

4. Кандалова, Е.Г. Влияние структурных параметров лигатуры Al -Ti на свойства алюминиевых сплавов [Текст]/ Е.Г.Кандалова, К.В.Никитин – Литейное производство» - 2000, № 10, с. 21-22.

5. Никитин, В.И. Наследственность в литых сплавах [Текст]/ В.И.Никитин // Самара, 1995, 246 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМЫХ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ С ГРАДИЕНТНОЙ СТРУКТУРОЙ

ИЛЬЮЩЕНКО А.Ф.<sup>1</sup>, КАПЦЕВИЧ В.М.<sup>2</sup>, КУСИН Р.А.<sup>1</sup>,  
ЧЕРНЯК И.Н.<sup>1</sup>, ЛЕЦКО А.И.<sup>1</sup>, ЖЕГЗДРИНЬ Д.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт порошковой металлургии, г. Минск, Беларусь,  
тел.: (+375 17) 293-98-58, e-mail: nil23niipm@tut.by*

<sup>2</sup> *Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Беларусь*

Предложен способ получения проницаемых порошковых изделий длинномерной трубчатой формы методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Отличительной особенностью является то, что в процессе СВС синтез осуществляется только в одном слое, в подложке, образованном крупнодисперсными частицами, в то время как фильтрующий слой из мелкодисперсного порошка толщиной 0,3-0,4 мм остается инертным. Консолидация осуществляется за счет температуры слоя, в котором происходит горение.

**Цель работы** – исследование новых энергосберегающих процессов получения проницаемых порошковых материалов (ППМ) с градиентной структурой.

**Введение.** На современном этапе можно сформулировать две основные проблемы, стоящие перед порошковой металлургией при производстве ППМ: с одной стороны, необходимо стремиться к получению материалов с повышенным комплексом свойств, с другой – необходимо разрабатывать новые технологии, обеспечивающие снижение затрат при изготовлении ППМ. В большинстве случаев практического применения ППМ решение первой проблемы сводится к удовлетворению требования, заключающегося в том, что они должны обладать одновременно высокими проницаемостью и тонкостью очистки. На практике в большинстве случаев выполнение этого требования обеспечивается путем создания ППМ с градиентной структурой в направ-

лении фильтрации [1]. Характерным представителем материалов с градиентной структурой являются двухслойные материалы, один слой у которых изготовлен из мелкодисперсного порошка и имеет минимальные размеры пор и относительно небольшую толщину, другой, так называемая подложка, изготовлен из крупнодисперсного порошка. Тонкость очистки у таких материалов соответствует слою с минимальным размером пор, в то время как проницаемость является величиной интегральной и определяется структурой всего материала.

Одним из эффективных путей снижения затрат при производстве ППМ является замена операции спекания процессом СВС. По сравнению с процессом спекания осуществление реакции синтеза характеризуется простотой исполнительного оборудования и отсутствием необходимости во внешних источниках энергии [2,3], однако при спекании двухслойных материалов методом СВС фронт горения мелкодисперсного порошка опережает фронт горения крупнодисперсного порошка, что приводит к дополнительной термической обработке мелкодисперсного слоя и делает получаемый композиционный материал непроницаемым или малопроницаемым. Для решения этой проблемы в ГНУ ИПМ был предложен и опробован метод, при котором процесс горения осуществляется в слое крупнодисперсного порошка (подложке), в то время как мелкодисперсный порошок остается инертным к процессу СВС, а его консолидация осуществляется за счет температуры достигаемой в первом слое [4].

**Результаты исследования.** При проведении исследований в качестве материала для изготовления подложки использовали порошок титана фракции (минус 1000 + 630) мкм, для изготовления фильтрующего слоя – порошок никеля марки ПНЭ-1 в состоянии поставки. Экспериментальные образцы имели форму втулок с наружным диаметром 42, внутреннем 34 и длиной 150 мм. После осуществления процесса СВС концы образцов обрезались для исключения влияния краевых эффектов. Формование заготовок производили методом радиально-изостатического прессования при давлении 100 МПа по способу, предложенному в работе [5], что обеспечивало достижение малой толщины мелкодисперсного слоя (0,3-0,4 мм). На полученных образцах определяли размеры пор по ГОСТ 26849-86 и коэффициент проницаемости по ГОСТ 25283-92. Для сравнения из порошков титана были изготовлены двухслойные образцы по традиционной технологии: путем совместного прессования и последующего спекания.

Полученные результаты сведены в таблицу.

Таблица

**Свойства экспериментальных образцов с градиентной структурой, полученных с использованием СВС и по традиционной технологии**

Материал и размеры частиц порошка, мкм		Толщина мелкодисперсного слоя, мм	Давление азота, МПа	Коэффициент проницаемости, $\text{м}^2 \times 10^{13}$	Максимальный размер пор, мкм
Слой из крупнодисперсного порошка	Слой из мелкодисперсного порошка				
Титан (-1000+630)	Никель (-63+40)	0,3	0,05	16,2	9,5
Титан (-1000+630)	Никель (-63+40)	0,3	0,03	17,6	9,7
Титан (-1000+630)	Никель (-63+40)	1,0	0,075	11,0	9,8

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что предлагаемый способ обеспечивает получение материалов с высокими фильтрующими характеристиками. Более высокая проницаемость, по сравнению с получаемыми по традиционной технологии, обеспечивается меньшей толщиной фильтрующего слоя.

**Вывод.** Предложен способ получения проницаемых порошковых изделий методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, при котором СВС осуществляется в одном слое, в подложке, в то время как фильтрующий слой остается инертным. Показано, что получаемый таким способом материал обладает большей пропускной способностью за счет меньшей толщины фильтрующего слоя.

#### *Литература:*

1. Витязь П.А., Капцевич В.М., Шелег В.К. Пористые порошковые материалы и изделия из них. – Минск: Высшая школа, 1987. – 164 с.
2. Крайдер, Д.Ф. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез – советский метод получения керамических материалов / Д.Ф. Крайдер // Доклад на 6-й годичной конференции по композиционным и перспективным материалам, организованной Отделением металлокерамических систем Американского керамического общества, 17–21 января 1982 г., Коукоу Бич, Флорида / Научный совет ГКНТ СССР по проблеме «Теория и практика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза»: информ. секция. – Черногловка, 1983. – 19 с.
3. Хина Б.Б., Беляев А.В., Витязь П.А., Хусид Б.М. Применение СВС для получения пористых порошковых проницаемых композиционных материалов титан-нитрид титана // Порошковая металлургия. – 1997. - № 5/6. – С. 75-80.
4. Витязь П.А., Ильющенко А.Ф., Рак А.Л., Беляев А.В., Кусин Р.А., Капцевич В.М., Черняк И.Н., Кусин А.Р. Синтез спекание порошковых фильтрующих материалов с градиентной структурой. // Пористые проницаемые материалы: техно-

логии и изделия на их основе. / Материалы III Международного симпозиума, г. Минск. 21-22 октября 2008 г. – г. Минск: ГНУ ИПМ, 2008. – с. 170-175.

5. Получение пористых порошковых материалов с градиентной структурой в режиме технологического горения. /Беляев А.В., Черняк И.Н., Боровик Д.И. / Тез. доклада 8-ой республиканской студенческой научно-технической конференции «Новые материалы и технологии их обработки» апрель 2007 г. – Минск: БНТУ, 2007. - с. 107-108.

## **ОСАЖДЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ ПРИ ГЛУБИННОМ ФИЛЬТРОВАНИИ**

**КАПЦЕВИЧ В.М., ЛЕОНОВ А.Н., КОРНЕЕВА В.К.,  
КРИВАЛЬЦЕВИЧ Д.И., ЧУГАЕВ П.С.**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Беларусь*

Процесс фильтрования является наиболее простым и эффективным способом удаления загрязнений из смазочных материалов [1–3]. По современным представлениям способы фильтрования, т.е. разделения суспензии на твердую и жидкую фазы, подразделяют на осветление и фильтрование с образованием осадка.

Очистка смазочных материалов, конечной целью которого является получение очищенных моторных масел или рабочих жидкостей гидравлических систем, относится к процессу осветления.

Осветление является гидродинамическим процессом, скорость которого прямо пропорциональна разности давлений, создаваемых по обеим сторонам фильтровального элемента, и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому жидкостью при ее движении через поры элемента и слой образовавшегося осадка. В зависимости от решаемой задачи осветление разделяют на поверхностное и глубинное. При очистке смазочных материалов основным является глубинное осветление.

При глубинном осветлении основными процессами осаждения (коагуляции) являются как непосредственный механический захват частиц твердой фазы, так и их адсорбция под действием физических и химических сил на внутренней поверхности пор фильтровального элемента. При этом виде осветления удается отделить значительную долю частиц твердой фазы, размеры которых меньше размеров пор, хотя на основании чисто геометрических соотношений этих размеров кажется, что указанные