

1. Я н к е л е в Л.Ф., Д в о р к и н В.Н. Исследование по технологии известково-кремнеземистых теплоизоляционных изделий. — М., 1962, с. 43. 2. А.с. № 808490 (СССР). Смесь для изготовления теплоизоляционного материала / И. И. К и с е л ь , М.М. З е л е н а я , В.Б. Д е м и д о в и ч . — Оpubл. в Б.И., 1981, № 8. 3. К и т а й ц е в В.А. Технология теплоизоляционных материалов. — М., 1970, с. 47–49.

УДК 666.762.852

И.С. КАЧАН, канд.техн.наук (БТИ),
А.А. МАЛЬЦЕВ, канд.техн.наук (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ ТВЕРДЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ МЕТОДОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Интенсивное развитие техники в последние годы потребовало изготовления керамических изделий сложной конфигурации с заранее заданными свойствами. Одним из перспективных направлений изготовления таких изделий является метод формования из порошкового материала с последующим обжигом. Процесс формования является главным в этой технологической цепочке, так как здесь достигается точность геометрических форм и размеров изделия. Кроме того, он существенно влияет на режимы последующих технологических операций и качество готового изделия. Поэтому к нему предъявляют ряд требований, касающихся точности размеров изделия, качества рабочей поверхности, высокой равномерности по всему объему и др.

Во многом этим требованиям удовлетворяет метод гидростатического прессования [1]. Однако он обладает рядом недостатков, которые значительно сдерживают распространение гидростатического прессования. Как показали исследования методов прессования порошковых материалов [2], наиболее близким к гидростатическому является метод гидродинамического прессования, который обладает всеми технологическими преимуществами гидростатического, но в то же время лишен ряда недостатков, присущих установкам гидростатического прессования.

В гидродинамических установках используется способность пороха при горении в замкнутом объеме быстро развивать высокое давление, которое, действуя через промежуточную среду на жидкость, уплотняет порошок, помещенный в эластичной оболочке в жидкости. Как показали исследования, процесс прессования в основном происходит за время горения пороха, благодаря чему ни пороховые газы, ни жидкость не успевают в значительной степени проникнуть через зазоры в уплотнительных элементах. Проведенное исследование показало, что даже при сквозных отверстиях в рабочей камере машины площадью сечения $S = 3 \text{ мм}^2$ не наблюдается существенного снижения давления в жидкости [2]. Это позволяет отказаться от сложных герметизирующих устройств.

Малое время рабочего цикла и, как следствие, высокая производительность, простота обслуживания и надежность работы узлов машины, простота получения высокого давления, высокое качество сформованных изде-

лий — вот те преимущества, которые позволяют отнести гидродинамический метод формования порошковых материалов к наиболее перспективным.

Проведенные ранее исследования прессуемости металлических порошков и некоторых графитных композиций [2—4] выявили высокие технологические возможности гидродинамического метода. В настоящей работе проведены дальнейшие исследования прессуемости керамических порошковых материалов различных гранулометрических составов и твердости. Исследования проводились на порошках плавленной окиси магния MgO следующего гранулометрического состава: фракция 3—1 мм — 22 %; 1—0,4 мм — 40; менее 0,1 мм — 30 %. Кроме того, исследовались порошки дисилицида молибдена $MoSi_2$, дисилицида вольфрама WSi_2 , диборида титана TiB_2 , нитрида кремния Si_3N_4 и карбида кремния SiC с размерами частиц менее 0,1 мм. Исследования проводились на цилиндрических образцах \varnothing 30—40 мм. Порошок помещался в тонкостенные резиновые оболочки и герметизировался. Исследовалась прессуемость образцов при различных величинах давления с различными связками.

В качестве связок использовались поливиниловый спирт ПВС, смола К-9, каучук в бензине, а также торфяной воск. Исследования проводились при давлении порядка 250 + 300 МПа. Плотность образцов из MgO при введении 5—8 % связок ПВС, каучука в бензине составила 2,8—2,95 г/см³. Более плотные образцы (3,05—3,12 г/см³) при том же давлении были получены при введении связки на основе смолы К-9 и торфяного воска. Эти образцы имели меньшую склонность к трещинообразованию и большую прочность брикета после прессования. Как было установлено, на трещинообразование существенное влияние оказывает время нарастания давления в рабочей камере. Увеличение времени нарастания давления в рабочей камере до 9—11 м/с позволило избежать трещин и получить качественные брикеты, на которых трещины отсутствовали.

Были проведены исследования по прессованию указанного состава MgO , $MoSi_2$ и SiC , Si_3N_4 , WSi_2 и TiB_2 без введения связки. Однако при давлениях до 200—250 МПа не наблюдалось прочного сцепления частиц порошка. Увеличение давления до 300—400 МПа приводит к появлению механического зацепления частиц. Однако прочность брикета остается значительно меньшей, нежели при введении связки.

При давлениях более 400 МПа наблюдается появление расслоенных трещин. Дальнейшее увеличение давления не дало положительных результатов даже при введении связки. Эта закономерность наблюдалась как на порошках крупных фракций MgO , так и на порошках мелких фракций $MoSi_2$, Si_3N_4 , SiC и TiB_2 .

Проведенные исследования по прессуемости керамических порошков позволили выбрать технологические режимы изготовления изделий из диборида титана, дисилицида молибдена типа тигель и цилиндрическая пластина. Прессование осуществлялось введением 3—5 % торфяного воска или каучука. Тигли и пластины после выжигания пластификатора спекались в вакуумной печи при температуре 1650—1700 °С. Полученные изделия были испытаны при отработке технологии вакуумной металлизации на установке вакуумного напыления УВН-71Р-2. Изделия выдержали более 16 циклов быстрого

нагрева с последующим охлаждением. На поверхности тиглей не было обнаружено никаких трещин и других дефектов, что свидетельствует о хорошей стойкости изделий.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что существует оптимальный диапазон давлений 250—400 МПа, в котором метод гидродинамического прессования позволяет получать изделия сложной формы из трудноформуемых порошковых материалов разного гранулометрического состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л о б а ш о в Б.П. Пористые материалы в новой технике. — В сб.: Порошковая металлургия в новой технике. М., 1968, с. 91. 2. Прессование на гидродинамической установке с помощью металловзрывчатых веществ/Л.Н. А ф а н а с ь е в , Г.М. Ж д а н о в и ч, А.А. М а л ь ц е в и др. — В сб.: Прогрессивные способы изготовления металло-керамических изделий. Минск, 1971, с. 96—108. 3. С и л и ч Л.М., К у р п а н Е.М. Исследование физико-механических свойств жаропрочных композиций, полученных различными методами Прессования. — В сб.: Стекло, ситаллы и силикаты, 1981, вып. 10, с. 92—95. 4. М а л ь ц е в А.А., Р о м а н О.В. Изделия из высокотемпературных материалов для работы в агрессивных расплавах. — Тез. докл. республ. научно-практич. конф. по антикоррозионной защите металлов. Минск, 1978, с. 62—63.

УДК 666.762.852

И.С. КАЧАН, канд. техн. наук (БТИ),
А.А. МАЛЬЦЕВ, О.И. КРОТ, канд. техн. наук (БПИ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКОВ НИТРИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕХНИКИ

Большой интерес, который в последнее время проявляется к нитридным соединениям переходных металлов, объясняется необычным сочетанием экстремальных свойств, присущих этим соединениям [1—6].

Перспективными материалами для техники высоких температур и химического машиностроения являются нитриды алюминия и кремния, обладающие такими высокими физико-техническими свойствами, как тугоплавкость, сохранение при высоких температурах электроизоляционных характеристик, твердость и высокая износостойкость, термостойкость и устойчивость в агрессивных химических средах и расплавленных металлах.

Такие свойства обуславливают широкое применение нитрида кремния в составе различных жаропрочных конструкционных материалов, термистеров, нагревательных электродов, пресс-форм для горячего прессования, насадок сопел для разбрызгивания химически активных жидкостей, лопаток газовых турбин, тиглей, насосов для перекачки жидкого алюминия и многих других изделий. Устойчивость нитрида кремния в различных реагентах приведена в табл. 1 и 2 [7,8].

Особенно широкие перспективы внедрения этих материалов в народное хозяйство открывает богатство исходных продуктов (азота, кремния, алю-