделий, в основном, находится в области 1050–1250 °С и зависит от типа применяемого сырья. Компоненты подвергались совместному мокрому помолу в шаровой мельнице, далее масса увлажнялась водой до влажности 7–8 мас.% и вылеживалась в течение 1–2 сут. Опытные образцы в виде цилиндров прессовались на гидравлическом прессе при давлении 10–25 МПа, после подвергались сушке в сушильном шкафу. Полученные образцы обжигались в лабораторной печи в интервале температур 1050–1250 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Разработанный керамический материал характеризуется следующим комплексом физико-технических показателей: открытая пористость – 35,3 %, водопоглощение – 18,4 %, кажущаяся плотность – 1950 кг/м<sup>3</sup>, ТКЛР –  $6,31 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  в интервале температур (20–300) °С, механическая прочность при сжатии – 34,7 МПа. Установлена возможность корректирования свойств разработанных материалов путем использования в качестве микродобавки природного волластонита, введение которого в количестве 6 % способствует интенсификации процесса спекания на начальных стадиях за счет образования легкоплавких эвтектик, а также способствует формированию требуемой фазы при более низких температурах обжига, что достигается вследствие активности исходных сырьевых материалов (наличия гидратных оболочек и аморфных компонентов), а также создания границы раздела фаз при введении указанной добавки, снижающей энергетические затраты при фазообразовании. Рентгенофазовый анализ показал, что качественный фазовый состав образца оптимального состава представлен волластонитом и незначительным количеством кварца. Электронная микроскопия свидетельствует о том, что структура однородная, кристаллы характеризуются неизометрической формой. Полученный материал может быть использован для изготовления отечественного огнеприпаса, применяемого при литье в кокиль алюминиевых сплавов.

#### Литература

1. Волочко, А.Т. Теплоизолирующие керамические элементы при литье изделий из алюминиевых сплавов / А.Т. Волочко // *Литье и металлургия*. – 2015. – № 4 (81). – С. 49–55.
2. Дятлова, Е.М. Синтез волластонитсодержащих керамических материалов технического назначения для предприятий машиностроительной отрасли / Е.М. Дятлова, О.А. Сергиевич, М.А. Руба // *Огнеупоры и техническая керамика*. – 2019. – № 6. – С. 31–40.

УДК 617.57-77

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ

Студент гр. 11304118 Санцевич Д.А., аспирант Люцко К.С.  
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

До недавнего времени имплантаты механически крепились к телу человека и не приобретали взаимосвязи с нервной системой. Они могли сгибаться в своих металлических суставах, но для каждого телодвижения хозяину приходилось как-нибудь подправлять поведение своего имплантата, аккуратно гарантируя обратную связь. Таким образом, человек оповещал своей ступнею, что