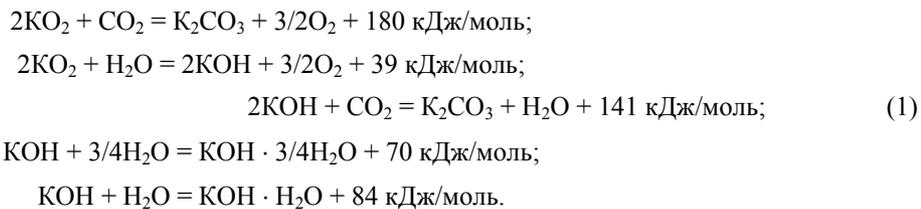


Термоаккумулирующие составы в системах  
изолирующих дыхательных аппаратов\*

В настоящее время для защиты человека в чрезвычайных ситуациях используются различные системы жизнеобеспечения и, в частности, изолирующие дыхательные аппараты (ИДА), обеспечивающие защиту органов дыхания человека на основе химических продуктов, способных при взаимодействии с увлажненным диоксидом углерода и другими вредными примесями (продуктами жизнедеятельности человеческого организма) выделять кислород, обеспечивая тем самым возможность функционирования человеческого организма в изолированных от внешней среды условиях. В ИДА при регенерации воздуха в качестве регенеративного продукта наибольшее распространение получил надпероксид калия, который в увлажненном состоянии по реакциям (1) взаимодействует с углекислым газом с выделением атомарного кислорода.



Так как все указанные реакции являются экзотермическими, то в ряде случаев при обработке регенеративного патрона ИДА в зоне реакции развивается высокая температура (до 300 °С). В связи с этим возникает необходимость снижения температуры до приемлемых температурно-влажностных параметров или кондиционирования ИДА. Особенно актуальной эта задача становится в свете разработки ИДА нового поколения из полимерных материалов [1], так как в этом случае возникает возможность нарушения целостности регенеративного патрона и как следствие отказ ИДА.

Проблема кондиционирования ИДА может быть решена двумя способами:

- 1) изменением конструкции ИДА с целью улучшения теплообмена с окружающей средой путем введения теплораспределяющих устройств;
- 2) применением специальных теплоаккумулирующих составов.

Первый способ основан на применении так называемых «жучков», которые представляют из себя гофрированные металлические изделия, характеризующиеся значительной внешней поверхностью.

Второй способ является более предпочтительным и особенно в случаях, когда невозможно подобрать теплораспределитель в виду особенностей конструкции ИДА.

К термоаккумулирующим материалам для ИДА с длительным сроком эксплуатации предъявляются особые требования: теплоноситель не должен быть токсичным, коррозионно-активным по отношению к металлическим материалам аппарата; должен быть химически стоек длительное время (в соответствии со сроком хранения ИДА), не изменять своих свойств и не образовывать нерастворимых осадков, которые могут привести к загрязнению фильтров и щелевых зазоров аппарата; должен иметь удовлетворительные физико-химические и теплофизические свойства (температуру плавления от 40 до 100°С, высокую теплоемкость не менее 40 кДж/моль).

Соли, применяемые в качестве термоаккумулирующих составов, могут быть использованы в ИДА в различной форме:

- 1) насыпью;
- 2) на матрице (подложке);

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого.

3) в инкапсулированном виде.

В настоящее время установлено, что в качестве термоаккумулирующих составов могут использоваться следующие соли:

- 1) гидратированные соли, содержащие в своем составе воду;
- 2) средние соли (нитраты, сульфаты, хлориды и др.).

Так, в частности, в качестве термоаккумулирующего материала может использоваться соль, состоящая из гексагидрата нитрата магния и нитрата лития. Предлагается несколько различных пропорций между гексагидратом нитрата магния и нитратом лития в этой соли. Например, в [2] предлагается материал с изменяемой фазой, состоящий из соли, включающей гидратированный нитрат металла группы ПА и нитрат металла группы IA. В качестве гидратированного нитрата металла группы ПА может быть использован гидратированный нитрат кальция (тетрагидрат нитрата кальция) или гидратированный нитрат магния (гексагидрат нитрата магния). В качестве нитрата металла группы IA может быть использован нитрат лития, нитрат натрия или нитрат калия. В [3] описана соль с отношением гексагидрата нитрата магния к нитрату лития, находящимся в пределах от 92 : 8 до 87 : 13.

В работе [4] описана соль, состоящая из вышеуказанных компонентов, находящихся в отношениях от 86 : 14 до 81 : 19. Соли, описанные в этих работах, имеют температуру плавления приблизительно 70 °С и скрытую теплоту фазового перехода порядка 180 кДж/кг. Кроме того, эти соли биологически разложимы и не токсичны.

В [5] предложен теплоаккумулирующий состав, состоящий из хлорида кальция (главный компонент), безводного бромида аммония и безводного нитрата калия. В патенте предложены различные составы по количеству основных составляющих. В результате этого фазовый переход может происходить в интервале температур от 20 до 30 °С, а теплота плавления составляет 41 кДж/кг.

В работе [6] предлагается использовать гексагидрат хлорида кальция  $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ , распределенного в пористой матрице из силикагеля с размерами пор от 10 до 100 нм. Получение теплоаккумулирующего материала осуществляют путем пропитки матрицы раствором хлорида кальция 30...40 %-ной концентрации по влагоемкости силикагеля с последующей сушкой при температуре 200...250 °С в течение 10...20 мин и гидратацией на влажном воздухе с относительной влажностью 60...100 % в течение 8...10 ч.

Существуют и другие термоаккумулирующие составы, однако возможность использования приведенных материалов требует проведения дополнительных экспериментов с использованием ИДА.

В настоящий момент работ, посвященных применению термоаккумулирующих составов в ИДА, нами не выявлено, в этой связи целью нашей дальнейшей работы является подбор термоаккумулирующего материала для нового поколения ИДА. Для достижения этой цели планируется решить следующие задачи:

- 1) провести синтез и экспериментальный подбор термоаккумулирующих составов для аппаратов ИДА нового поколения;
- 2) разработать математическую модель процесса кондиционирования ИДА с использованием термоаккумулирующих составов;
- 3) определить оптимальные геометрические параметры и теплофизические характеристики блоков с теплоаккумулирующими составами на основе математической модели и опытных экспериментальных данных.

Работа выполнена в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002 – 2006 гг., шифр РИ-16.0/008/223.

#### *Список литературы*

- 1 Пат. 2225241 РФ, кл. С1 7 А 62 D 9/00. Регенеративный продукт и способ его получения / Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, О.Н. Глебова, В.П. Андреев, Б.В. Путин. 2004.
- 2 Пат. 2232355RU РФ, кл. С09 № К5/00. Материал с изменяемой фазой и стабилизированной плотностью, метод его создания и тепловая батарея с этим материалом / Д.А. Робинсон, Д.Д. Царнеки. 2001.
- 3 Pat. 365623EPO DE, cl int. C09 № К5/06. Phase-transition material for storing heat in the form of latent heat of transformation / N. Malatidis. 1990.
- 4 Pat. 0616630EPO DE, cl. int. C09 № К5/06. Mixtures of salts for storing thermal energy as phase transition heat / R. Kniep, H. Klein, P. Kroeschell. 1994.
- 5 Pat. 4540502 USA, cl. int. C09 № К005/06. Heat storage material / H. Kimura. 1983.
- 6 Пат. 2042695RU РФ, кл. С09 № К5/06. Теплоаккумулирующий материал и способ его получения / Э.А. Левицкий, В.Н. Пармон, Э.М. Мороз, С.В. Богданов, Н.Е. Богданчикова, О.Н. Коваленко. 1995.