

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н. Э.  
Баумана (национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н. Э. Баумана)**

Факультет «Машиностроительные технологии» (МТ)  
Кафедра «Материаловедение» (МТ8)

Реферат

Вариант №5

«Износостойкие сопла для распыления абразивных суспензий»

Выполнил: Буздин А.Е.

Группа: МТ8-61Б

Проверил: Тарасовский В.П.

.05.2020

Москва, 2020

### Задание на выполнение реферата № 5

**1. Тема реферата:**

Износостойкие сопла для распыления абразивных суспензий (гербициды, удобрения и др.).

**2. Материал сопла:**

Керамика на основе оксида алюминия с добавкой 10 % масс. диоксида циркония. Открытая пористость – отсутствует. Структура материала мелкокристаллическая. Высокая устойчивость к абразивным частицам.

**3. Конфигурация и габаритные размеры изделия:**

Втулка с буртиком. Внешний диаметр – 15 мм; внутренний диаметр – 0,5 мм; толщина – 25 мм; диаметр буртика – 20 мм; высота буртика 5 мм.

**4. Условия эксплуатации:**

Температура – 20 - 45 °С; воздействие кислот, органических соединений, абразивных частиц.

**5. Технология изготовления:**

Метод формования – горячее литьё под давлением.

Удаление временного технологического связующего – скорость подъёма температуры 25 °С в час, выдержка при 300 °С в течение 1 часа. Охлаждение изделий вместе с печью.

Обжиг – скорость подъёма температуры 300 град/час; время выдержки при максимальной температуре обжига (1650 °С) – 1 час. Охлаждение изделий – вместе с печью, скорость произвольная.

**6. Объём партии требуемых изделий:**

1000 штук изделий в месяц.

**6. Сырьевые материалы:**

Выбор за исполнителем работы (на основании обзора литературы)

**7. Оборудование для выполнения работы**

Выбор за исполнителем работы (на основании обзора литературы)

**8. Содержание реферата (вопросы на которые надо дать ответы в реферате):**

- титульный лист;
- задание на реферат;
- чертёж изделия;
- сопла износостойкие из керамики – физико-технические свойства, фирмы производители, стоимость единицы изделия (из научно-технической литературы);
- керамика устойчивая к абразивному износу (из научно-технической литературы) – исходные материалы, технология изделий, физико-технические свойства; применение;
- описание технологии горячего шликерного литья под давлением – обосновать выбор данной технологии;
- исходные материалы выбранные для выполнения работы (привести ГОСТы, ТУ, рассчитать вес необходимых материалов) – обосновать выбор;
- технологическая схема производства изделий;
- эскиз общего вида прессоснастки для формования изделия;
- оборудование необходимое для выполнения работы;
- контроль свойств исходного сырья, параметров технологического процесса и свойств готовых изделий (описать кратко какие свойства и параметры необходимо контролировать для получения изделий с заданными свойствами);
- список литературы.

Задание на реферат выдал:

Тарасовский В.П.

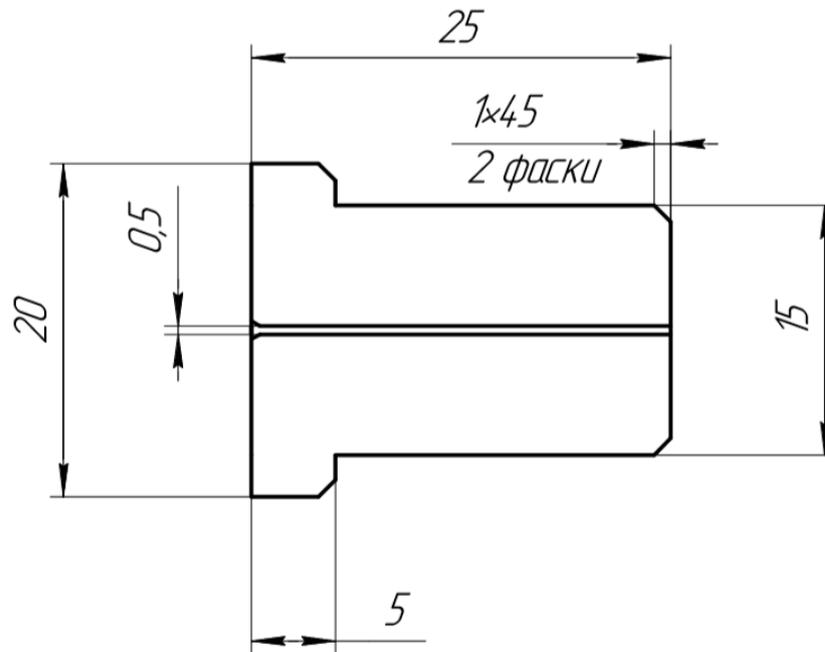
02.03

2020 г., кафедра МТ-8

Задание на выполнение реферата получил:

Студент(ка) \_\_\_\_\_

2020 г., гр.



## **Сопла износостойкие из керамики**

### Физико-технические свойства

Керамические сопла используются в пескоструйных аппаратах для очистки поверхности изделий, конструкций, сооружений от продуктов коррозии, слоевой окалины, старых многослойных лакокрасочных покрытий и для механической обработки – скругление острых кромок, снятие заусенцев. В дополнение к этому возможно изготовление керамических высокоточных распыляющих насадок различных типов, предназначенных для оснащения краскопультов, распылителей и сельскохозяйственных машин-опрыскивателей, используемых при обработке растений химическими препаратами и удобрениями.

В условиях интенсивного аэро- и гидроабразивного износа, керамические сопла сохраняют высокую износостойкость, твердость, достаточный уровень прочности, химическую стойкость. Они имеют преимущество перед металлическими аналогами по ряду физико-механических свойств. Низкая плотность керамики снижает общий вес рабочего инструмента, что способствует уменьшению усталости оператора.

Чаще всего для керамических сопел используют керамику на основе оксида алюминия. Керамика на основе оксида алюминия  $Al_2O_3$  имеет высокие твердость, предел прочности при сжатии и модуль упругости. Материалы на основе оксида алюминия отличаются также повышенной коррозионной стойкостью, устойчивы к воздействию большинства органических и неорганических кислот и солей. Негативная сторона комплекса физико–механических свойств  $Al_2O_3$  — самая низкая трещиностойкость в ряду производимых конструкционных керамических материалов (менее  $4,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ ), пониженные значения предела прочности при изгибе (менее  $380 \text{ МПа}$ ) и стойкости к абразивному износу. Для улучшения ряда физико-механических свойств алюмооксидной керамики в ее матрицу на стадии приготовления шихты вводят высокодисперсный диоксид циркония. Композиты на основе оксидов алюминия и циркония (ZTA — Zirconia Toughened Alumina) состоят из алюмооксидной матрицы, в которой распределено 0–50 мас. % частиц диоксида циркония, нестабилизированного или стабилизированного. Известно, что эта вторая фаза улучшает показатели ряда механических свойств, таких как предел прочности при изгибе и вязкость разрушения. Полученную композитную керамику используют в качестве конструкционного материала, когда к нему предъявляют высокие требования по твердости, износо- и трещиностойкости. Износостойкость изделий из композитной ZTA-керамики превышает износостойкость корундовых изделий в 3–4 раза.

### Фирмы производители

#### **1. Завод технической керамики**



Завод технической керамики производит пескоструйные сопла из оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) по ТУ 48-19-156-75 форм и размеров, представленных в табл. 1, 2, а также по чертежам Заказчика из нитрида кремния ( $Si_3N_4$ ), карбида бора ( $B_4C$ ), безвольфрамовых твердых сплавов.



## 2. Hitech ceramics



### Сопла



Сопла и форсунки из различных типов керамики и твердых сплавов обладают износостойкостью, стойкостью к термическому удару, коррозионной стойкостью, диэлектрической прочностью и используются в самых различных технологических процессах.

## Цены из интернет магазинов



Глинозема Керамические Сопла

FOB Справочник Цена: [Узнать цену](#)

1000 - 9999 акр. >=10000 акр.  
**2,00 \$ 0,40 \$**

Доставка: Поддержка Морской фрахт

Оплата: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T**



Глиноземная керамическая насадка  
производитель запасных частей товары

**0,01 \$ / шт.**

5 YRS | | 95.3%



Циркония керамические насадки производитель

FOB Справочник Цена: [Узнать цену](#)

**0,50 \$ - 50,00 \$ / шт.** | 1.0 шт. (Min. Order)

Доставка: Поддержка Экспресс

Время выполне...	Количество(шт.)	1 - 50
	Примерное время (в днях)	7

Оплата: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later**



Высокое качество точность Al2O3 глинозема керамическая насадка

FOB Справочник Цена: [Узнать цену](#)

**0,50 \$ - 1,50 \$ / шт.** | 200 шт. (Min. Order)

**Торговая гарантия** Защитите свои заказы на Alibaba.com.

Оплата: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion**

Логистика Alibaba.com - Решения для инспекций

## **Керамика устойчивая к абразивному износу**

### Исходные материалы

Керамику, в основном состоящую из оксида алюминия, в соответствии с названием минерала природного происхождения корунд, называют корундовой керамикой. Искусственно изготовленная корундовая техническая керамика содержит не только  $Al_2O_3$ , а в ряде случаев добавки и примеси. Корундовой керамикой называют содержащую 95% и более  $Al_2O_3$  и корунд является основной кристаллической фазой. В качестве исходных материалов для производства корундовой керамики применяют главным образом безводные формы оксида алюминия, выпускаемые промышленностью в виде технического глинозема и белого электроплавленного корунда.

Для производства добавки в виде диоксида циркония применяют только искусственный  $ZrO_2$ . Сырьем для его получения служат природные цирконийсодержащие минералы: бадделеит, представляющий собой природную форму  $ZrO_2$ ; циркон – силикат циркония  $ZrO_2 \cdot SiO_2$ , а также другие более бедные по содержанию  $ZrO_2$  минералы и руды, идущие на обогащения для подготовки цирконовых концентратов.

### Технология изделий

Одна из основных технологий формования, применяемых для получения изделий из композитной керамики на основе алюминия и циркония, — сухое осевое прессование порошков. Особенности данного метода, обусловленные низким содержанием в пресс-порошках воды и технологической связки по сравнению с этими добавками в пасты для пластического формования и литьевые шликеры, создают ряд существенных преимуществ на последующих этапах технологического процесса (удаление связки, обжиг) и облегчают механизацию и автоматизацию производства. Упрощается подготовка порошков к формованию, так как не требуется высокой степени пластификации материала. Важным технологическим этапом подготовки керамических порошков к прессованию является распылительная сушка. В

процессе сушки керамические суспензии подаются в распылительное сушило, в котором в потоке нагретого воздуха происходит испарение воды и частицы собираются в агломераты (гранулы). Быстрый тепло- и массообмен во время сушки приводит к формированию гранул, имеющих большое разнообразие форм. Существуют три основных преимущества гранулирования керамических порошков: результирующие пресспорошки имеют отличную сыпучесть, высокую плотность упаковки и хорошую способность к компактированию. Это необходимо для получения однородной, бездефектной структуры спрессованных заготовок. Кроме того, гранулирование порошков вследствие того, что результирующие гранулы имеют размер 20–360 мкм, позволяет предотвратить пыление при прессовании и избежать преждевременного износа пресс-инструмента.

### Применение

Изделия из керамики, устойчивой к абразивному износу, востребованы благодаря своим высоким характеристикам, такие как твердость, трещиностойкость, износостойкость.

Эти сочетания делают материал незаменимым при изготовлении коррозионностойких, износостойких, электроизоляционных и термостойких изделий для самых различных отраслей промышленности. Например, их применяют в качестве режущего инструмента, насадок для буровых долот и для сопел пескоструйных аппаратов, изготовления рабочих поверхностей плугов и культиваторов, изготовления вентилялей и клапанов.

### **Технология горячего литья под давлением.**

Из известных процессов формообразования керамических изделий (сухое прессование, продавливание через мундштук, пластическое формование) в производстве широко применяют шликерное литье, или горячее литье под давлением. Этим методом можно одновременно отливать в многоместных формах большое число изделий сложной конфигурации, разных размеров с

однородными свойствами и высокой плотностью. Технологический процесс горячего литья под давлением керамических изделий состоит из изготовления литейного шликера и литья деталей.

Шликер изготавливают смешиванием минерального порошка ВК94-1 (массы) с органической связкой (пластификатором) и последующим вакуумированием для удаления воздуха. Органическая связка представляет собой парафин (температура плавления 52...56°C) с некоторыми добавками других веществ (олеиновой кислоты, воска). Желательно применять парафин с минимальным содержанием примесей, легколетучих фракций и возможно меньшей усадкой при застывании. Добавки олеиновой кислоты и воска обеспечивают связь минерального порошка с парафином и устойчивость шликера против расслоения.

Качество и стабильность литья изделий из высокоглиноземистого керамического материала зависят от качества шликера, состояния литейной оснастки, оборудования и режима (температура шликера, его давление, температура питателя, продолжительность выдержки формы под давлением). Для получения высоких стабильных результатов необходимо использовать шликер постоянного состава и контролировать его основные параметры: содержание органической связки, температуру плавления и литейную способность.

Экспериментально установлено, что наилучшие результаты литья деталей из керамики получают, используя свежеприготовленный горячий шликер, заливая его в рабочий бак литейной машины, перерабатывая полностью в течение смены и не оставляя на следующий день. Вакуумировать шликер достаточно один раз в смену. Частое вакуумирование нецелесообразно, так как удаляются легкие фракции связки.

Обжиг корундовой керамики, как правило, бывает предварительным и окончательным. При предварительном обжиге из керамики удаляют связку (например, парафин), нагревая детали в засыпке (например, в обожженном

глиноземе, каолине, саже), служащей для адсорбции связки и, кроме того, предохраняющей сырые керамические детали от расплавления и деформации. Существенный недостаток глинозема и каолина, используемых в качестве засыпки, — некоторая сложность их удаления с обожженных керамических деталей, особенно из труднодоступных мест. Удаляют засыпку обычно механическим способом. Известен также химический способ удаления засыпки — кипячение керамических деталей в подкисленном растворе.

Основными достоинствами технологии формования методом литья под давлением служат: возможность изготовления изделий наиболее сложных конфигураций, автоматизации процесса и повышения его производительности за счет применения многогнездовых форм или формования в нескольких формах одновременно; к недостаткам относятся дополнительная операция удаления связки или обжига на утель, малая прочность отливок после удаления связки. Однако расширение номенклатуры изделий керамических материалов для машиностроения позволяет отнести литье под давлением к одному из наиболее перспективных методов формования.

### **Исходные материалы для изготовления износостойких сопел**

В состав сырья керамики входят электрокорунд и бадделеитовый концентрат.

Содержание корунда: 90%.

Содержание бадделеитового концентрата: 10%.

Цена корунда – 48 000 руб. за 1 т.

Цена бадделеитового концентрата – 56 000 руб. за 1 т.

$N = 1000$  шт./мес. — объем партии

Объем изделия:

$$V = (3,14 * 100 * 5) + (3,14 * 56,25 * 20) - (3,14 * 0,0625 * 25) = 5098 \text{ мм}^3 = 5,1 \text{ см}^3$$

Плотность корунда: 3,8 г/см<sup>3</sup>

Плотность бадделеитового концентрата: 5,5 г/см<sup>3</sup>

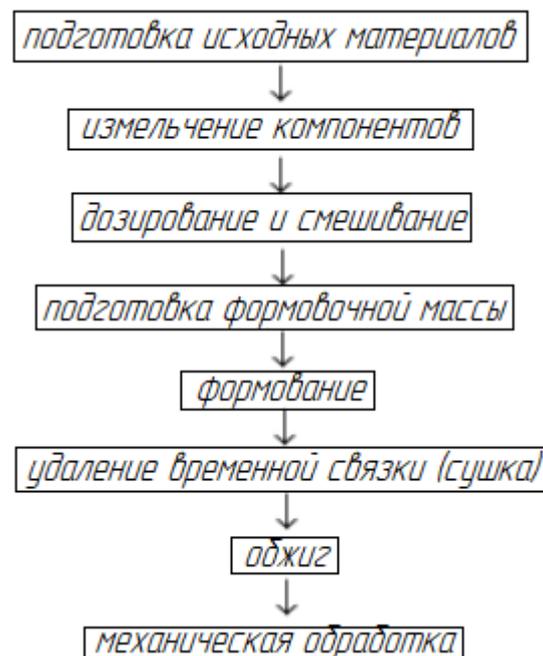
$$m = (0,9 * 3,8 + 0,1 * 5,5) * 5,1 = 20,25 \text{ г}$$

На всю партию потребуется:  $20,25 * 1000 = 20250 \text{ г} \approx 20,25 \text{ кг}$

Затраты на производство всей партии:

$$20,25 * (48 * 0,9 + 56 * 0,1) = 988,2 \text{ руб.}$$

### Технологическая схема производства изделий



### Пресс-оснастка и оборудование для формования изделий

Отливают керамические детали на литейных машинах разных конструкций, принцип действия которых одинаков. Литейные полуавтоматы (рис. 2) наиболее совершенны, они имеют два шликерных бака:

вспомогательный 11 и рабочий 16. В этих баках шликер подогревается глицерином 10, нагреваемым электрическими нагревателями 9, и перемешивается мешалками 3, приводимыми в действие электродвигателями 7. Баки соединены между собой специальным вакуум-проводом 4 и дросселирующим устройством 2, которое при охлаждении или нагревании может создавать шликерную пробку или устранять ее, тем самым разъединять и соединять баки для перекачки шликера из одного (вспомогательного) в другой (рабочий). Баки могут находиться под давлением сжатого воздуха или в них может создаваться разрежение (вакуум) с помощью механического вакуумного насоса 7, оборудованного ловушкой 6. Температура глицерина поддерживается автоматически системой терморегулирования с датчиками" 12. Рабочий бак имеет датчик 15 уровня шликера.

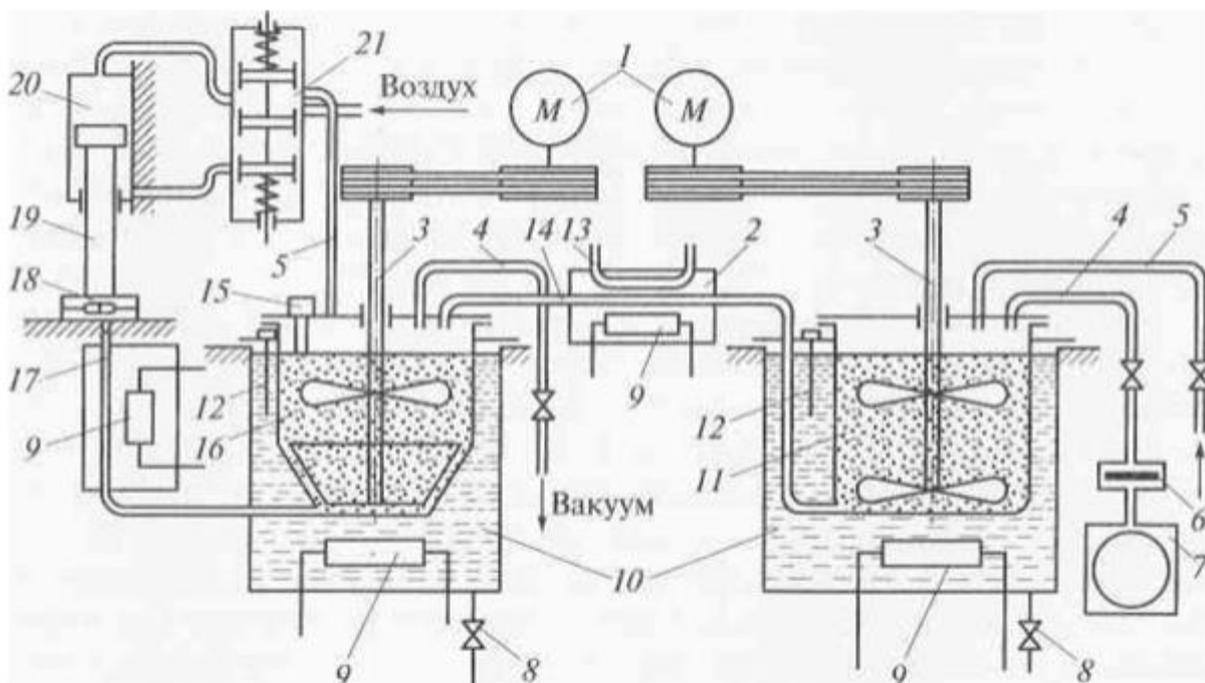


Рисунок 2. Схема литейного полуавтомата: 1 — электродвигатели; 2 — дросселирующее устройство; 3 — мешалка; 4 — вакуумпровод; 5 — трубопровод сжатого воздуха; 6 — ловушка; 7 — механический вакуумный насос; 8 — сливной вентиль; 9 — нагреватель; 10 — глицерин; 11, 16 — вспомогательный и рабочий шликерные баки; 12, 15 — датчики

температуры и уровня; 13 — водяной холодильник; 14 — трубопровод перекачки шликера; 17 — питатель; 18 — литейная форма; 19 — шток; 20 — цилиндр; 21 — распределительное устройство.

Литейную форму 18 устанавливают на стол полуавтомата заливочным отверстием вниз и при воздействии на соответствующие органы управления прижимают штоком 19 к столу. Через некоторый промежуток времени распределительным устройством 21 сжатый воздух подается в рабочий бак 16, и шликер под давлением воздуха по обогреваемому питателю 77 поступает в литейную форму. Реле времени автоматически отсчитывает время подачи шликера, по истечении которого воздух «сравливаются» в атмосферу, давление «снимается», и шток освобождает литейную форму от прижатия. Цикл от момента подачи воздуха для прижатия формы и до момента прекращения его подачи выполняется автоматически. По окончании цикла из литейной формы извлекают литник и отлитые детали, форму собирают, процесс литья повторяется.

### **Контроль качества изделия**

Контроль свойств исходного сырья осуществляется по ГОСТ 30558-98.

Химико-минералогические составы технического глинозема, выпускаемого промышленностью, регламентированы ГОСТ 6912-74. В зависимости от степени чистоты существует 11 марок глинозема, отличающихся различной степенью чистоты и минералогическим составом. Содержание оксида алюминия определяется как разность между 100%-ным и суммарным содержанием примесей должно быть не менее 98%.

В глиноземе всех марок не допускается наличие видимых невооруженным глазом посторонних включений, технологически не связанных с производством.

Необходимо получить высокую механическую прочность, твердость, повышенную износостойкость и стойкость к истиранию, мелкокристаллическую структуру, термическую стойкость.

## Список литературы

1. Неметаллические конструкционные материалы: учеб. пособие : [для вузов по направлению подгот. 150600 (651700) "Материаловедение, технологии материалов и покрытий"] / Бобович Б.Б. – 383 с., 2009.
2. Техническая керамика / Балкевич В.Л. – 254 с., 1984.
3. Влияние добавок наноразмерного ZrO<sub>2</sub> и технологических параметров процесса прессования на свойства композитов на основе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZrO<sub>2</sub> / О. Ю. Задорожная, О. В. Тиунова, А. А. Богаев, Т. А. Хабас, Ю. К. Непочатов, А. В. Шкодкин.