Министерство образования и науки

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Пермский Государственный Технический Университет

Кафедра порошкового материаловедения

Курсовой проект

Тема: **Разработка технологического процесса изготовления детали методом порошковой металлургии**

##### Выполнил: ст. гр. КПМ-07

##### Егоров А. Г.

##### Проверил: Оглезнева С.А.

**Содержание**

Введение

1. Выбор порошков и химического состава
2. Выбор, обоснование и описание технологической схемы
   1. Технологический процесс
      1. Подготовка порошков к смешиванию
      2. Смешивание
      3. Прессование
      4. Спекание
      5. Сульфидирование

2.1.6 Калибрование

1. Выбор оборудования
   1. Оборудование для просева
   2. Оборудование для сушки
   3. Оборудование для смешивания
   4. Оборудование для прессования
   5. Оборудование для спекания
   6. Оборудование для сульфидирования
   7. Оборудование для калибровки
2. Технический контроль производства

Заключение

Список используемой литературы

**Введение**

В последние десятилетия в нашей стране и за рубежом быстрое развитие получила новая отрасль науки и техники - порошковая металлургия. Успехи, достигнутые во многих отраслях новой техники, в значительной мере связаны с развитием порошковой металлургии.

Исследования в области разработки теоретических и технологических основ порошковой металлургии, проводившихся в 30-40х годах отдельными учёными, в настоящее время достигли высокого развития.

Металлические порошки и порошки металлических сплавов являются основным сырьём для производства изделий методом порошковой металлургии: конструкционных, антифрикционных, пористых, коррозионностойких, жаропрочных и др. Металлические порошки используют также для нанесения на поверхность деталей износостойких и коррозионностойких покрытий. Порошки служат сырьём в сварочной технологии.

Антифрикционные спечённые материалы используются для изготовления деталей узлов трения (подшипников скольжения, втулок, колец, шайб, подпятников и др.) различных машин и механизмов. Они применяются вместо дефицитных подшипниковых литых сплавов из цветных металлов, подшипников качения, антифрикционных сталей и чугунов. Применение спечённых антифрикционных материалов обуславливается рядом их преимуществ: экономия цветных металлов, снижение стоимости изготовления и уменьшение потерь металла в стружку; повышение производительности труда; высвобождение станочного парка, квалифицированных рабочих и производственных площадей. Введение в состав спечённых антифрикционных материалов различных веществ, играющих роль твёрдой смазки, присадок, повышающих прочностные свойства материала, а также во многих случаях наличие остаточных пор в материале, которые после спекания пропитываются смазочными жидкостями, увеличивают срок службы детали в 1,5-10 раз. В качестве присадок, играющих роль твёрдой смазки, обычно применяют графит, сульфиды, фторопласты, фториды и иногда оксиды.

Универсальность методов порошковой металлургии позволяет создавать сложные композиционные материалы, в которых введение соответствующих добавок позволяет достигать строго заданных свойств, необходимых для конкретных условий работы узла трения. Промышленность порошковой металлургии в основном изготавливает антифрикционные спечённые материалы на основе железа, меди и их сплавов.

**1 Выбор порошков и химического состава**

Выбор типа материала в каждом отдельном случае определяется конкретными условиями работы. Так, для изготавливаемой детали “упор”, которая должна отвечать следующим требованиям: материал антифрикционный, тяжелые условия работы; Р=10 МПа, V=5 м/с, Т=2500С, оптимальным вариантом будет антифрикционный материал на основе железа марки ПА-ЖГрДК (коэффициент трения 0,01-0,1)

Состав: железо - 95,5%, графит - 1%, медь - 3%, сера - 0,5%.

Исходными материалами для данного материала являются: порошок железа ПЖВ1.71.26 по ГОСТ 9849-86, порошок графита С-1 по ГОСТ 4404-78, порошок меди ПМС-1по ГОСТ 4960-75. Серу вводим с помощью операции сульфидирования.

Медь – пластичный металл, хорошо сопротивляется ударным нагрузкам, имеет высокую теплопроводность, электропроводность, вязкость. Графит коллоидальный - широкий температурный диапазон, высокая нагрузочная способность, химическая инертность, отсутствие загрязнений, большая долговечность.

**2. Выбор, обоснование и описание технологической схемы**

Технология изготовления спечённых антифрикционных изделий описывается следующей схемой, рисунок 1.

Порошок Fe

Порошок Cu

Порошок графита

Просев

Просев

Просев

Сушка: на воздухе, Т=100-1200С,1час

Дозировка компонентов

Контроль

Смешивание в 2 этапа:

1. Смешивание небольшого количества железа с графитом и медью(1 ч)
2. Смешивание получившейся смеси с остальным железом(2 часа)

Контроль

Прессование (Р=700 МПа)

Контроль

Контроль

Сульфидирующее спекание (Т=400-4500С, в защитной среде, 1 час)

Контроль

Пропитка серой (при Т=130-1400С, 45 мин)

Контроль

Спекание при Т=11500С, 1-1,5 часа, в среде диссоциированного аммиака(с углеродосодержащей засыпкой)

Контроль

Калибрование (Р=200 МПа)

Готовое изделие

Рис. 1 – Технологическая схема

По данной схеме изготавливаются материалы с пористостью 15-25%. С усложнением составов и повышением требований к эксплуатационным свойствам антифрикционных материалов усложняется и технология их изготовления. Увеличивается количество операций, изыскиваются новые технологические приёмы.

Для каждого типа деталей строится своя технология. Чем выше качество изделий, тем дороже технология. Поскольку изделие должно продаваться, то качество и стоимость является определяющим при ее разработке.

Данная схема для изготовления детали «упор» из материала ПА-ЖГрДК наиболее эффективна, т.к. обеспечивает деталь всеми необходимыми характеристиками.

**2.1 Технологический процесс**

**2.1.1 Подготовка порошков к смешиванию**

Порошки представляют собой совокупность частиц округлой и осколочной формы. Форма частиц и их размеры оказывают определенное влияние на их формуемость, спекаемость и определенный комплекс механических свойств порошковых изделий.

Мелкие порошки имеют низкую текучесть, большую насыпную плотность, хорошую формуемость, большую усадку при спекании, что приводит к изменению размеров. Как правило, мелкие порошки не являются технологичными. Крупные порошки имеют хорошую текучесть, низкую насыпную плотность, хорошо формуются, имеют малый коэффициент усадки при спекании. Однако крупные порошки обуславливают крупную пористость, которая резко снижает прочность изделий.

Оптимальным считают комбинацию крупных и мелких порошков, когда мелкие частицы занимают пространство между крупными. Крупные порошки являются наиболее чистыми. Таким образом, для приготовления шихты выбирают оптимальный размер частиц порошков, из которых будет приготавливаться шихта.

При подготовке порошков от композиции к операции формования готовят шихту путем смешивания различных порошков. Для некоторых порошков используют операцию просева.

* + - 1. Просев: обеспечивает получение фракций порошка, имеющих более узкие диапазоны размеров частиц по сравнению с исходным порошком. Это необходимо для получения заданной структуры и свойств материала изделия после формования и спекания. А так же для удаления мусора и посторонних включений в порошке. Просев порошков чаще всего осуществляют на виброситах ввиду простоты устройства.
      2. Сушка. Она предназначена для удаления избытка влаги в порошке. Порошок графита просушить в сушильном шкафу в течение часа, при температуре 100-1500 С.
      3. Перед подготовкой приготовления шихты порошки проходят предварительный контроль на соответствие сертификатам. ***Гранулометрический состав*** (ГОСТ 18318–73) является важнейшей характеристикой порошков и определяется ситовым или микроскопическим анализом. От него зависит насыпная плотность, текучесть, формуемость и активность при спекании. Используется комплект сит с сетками (0071-016) ГОСТ 3584–73, устанавливаемый на встряхивающее устройство.
      4. Исходные порошки взвешиваются на весах, согласно их процентному содержанию в шихте, для порошка железа- 95,5 %, для порошка графита-1 %, для порошка меди - 3 %.
    1. **Смешивание**

Операция смешивания порошков в общей технологической схеме изготовления изделия - одна из важнейших. Равномерность смешивания порошков оказывает важное влияние на качество готовой продукции. Конечной задачей смешивания является получение однородной смеси, т.е. такой, в которой частицы различных компонентов распределены вполне равномерно.

Идеально однородная смесь получается, когда состав любой порции отвечает заданному составу. Однородность состава увеличивается с увеличением продолжительности смешивания и зависит от характеристик порошков.

Композиции готовят путем перемешивания порошков в течение 3 часов. Существует определенный порядок смешивания: вначале перемешиваются легирующие добавки с небольшим количеством основного порошка (железа); после перемешивания в течение 1 часа добавляется основная масса порошка и перемешивание продолжается еще в течение 2 часов.

Для предотвращения ликвации или других компонентов смеси, отличающихся по плотности от основного металла, шихту увлажняют бензином (до 1,5 %) или маслом (до 0,5 %).

Качество смешивания контролируется химическим и микрохимическим анализом проб, а также по физическим и технологическим свойствам шихты (по насыпной плотности, текучести, уплотняемости, формуемости).

**2.1.3 Прессование**

Детали узлов трения, как и многие другие, прессуют на гидравлических или механических прессах в пресс - формах, изготовленных из закалённых легированных сталей или твёрдых сплавов. Сущность процесса: уменьшение начального объема порошка обжатием, тогда как при деформировании компактного материала его объем остается постоянным. Объем порошкового тела при прессовании изменяется в результате заполнения пустот между частицами за счет их смещения и пластической деформации. Величины давлений, применяемых при прессовании, зависят от прочности и пластичности прессуемого материала, наличия смазки, конструкции пресс - формы, требуемой конечной плотности и других факторов. Так для прессования детали «упор» требуется давление 700 МПа, оно обеспечивает необходимую плотность прессовки и пористость 15-25%.

Технология прессования: холодное прессование в закрытых пресс–формах, одностороннее, т.к. отношение d/H<1.

На полученных прессовках контролируем внешний вид, геометрию и плотность (по величине изделия и по высоте) (по ГОСТ 25281−82), методом взвешивания сформованных изделий. Необходимо выявить заготовки с браком. Брак при прессовании обычно невелик, не >2-3% от всего количества изготовляемых деталей данного наименования и может быть устранен.

* + 1. **Спекание**

Технологическая операция, заключающаяся в нагреве и выдержке порошковых формовок при температурах более низких, чем температура плавления основного компонента. (Температура спекания составляет 0,7 – 0,9 от абсолютной температуры плавления основного компонента). Спекание имеет основной целью увеличение их прочности. Упрощённо можно представить, что при спекании изменяется характер физической границы раздела частиц – межчастичные контактные поверхности – и за счёт увеличения подвижности атомов при нагреве на ней возникают металлические связи или она исчезает совсем. Из конгломерата частиц создаётся более или менее плотный и однородный материал. Одновременно с решением основной задачи при спекании могут происходить окислительно-восстановительные и диффузионные процессы.

Применение защитных атмосфер при спекании изделий, спрессованных из порошков, обусловлено необходимостью предохранения спекаемых материалов от окисления в процессе термической обработки, а также восстановления оксидных плёнок, имеющихся на поверхности частиц. Окисление при спекании крайне нежелательно, так как процесс уплотнения и упрочнения спекаемых брикетов тормозится и даже останавливается при образовании на поверхности частиц оксидных плёнок. Материал не окисляется в защитном газе, в котором парциальное давление кислорода меньше, чем упругость диссоциации оксидов спекаемого материала при температуре изотермической выдержки. Выбор защитной среды в значительной степени зависит от состава спекаемых изделий, типа печей, экономических факторов и т. п. Взаимодействие с атмосферой не должно приводить к образованию соединений, ухудшающих свойства спечённых тел. В качестве защитной атмосферы при спекании применяют водород, диссоциированный газ, конвертированный природный газ, инертные газы, азот, эндо- и экзотермические газы, а также вакуум.

Спекание ведем при температуре 1150**0**С с углеродосодержащей засыпкой в течение 1-1,5 часов, что обеспечивает формирование однородного твердого раствора.В качестве защитной атмосферы используем диссоциированный аммиак (75% водорода и 25% азота; он на 30-50% дешевле, является хорошим заменителем водорода). Структура, получаемая при спекании, следующая: перлит, графит (в виде твердой смазки), поры, допускается феррит до 40 %, отдельные включения цементита до 15 %. Спрессованные детали, поступающие на спекание, не должны иметь поверхностных дефектов. Между деталями и стенками графитового поддона должен быть гарантированный промежуток(1-2 мм).

При проведении спекания появляется не только брак, вызванный нарушением технологии, но и выявляется брак предыдущих операций смешивания и формования, поэтому необходим контроль на наличие брака (коробление деталей, обезуглероживание, вспучивание, корочка, налет, недопекание, пережог).

* + 1. **Сульфидирование**

Проводят с целью уменьшения коэффициента трения, повышения сопротивляемости антифрикционных материалов на основе железа к схватыванию, повышения их износостойкости и твердости. Этот процесс применительно к нашему материалу достаточно прост. Для этого серой пропитывают пористый спрессованный каркас в течении 45 мин при температуре 130 – 1400С. Затем детали нагревают в защитной среде до температуры 400 – 4500С в течение 60 мин, в результате чего образуются сульфиды железа.

* + 1. **Калибрование**

Калибровка используется для получения более высокого класса точности геометрических размеров детали. Проводят при давлении 0.2 – 0.3 от давления прессования исходной шихты. В данном случае – Рпр=700 МПа, следовательно, Рк =200 МПа.

Контролируется: размеры изделия, снимаются штангенциркулем, микрометром; внешний вид проверяется на отсутствие поверхностных дефектов (трещины, сколы, шероховатости рабочих поверхностей). По объему и массе прессовки рассчитывается ее плотность, прочность, пористость. При наличии отклонений от требуемых точных значений размеров, осуществляется наладка калибровочного автомата. Для проведения регулировочных операций устанавливается наладочный режим работы автомата.

**3 Выбор оборудования**

**3.1 Оборудование для просева**

Сито вращательно - вибрационное ВС 2 смонтировано на литой станине. При включении машины вращение от электродвигателя передаётся валу, на котором насажены дебалансы.

Регулируя угол раствора между дебалансом, можно увеличить или уменьшить частоту колебаний вибратора, покоящегося на резиновых трубках, смонтированных в станине. К вибратору приварена камера с сеткой и бункером.

Просеиваемый материал через крышку засыпают в бункер, из которого он поступает на сетку. Колебания последней таковы, что частицы совершают круговое вращение, охватывая всю площадь сетки. Просеянный порошок поступает в приёмную тару, установленную на тележке. Все детали сита, непосредственно контактирующие с порошком, выполнены из нержавеющей, кислотостойкой стали.

Техническая характеристика: производительность 250 кг/ч, мощность 7кВт, габариты 1,2/0,75/1,2 м.

3.2. Оборудование для сушки:

Для сушки порошка графита необходимо: температура сушки – 150, продолжительность сушки – 1 час, содержание графита в шихте – 1 %.



Подбираем оборудование: шкаф сушильный электрический лабораторный СНОЛ – 3,5.3,5.365/3м.

Характеристики печи: мощность – 2.2 кВт, рабочая температура – 50-350, производительность 2 кг/ч, габариты 665-560-660.



**3.3 Оборудование для смешивания**

Для смешивания принимаем смеситель двухконусный. Корпус представляет собой сварной сосуд из двух соединенных своими большими основаниями усеченных конусов, между которыми вварена цилиндрическая обечайка. Корпус вращается от электродвигателя с помощью зубчатой передачи через шестерню, посаженую на ось смесителя. Сверху и снизу к корпусу крепятся шиберные заслонки, закрывающие отверстия, через которые загружается и разгружается смеситель. При вращении корпуса смесителя смешиваемый материал, скользя по внутренним поверхностям, разъединяется и соединяется слоями, благодаря чему смешивание происходит быстрее. Смеситель обеспечивает высококачественное усреднение порошков и приготовление шихт различных составов.

Характеристики смесителя: производительность 1300 кг/ч, мощность 2,2 кВт, объем 3 м3, габаритные размеры 3,2/2,0/2,4 м.

**3.4 Оборудование для прессования**

Обеспечивает получение без дополнительных движений в инструменте равномерную упрессовку изделий с одним переходом поперечного сечения снаружи.

Размеры изделия ограничиваются усилием, насыпной высотой, максимальным размером детали в плане, а также коэффициентом прессования применяемого порошка.

Автомат выполняет следующие операции:

засыпка порошка из бункера в кассету питателя;

перенос порошка кассетой к матрице;

заполнение матрицы порошком;

выталкивание изделия из матрицы;

сталкивание спрессованного изделия на лоток

Для прессования порошковых изделий производится наладка пресса-автомата. Прежде всего, пресс-форма для прессования втулки помещается на прессующий блок пресс. Проводятся регулировочные операции, пробное прессование. При наличии отклонений от требуемых значений высоты и массы осуществляется подналадка пресса.

Выполнив несколько циклов прессования и получив стабильные результаты по размерам и массе прессовок в режиме «наладка», подключают кассету питатель, а пресс переключают на работу в автоматическом режиме.

Для выбора пресса, необходимо определить усилие прессования для данной детали, и затем усилие пресса с запасом мощности.

Необходимое усилие прессование для детали «втулка» рассчитывается по формуле: Р = q \* F,

Р – усилие прессование, тс

q **–** удельное усилие прессование, т/см2

F **–** Площадь детали «втулка», см2

Р = 7\*8,35 = 58,4 т.

Технические характеристики механического пресс-автомата КА-0628.

Номинальное усилие 63 т, усилие выталкивания 19 т, наибольшая высота засыпки 125 мм, число ходов в минуту 32, мощность 22 кВт, габаритные размеры 1,77/2,50/2,29 м, масса 9,50 т.

**3.5 Оборудование для спекания**

Для спекания принимаем электропечь сопротивления с рольганговым подом для спекания антифрикционных и конструкционных изделий СРЗ - 4×30×3/12.

Технические характеристики:

Производительность 60 кг/ч, максимальная температура 12000С, мощность 85 кВт, размеры раб. пространства 0,3×0,4×0,5 м, габариты 16×1,85×2,85 м, атмосфера – диссоциированный аммиак.

**3.6 Оборудование для сульфидирования**

Состоит из двух операций: пропитка серой и сульфидирующее спекание.

Для пропитки серой выбираем масляную ванну МВ – 30 для пропитки пористых изделий. Производительность 80 кг/ч, температура 1300С, мощность 2,7 кВт, габаритные размеры 0,5×0,6×0,7 м.

Для спекания принимаем печь ОКБ69А. Производительность 90 кг/ч, мощность 140 кВт, максимальная температура 12000С, размеры рабочего пространства 0,64×0,76×0,25 м.

**3.7 Оборудование для калибровки**

Для калибрования принимаем механический пресс-автомат КО – 424. Номинальное усилие 25 т, ход головки 150 мм, число ходов в минуту 32, усилие выталкивания 12 т, мощность 8,7 кВт, габаритные размеры 1,15×1,55×2,3 м.

**4. Технический контроль производства**

На каждом предприятии должен присутствовать отдел технологического контроля (ОТК), который следит за качеством продукции (сырья) на всех этапах производства и делает заключение о годности. Только после заключения специалиста ОТК деталь (сырьё) поступает на следующую операцию.

Цель технического контроля – проверка соответствия качества сырья, готовой продукции и основных полуфабрикатов ТУ или ГОСТам, предотвращение выпуска брака и своевременное устранение его причин.

1. Контроль внешнего вида заготовок (на наличие раковин, сколов, трещин и др.) производится визуально перед спеканием.
2. Контроль размеров заготовок производится калибрами и измерительными инструментами соответствующие квалитетам, указанным в чертежах, после операции прессование, калибрования.
3. Контроль плотности заготовок производится после операций прессования, спекания.
4. Контроль твердости заготовок определяется по ГОСТ 25698.
5. Контроль химического состава. Контроль химического состава производится анализом проб стружки, взятых из заготовки. Взятие проб производится по ГОСТ 7565.
6. Определение микроструктуры производится на травленных шлифах с помощью металлографического микроскопа.

**Заключение**

В данной работе рассмотрена технология получения изделия «упор» методом порошковой металлургии. Высокие антифрикционные свойства обеспечиваются составом пористого материала – железо-медь-графит. Необходимость создания пористой структуры и умеренно нагруженного состояния позволило применение технологии однократного прессования и спекания. Сульфидирование применено для повышения антифрикционных свойств и продления срока службы изделия.

Условия работы спеченной детали в режиме самосмазывания и ограниченной подачи смазки: допустимое давление до 12 МПа при скорости скольжения до 3 – 8 м/с при повышенных температурах (2500С).

**Список использованной литературы**

1. Роман О.В., Габриелов И.П. Справочник по порошковой металлургии: Порошки, материалы, процессы. Мн.: Беларусь, 1988.

2. Б.Н. Бабич, Е.В. Вершинина. Металлические порошки и порошковые материалы. М.: ЭКОМЕТ, 2005.

3. Оборудование предприятий порошковой металлургии. С.С.Кипарисов, О.В.Падалко. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1988г.

4. Г.А. Либенсон, В.С. Панов. Оборудование цехов порошковой металлургии. М.: Металлургия, 1983.