

УДК 533.583.5

## ВЫБОР СОСТАВА МАТЕРИАЛА НЕРАСПЫЛЯЕМОГО ГАЗОПОГЛОТИТЕЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Мария Владимировна Александрова

*Магистр 2 года,*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: Ю. А. Курганова,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Газопоглотители или геттеры – это объекты, способные адсорбировать и химически связывать все газы, кроме инертных. От эффективности работы геттеров зависят эксплуатационные характеристики соответствующих приборов [1].

В соответствии с физическим принципом работы геттеров металлы, пригодные для их изготовления, должны удовлетворять ряду следующих требований: сорбционная универсальность, инертность и активность, низкая упругость паров при рабочих температурах [2].

Среди предпочтительных геттерных материалов по принципу работы выделяют нераспыляемые и испаряющиеся [3]. Предметом исследования данной работы являются нераспыляемые, они имеют более длительный срок эксплуатации, с легкостью могут быть удалены или заменены на новые, что является их весомыми преимуществами.

Особенно широкое распространение получили так называемые пористые газопоглотители на основе переходных металлов IV и V групп Периодической системы химических элементов, а именно титана, циркония, ванадия. Помимо высоких сорбционных свойств, они имеют увеличенную удельную поверхность, что способствует более интенсивному прохождению химической реакции между металлом геттера и газом среды.

Цель данного исследования – получение опытного образца нераспыляемого геттера нового состава с низкой температурой активации и повышенными эксплуатационными свойствами, а также разработка усовершенствованной технологии его изготовления.

На основании проведенного анализа технической литературы и откликов эффективного использования геттеров, в качестве металлов для создания опытного образца нераспыляемого геттера выбраны Ti, Zr, как обеспечивающие получение повышенных сорбционных свойств конечного продукта, и Al в качестве связующего компонента. Газопоглотители, изготовленные спеканием порошка одиночного переходного металла, являются высокотемпературными, их температура активации превышает 800 °С. Комбинации же из металлов Ti, Zr или V позволяют снизить температуру активации материала до 550 °С [1].

Обобщая вышеперечисленные рекомендации, в качестве опытных образцов выбраны составы сплавов с соотношением Ti к Zr 7:3, 5:5 и 3:7 по объему, соответственно. Для повышения точности расчета и оценки необходимого количества связующего алюминия при условии сохранения пористости сплава на требуемом уровне в программе КОМПАС-3D спроектирована схема упаковки порошков титана и циркония на площадке 40×40 мкм (рис. 1).

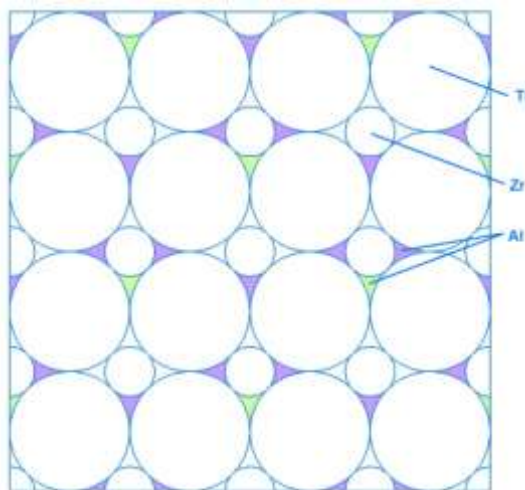


Рис. 1. Расчетная схема упаковки экспериментального сплава Ti-Zr-Al (крупные зерна – титан  $\varnothing$  10 мкм, малые зерна – цирконий  $\varnothing$  4 мкм, цветные участки – алюминиевая связка), размер площадки – 40×40 мкм

Геометрическими расчетами установлено, что достаточным для сцепления порошков выбранного химического и фракционного состава сплава геттерного материала является содержание алюминия на уровне 5 % при условии использования порошка алюминия размером порядка 100 нм.

С учетом представленных данных выбраны три модельных состава сплавов опытных образцов нераспыляемого геттера, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав сплавов для изготовления опытных образцов нераспыляемого геттера с повышенными сорбционными свойствами

№ сплава	Содержание Ti, объемных %	Содержание Zr, объемных %	Содержание Al, объемных %
1	47,5	47,5	5
2	66,5	28,5	5
3	28,5	66,5	5

Для получения готового изделия в качестве базовой принята стандартная технология получения порошковых нераспыляемых газопоглотителей (табл. 2).

Таблица 2 - Технологическая карта изготовления таблеток нераспыляемых геттеров

№ п/п	Технологическая операция	Оборудование	Режим		Примечания
			t, °C	τ, ч	
1	Подготовка порошков. Навеска	Весы	20	0,5	Процентное содержание компонентов определяется размерами частиц
2	Смешение порошков с добавлением пластификатора	Шаровые мельницы барабанного типа	20	36	В среде поливинилового спирта
3	Сушка	Печь	До 60	-	Окончание сушки определяют отсутствием налипания смеси на холодный шпатель.

4	Просеивание	Сито	20		
5	Формование	Автоматический пресс 2,5т	20	-	-
6	Сборка садки	Специальные поддоны	20	0,5	
7	Спекание	Печь	900	-	Охлаждение с печью до комнатной температуры.
8	Контроль	Контроли теоретической плотности	20	2	Согласно ТУ 1190

С учетом обозначенных целей технология была модернизирована с добавлением в технологическую цепочку процесса механоактивации низкотемпературного компонента, при которой более пластичный цирконий при воздействии сдвиговых сил взаимодействия частиц порошков переходит из субмикронного в наноразмерное состояние, значительно увеличивая свою поверхностную активность. Прогнозируемый уровень приобретаемых эксплуатационных свойств представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Прогнозируемые эксплуатационные характеристики газопоглотителей нового поколения

Характеристика	Свойства существующего аналога	Прогнозируемые свойства нового материала
Температура активации, °С	350 – 400	300 – 350
Удельная максимальная сорбционная емкость по водороду, м <sup>3</sup> *Па/г	7,1 ± 0,2	7,5 ± 0,2
Скорость сорбции по водороду, л/с*г	6,6	6,9

Модернизированная технология апробирована на заявленных композициях. В результате был получен ряд образцов в виде спеченных дисков диаметром 11...13 мм и высотой 2...3 мм.

Для оценки эффективности модернизированной технологии получения геттеров проводились дальнейшие исследования структурного состава полученных экспериментальных образцов, а также оценка пористости и плотности геттеров с помощью гидростатического метода взвешивания [4] в лаборатории «Композиционных и неметаллических материалов» кафедры «Материаловедения» МГТУ имени Н.Э. Баумана, результаты измерений представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Среднее значение плотности и пористости спеченных таблеток

Плотность образца, г/см <sup>3</sup>	Открытая пористость, %	Закрытая пористость, %	Общая пористость, %
2,7595	31,06	8,16	39,22

По полученным данным можно сделать вывод о том, что модернизированная технология изготовления нераспыляемого геттера способна обеспечить требования, предъявляемые для получения сплава заданной пористости (требования по общей пористости от 30...55 %), что говорит об эффективности ее применения для получения геттеров.

### **Литература**

1. *Глебов Г.Д.* Поглощение газов активными металлами. М.: Энергия. 1965. 184 с.
2. Патент №2118831 РФ. Способ получения неиспаряемого геттера и геттер, полученный этим способом / Н.П. Реутова, С.Ю. Манегин, В.Б. Акименко. Оpubл. 1998. НТО «Техновак».
3. *Реутова Н.П., Манегин С.Ю., Павлов В.Н.* Создание и исследование металлических порошковых материалов с температурой активирования ниже 550°C // ЦНИИЧМ им. И.П.Бардина. Москва, 1989. Заключительный отчет по теме Д-713-88.
4. ГОСТ 18898–89. Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости. — Введ. 1989-12-20.— М.: Изд-во стандартов, 1989.— 12 с.