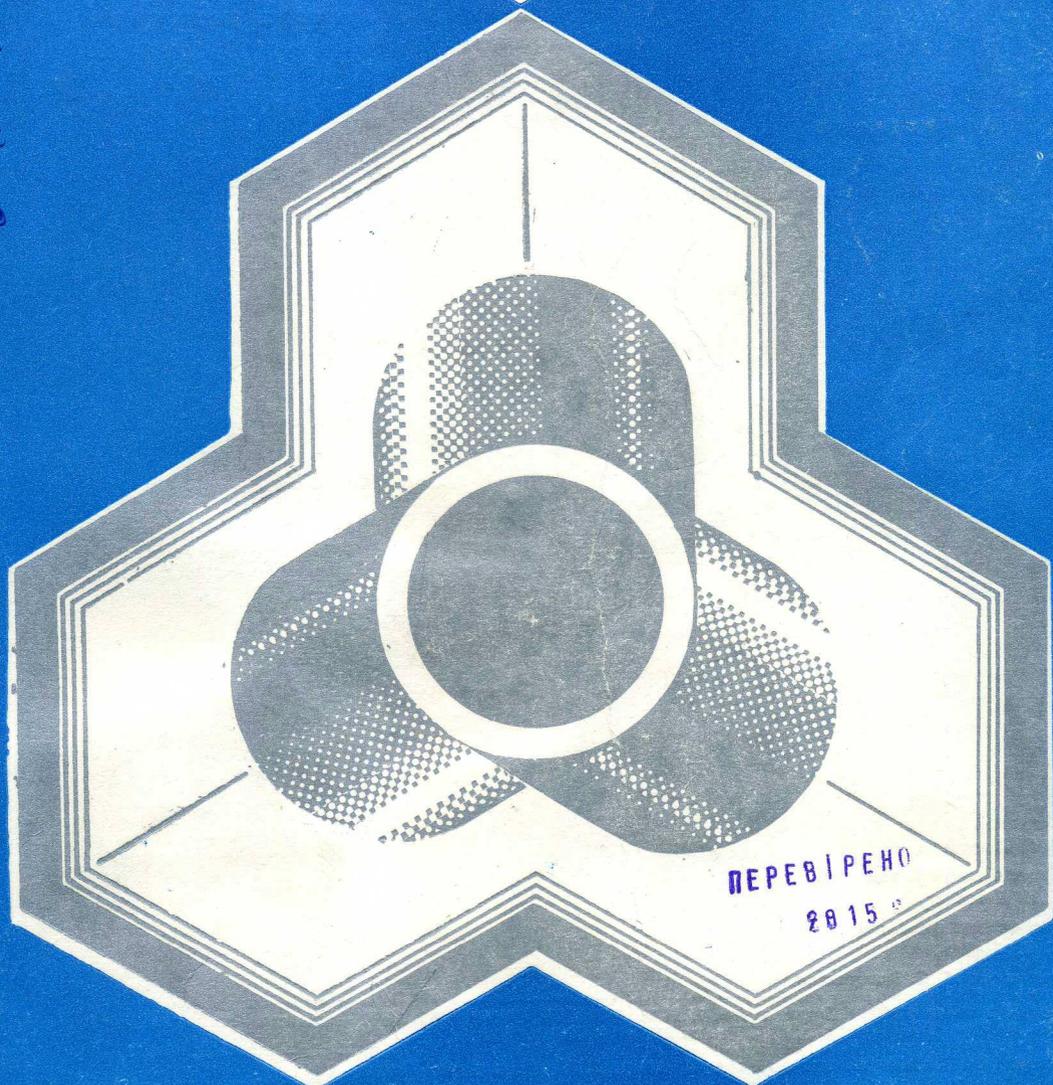


ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

11

1984

09601



ПЕРЕВІРЕНО

2015

зан ошибочный подход к задаче, который привел к значительному занижению расчетных сил по сравнению с полученными экспериментально.

По методу суперпозиции сделан расчет намагниченности частицы магнитно-абразивного порошка и обрабатываемого ферромагнитного цилиндра, помещенных в магнитную порошковую среду.

Получены формулы для расчета сил, действующих на сферическую частицу порошка при МАП цилиндрического изделия из ферромагнитного материала.

S-u m m a r y. The existing methods for calculation of magnetic interactions during magnetic-abrasive treatment are analyzed. Their disadvantage is shown to lie in disregarding the dependence of demagnetizing fields of ferromagnetic particles and the product treated on the magnetic permeability of ferromagnetic powder media, where their interaction occurs.

Methods are developed for calculation of force actions of magnetic-abrasive powder on the surface treated.

Formulas are derived for calculating forces, acting on ferromagnetic particle of magnetic-abrasive polishing in running clearance.

1. Сакулевич Ф. Ю., Олендер Л. А. Магнитно-абразивная обработка точных деталей.— Минск: Вышэйш. школа, 1977.—287 с.
2. Сакулевич Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки.— Минск: Наука и техника, 1981.—328 с.
3. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники. М.: Энергия, 1966.— Т. 2. 407 с.
4. Поливанов К. М. Теоретические основы электротехники. Ч. 3. Теория электромагнитного поля.— М.: Энергия, 1969.—352 с.
5. Кондорский Е. И. К теории магнитных свойств конгломератов и порошков.— Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофиз., 1950, 14, № 4, с. 294—301.
6. Кондорский Е. И. К теории магнитных свойств горных пород и порошков.— Изв. АН СССР. Сер. физическая, 1952, № 5, с. 47—54.

Институт проблем материаловедения АН УССР
Киевский политехнический институт

Поступила 06.10.83

УДК 661.5568.539.4.015.1

П. А. КОРНИЕНКО, В. Я. НАУМЕНКО,
В. А. ЧЕХОВИЧ, О. С. ЮРЧЕНКО,
О. Д. ЩЕРБИНА, Г. В. ТРУНОВ, Н. С. КОРЕЦ

ПРОЧНОСТНЫЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ НИТРИДА КРЕМНИЯ

Известно, что тугоплавкие соединения обладают высокими физико-химическими свойствами [1—3], в частности высокими температурами плавления, большой твердостью, износостойкостью, огнеупорностью, коррозионной стойкостью и другими, которые свидетельствуют о возможности их использования в качестве пористых материалов для работы при повышенных температурах и в агрессивных средах.

Пористые материалы на основе металлов и сплавов широко применяются в различных отраслях промышленности и техники (это фильтры на основе порошков железа, титана, никеля, молибдена, нержавеющей стали, бронз и сплавов на их основе [2, 3]).

Использование тугоплавких соединений в качестве фильтровых материалов изучено недостаточно, что, по всей вероятности, связано с технологическими трудностями их формирования и спекания.

В настоящей работе приводятся результаты исследования некоторых физико-химических свойств пористых материалов на основе нитрида кремния — перспективного материала для изготовления изделий самой разнообразной формы и габаритов.

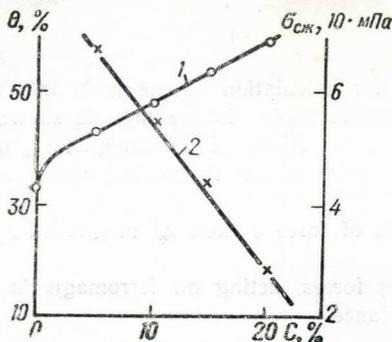


Рис. 1. Зависимость пористости (1) и прочности (2) образцов нитрида кремния от содержания наполнителя.

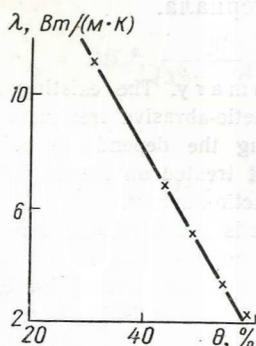


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности от пористости при комнатной температуре.

Пористые образцы из нитрида кремния с пористостью 44—60 % получили методом выгорающих добавок, в качестве которой использовали порошок поливинилового спирта, на лабораторной установке, подробно описанной в работах [5, 6].

Исследовали такие физико-химические свойства пористых образцов из нитрида кремния: пористость, прочность на сжатие, коэффициент теплопроводности и стойкость против окисления на воздухе.

Общую пористость определяли методом гидростатического взвешивания, прочность на сжатие — на универсальной испытательной машине УММ-10 на образцах диаметром 10 и высотой 15 мм.

Коэффициент теплопроводности измеряли на образцах диаметром 16 и высотой 3 мм при комнатной температуре методом Волькенштейна с точностью до 5, а его температурную зависимость — на промышленной установке «λ-400» с точностью 8—10 %.

Химическую стойкость против окисления на воздухе определяли на образцах диаметром 10 и высотой 15 мм непосредственным взвешиванием образцов в платиновых тиглях после каждого опыта.

В процессе отработки технологии получения пористых материалов на основе нитрида кремния с пористостью 40—60 % проводились исследования по подбору количества наполнителя. Влияние содержания наполнителя на пористость приведено на рис. 1. Видно, что начальное введение небольшого количества наполнителя (5 % по массе) значительно повышает общую пористость спеченных образцов нитрида кремния. При дальнейшем росте содержания наполнителя (на 5 % по массе) пористость увеличивается на меньшую, но постоянную величину, что влечет за собой снижение прочности при сжатии. Как видно из рис. 1 (кривая 2), прочность при сжатии уменьшается с повышением содержания наполнителя по линейному закону. Очевидно, прочность снижается пропорционально количеству межчастичных контактов в пористом материале.

Коэффициент теплопроводности (рис. 2) сильно зависит от пористости. Так, например, коэффициент теплопроводности образцов нитрида кремния с $\theta \approx 60$ % уменьшается больше чем в 3 раза по сравнению

с таким образом с $\theta \approx 40\%$. При этом, как видно из рис. 2, теплопроводность снижается практически линейно с увеличением пористости. Можно предположить, что теплопроводность аналогично прочности определяется количеством межчастичных контактов в пористом материале.

Зависимость коэффициента теплопроводности пористых образцов нитрида кремния от температуры в пределах 20—400 °С приведена на

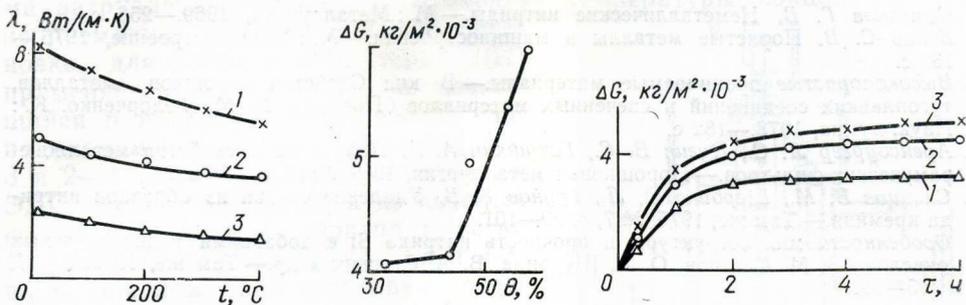


Рис. 3. Влияние температуры на коэффициент теплопроводности пористых образцов нитрида кремния.

$\theta = 44,7$ (1), 48,2 (2) и 58,5 % (3).

Рис. 4. Зависимость привеса образцов из нитрида кремния от пористости при нагреве до 800 °С в течение 2 ч на воздухе.

Рис. 5. Зависимость привеса при окислении пористых образцов нитрида кремния на воздухе ($\theta = 44,7\%$) от температуры.

1 — 1000, 2 — 1100, 3 — 1200 °С.

рис. 3. С повышением температуры коэффициент теплопроводности всех пористых образцов нитрида кремния понижается, причем с ростом пористости образцов снижение коэффициента теплопроводности с температурой имеет менее ярко выраженный характер, что можно объяснить уменьшением количества и площади межчастичных контактов в пористом каркасе нитрида кремния.

Результаты измерения стойкости против окисления пористых образцов нитрида кремния при 800 °С приведены на рис. 4. Привес образцов нитрида кремния с увеличением пористости возрастает, хотя он незначителен по сравнению с таковым других тугоплавких нитридов [1]. Например, привес при окислении образцов из Si_3N_4 с $\theta \approx 40\%$ в течение 2 ч при 800 °С составляет 4,25 г/м², что значительно меньше привеса теплоизоляционных материалов на основе нитрида алюминия, для которых численное значение привеса в тех же условиях составляет около 30 г/м².

На рис. 5 приведены кинетические кривые окисления пористых образцов нитрида кремния при температурах 1000, 1100 и 1200 °С. Наблюдается сравнительно небольшое увеличение привеса пористых образцов, причем после 8 ч окисления на воздухе привес практически не меняется с повышением температуры, что можно объяснить образованием на поверхности образца плотной пленки окисла SiO_2 .

Выводы. Методом шликерного литья разработана технология получения пористых образцов из нитрида кремния с $\theta \approx 40\text{--}60\%$.

Установлено, что прочность и коэффициент теплопроводности резко уменьшаются с увеличением пористости. Однако пористые образцы из Si_3N_4 обладают достаточно высокой стойкостью против окисления на воздухе, что позволяет сделать заключение о возможности их использования в качестве теплоизоляционных материалов.

Summary. Measurement results are presented for some physico-technical and chemical properties. In particular compressive strength, heat conduction both at room temperature and within 20-400°C, resistance to oxidation within 600-1200°C are determined for porous materials of silicon nitride. Porosity dependences of compressive strength, heat conduction and resistance to oxidation are established.

1. Самсонов Г. В. Неметаллические нитриды.— М.: Металлургия, 1969.—256 с.
2. Белов С. В. Пористые металлы в машиностроении.— М.: Машиностроение, 1976.—182 с.
3. Высокопористые проницаемые материалы.— В кн.: Свойства порошков металлов, тугоплавких соединений и спеченных материалов / Под ред. И. М. Федорченко. К.: Наук. думка, 1978.—182 с.
4. Аренсбургер Л. С., Пугин В. С., Гатушкин А. А. Получение и свойства металлокерамических фильтров.— Порошковая металлургия, 1969, № 10, с. 27—31.
5. Слепцов В. М., Щербина О. Л., Трунов Г. В. Удаление связки из образцов нитрида кремния.— Там же, 1975, № 7, с. 99—101.
6. Особенности микроструктуры и прочность нитрида Si с добавками редкоземельных окислов / В. М. Слепцов, О. Л. Щербина, В. А. Стигняк и др.— Там же, 1978, № 11, с. 55—59.

Институт проблем материаловедения АН УССР
Киевский государственный педагогический институт

Поступила 29.11.83

УДК 621.762.4:537.324:669.018.45

В. Ю. КОДАШ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СПЕКАНИЯ ПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ И ТЕРМО-ЭДС

С помощью контроля термо-ЭДС и электросопротивления в процессе спекания электропроводящих материалов можно получить ценную информацию о кинетике спекания. В частности, метод электросопротивления позволяет обнаружить такие процессы, как рост поверхности межчастичного контакта без усадки и начало интенсивного испарения, а термо-ЭДС чувствителен к различным химическим и физическим неоднородностям проводящих материалов.

В настоящей работе предлагается установка для контроля термо-ЭДС и электросопротивления электропроводящих материалов в процессе спекания до температуры 1800°C с автоматическим снятием показаний (интервал 2—180 с) и записью результатов измерений цифрорпечатающим устройством.

Схема установки показана на рис. 1. Образец 1 диаметром 15 и длиной 20—30 мм устанавливается между двумя токоподводящими молибденовыми электродами 2, причем верхний электрод через алундовую трубку 3, которая изолирует токоподвод, прижимается пружиной 4. На нижнем токоподводе смонтирован нагреватель, который создает градиент температуры вдоль образца и состоит из алундовой трубки с проточенными канавками, куда уложена вольфрамовая проволока. Ток к токоподводящим электродам подводится по вольфрамовой проволоке, ее концы зажаты в отверстиях токоподводов с помощью молибденовых винтов. Оба токоподводящие электрода имеют осевые каналы, где проходят вставленные в трубки из оксида алюминия 5 термомпары 6. Чтобы создать надежный электрический контакт, спай термомпар прижимаются к образцу пружинами 7 и 8, причем спай нижней— с помощью вольфрамового прутка 9, его загнутый конец вставлен в окно 10 трубки 11 из оксида алюминия— несущей опоры для нижнего токоподводящего электрода. В данной установке использованы пла-