# Участок по изготовлению изделий из безвольфрамовых твердых сплавов на основе карбида титана

1. Введение

          Порошковая металлургия – относительно новая отрасль науки и техники, позволяющая решать задачи по созданию новых материалов и оборудования, соответствующих современным требованиям.

          Начало современно порошковой металлургии относится к первой четверти девятнадцатого века (1826г.), когда по поручению Российского монетного двора инженер П.Г.Соболевский разработал методику приготовления монет и изделий из платинового порошка.

          Основные направления развития порошковой металлургии связаны с преодолением затруднений в осуществлении процесса литья порошковых тугоплавких металлов, с возможностями производства металлокерамическим методом материалов и изделий со специфическими свойствами, не достижимыми другими технологическими способами, типа псевдосплавов (W + Cu , W + Ag), твердых сплавов на основе карбидов, пористых подшипников, фильтров и т.д.

          Методами порошковой металлургии (П.М.) можно изготавливать некоторые типы изделий из обычных материалов и с достижением обычных свойств, но с более высокими технико-экономическими показателями производства по сравнению с литьем. В частности, методы П.М. позволяют в ряде случаев существенно сократить расход металлов для производства тех или иных изделий.

          Порошковая металлургия получила за последнее время широкое развитие как в странах СНГ, так и в других странах, таких как США, Великобритания, Германия, Япония.

          Метод П.М. настолько широко и прочно вошел во все области науки и техники, что в настоящее время трудно даже перечислить все случаи его использования.

          Технологический процесс производства изделий методом П.М. состоит из следующих основных операций:

# получение металлического порошка или смеси порошков

прессование (формование)

спекание (термообработка)

окончательная обработка (доводка, калибровка, уплотняющее обжатие, термообработка)

          Естественно, что в производственной и исследовательской практике нередко встречаются отклонения от этих типичных элементов технологии.

Следует указать на высокую стоимость исходных порошков и прессинструмента, что делает производство экономически выгодным лишь в том случае, когда достаточно велик масштаб производства.

Одной из важных проблем современной порошковой металлургии является разработка современных методов производства высококачественных и дешевых металлических порошков. Для потребителей и производителей металла одним из наиболее трудных вопросов является устранение дефектов металла, связанных с процессом кристаллизации. Именно этот процесс порождает основную массу особенностей строения металлов и обуславливает развитие дефектов. При использовании методов П.М. в значительной степени устраняются те особенности кристаллизации, которые создаются при переходе из жидкой фазы в твердую, резко уменьшаются дефекты, связанные с кристаллическим строением.

Иногда изделиям с такими свойствами, как хорошая тугоплавкость, высока степень электроэрозионной устойчивости и прочности в условиях ударных нагрузок, необходимо придать очень сложную форму. Для этого применяют метод горячего литья термопластичных шликеров.

2. Технологический раздел

2.1 Обоснование ассортимента продукции в технических условиях на нее

Современные твердые сплавы довольно многочисленны и насчитывают более 100 различных марок. Спеченые твердые сплавы бывают вольфрамосодержащие и безвольфрамовые. Обратимся к безвольфрамовым твердым сплавам, в частности, к сплавам, состоящим из карбида титана и связующего из никель-молибденового сплава. Все чаще эту группу сплавов применяют в машиностроении, станкостроении, предприятиях пищевой промышленности.

Сплавы на основе карбида титана существенно превосходят по эксплуатационным свойствам сплавы на основе карбида вольфрама, благодаря мелкозернистой структуре, высокой стабильности карбида титана (Ti C) и отсутствию адгезионного схватывания с обрабатываемым материалом.

На проектируемом участке будут изготавливаться цельные твердосплавные режущие инструменты : фрезы, сверла, развертки, показанные на Рисунке 1.

2.3 Выбор и обоснование схемы технологического процесса

Для призводства изделий из безвольфрамовых твердых стплавов существует ряд технологий. В основном, технологии отличаются способами формования. В частности, для данного материала применимы такие способы формования:

1.         Прессование в пресс-формах;

2.         Горячее статическое прессование;

3.         Изостатическое горячее прессование;

4.         Горячее литье термопластичных шликеров.

Рассмотрим каждый из способов.

          Прессование в пресс-формах – наиболее распространенный способ в производстве твердых сплавов. Некоторые особенности обусловлены малой пластичностью смесей порошков и их высокой дисперсностью. Заготовки из смесей твердых сплавов из-за наличия в них непластичных частиц тугоплавких соединений не имеют достаточной прочности при той степени уплотнения, которой можно достигнуть без опасности вызвать появление расслойных трещин. Высокая дисперсность смесей также не позволяет применять высокие давления при прессовании из-за возникновения расслойных трещин. Поэтому в смеси твердых сплавов перед прессованием вводят пластифицирующие вещества. Давление прессования колеблется в пределах 50 – 150 Мпа в зависимости от качества и количества введенного в смесь пластификатора. При этом пористость заготовок составляем 50%, а линейная усадка при спекании – 20 %. Применение более высоких давлений часто ведет к растрескиванию заготовок при снятии давления или извлечении заготовок из пресс-форм. При формовании заготовки сложной формы очень трудно поучить равномерную плотность во всех ее частях вследствие неспособности смеси равномерно течь во всех направлениях под действием приложенного давления. Это приводит либо к разрушению менее плотной части заготовок, вследствие низкой механической прочности, либо к искажению формы всего изделия при спекании из-за неравномерной плотности.

          Метод получения изделий из порошков твердых сплавов прямым прессованием является наиболее производительным, поэтому для избежания затруднений, описанных выше, применяют разборные пресс-формы с фасонными профилями пуансонов и независимым их движением друг относительно друга. Разработке конструкций пресс-форм уделяют большое внимание в промышленности.

          И все же методом прессования в пресс-формах чаще всего получают изделия простой формы. Для изготовления более сложных изделий применяют другие методы.

       Горячее прессование осуществляется в пресс-формах, изготовленных из прочного и плотного графита. Нагревают пресс-формы прямым пропусканием тока через пуансоны, матрицу, индукционным способом или применяют косвенный нагрев с одно- или двухсторонним приложением давления на пуансоны. С целью предотвращения прилипания спекаемых изделий к рабочим частям графитовой пресс-формы, что влечет за собой необходимость разрушения пресс-формы после каждого спекания, внутренние стенки матрицы и поверхность пуансонов, прилегающих к прессуемому материалу, перед горячим прессованием покрывают специальными смазками, например суспензией  жирного чешуйчатого графита в глицерине.

       При горячем прессовании значительно сокращается длительность нагрева, выдержки и охлаждения.

       Процессы спекания при обычном методе раздельного прессования и спекания длятся 1 – 2ч, в то время как при горячем прессовании длятся всего 3 – 10 мин.

       Горячее прессование применяется для изготовления крупногабаритных твердосплавных изделий высокой плотности (крупных матриц для волочения, матриц пресс-форм для прессования твердых сплавов, матриц вырубных, вытяжных штампов, опорных плит и т.д.).

       Для изготовления же мелких деталей сложной формы следует выбрать другую технологическую схему.

Метод изостатического горячего прессования для изготовления изделий из твердых сплавов на основе карбида титана применяется для улучшения эксплуатационных характеристик сплавов за счет уменьшения остаточной пористости.

          Для обеспечения эффекта всестороннего сжатия при прессовании предварительно спрессованных заготовок с открытой пористостью или порошковой шихты применяют оболочки из стали, тугоплавких металлов или кварцевого стекла. Заполняют оболочки порошком, применяют виброуплотнение, после чего оболочки вакуумируют и герметизируют. Подготовленные таким образом оболочки с прессуемым твердым сплавом загружают в камеру газостата. Затем в камеру под давлением 30 Мпа закачивают инертный газ (Ar, Нe), нагревают оболочку до температуры 1320 – 1350 0С. Вследствие расширения сжатого газа при нагревании его давление повышается до 100 – 300 Мпа, которое, согласно закону Паскаля, передается во всех направлениях оболочки с одинаковой силой, прямо пропорциональной величине ее поверхности. Длительность выдержки под давлением в процессе ИГП составляет 1 – 4 ч, в зависимости от размеров получаемых заготовок.

          Методом ИГП из твердых сплавов получают крупногабаритные заготовки с минимальной пористостью. Этот метод имеет много общего с методом горячего прессования, и, также как и он не подходит для изготовления изделий сложной формы и небольших размеров.

          Шликерное литье является перспективным методом изготовления твердосплавных изделий. В качестве пластификатора применяют парафин с добавкой ПАВ (пчелиный воск, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая кислота, церезин), которые добавляют в количестве 3 – 6%. Перед замешиванием смесей парафин расплавляют, подогревают до 85 – 90 0С и вводят в него ПАВ.

Для приготовления твердосплавной смеси с пластификатором ее компоненты смешивают в термостатированной пропеллерной мешалке при температуре 85 – 90 0С в течение 4 – 6 ч. В процессе замешивания смесей не исключена возможность образования воздушных пузырьков, которые могут обусловить повышенную пористость порошковых изделий. Это нежелательное явление легко предупреждается вакуумированием замешенной смеси непосредственно в термостатированной мешалке в процессе замешивания или в вакуумном электрическом шкафу при нагреве смеси до 85 – 90 0С в течение 1 – 2 ч (остаточное давление 60 – 70 Па).

Далее смесь заливают в термостатированный литейный аппарат, в котором поддерживают температуру 65 – 70 0С. С помощью сжатого воздуха или инертного газа (0,3 – 0,6 Мпа) смесь нагнетают в полость подогретой до 20 25 0С стальной разъемной пресс-формы, прижатой в момент формования к верхней плите аппарата пневматическим, гидравлическим или механическим прижимом. После снятия нагрузки пресс-форму разбирают и извлекают из нее формованное изделие.

Преимущество горячего литья термопласитчных шликеров состоит в том, что плотность по объему отливки (независимо от ее формы) получается равномерной, вследствие чего отсутствуют искажения геометрической формы изделий при спекании.

Метод горячего литья термопластичных шликеров неприменим для изготовления крупногабаритных деталей, зато он широко используется при производстве твердосплавных  изделий сложной формы с большим соотношением длины к поперечному сечению (прутки и трубки любой формы, спирали различного типа, фасонные изделия типа фрез, сверла, развертки, мелкие изделия с тонкими отверстиями диаметром 20 – 100 мкм, специальные фасонные резцы, фигурные пуансоны вырубных штампов, электроды для контактной сварки и т.д.).

Для изготовления сверл, разверток, фасонных резцов наиболее подходящим является метод горячего литья термопластичных шликеров. Рассмотрим данную технологическую схему по операциям.

2.3 Дозирование

Цель операции дозирования состоит в том, чтобы соблюдать наиболее оптимальное соотношение компонентов в шихте и при изготовлении конечного продукта.

На данной операции используется дозатор-автомат. В процессе дозирования мы получаем наиболее оптимальное количество заданных материалов для продолжения технологического процесса.

Автоматизация процесса дозирования позволяет уменьшать потери дорогостоящего сырья, сократить время операции, а также позволяет уменьшить количество обслуживающего персонала и себестоимость продукции.

2.4 Смешивание

В процессе смешивания происходит измельчение частиц порошков. Цель операции - приготовление смесей порошков с цементирующим металлом.

Наиболее изменяется зернистость составляющих твердого сплава в первый период размола. Применяемый для мокрого размола твердых сплавов спирт не вступает в химическое взаимодействие с размалываемым материалом. Максимальная эффективность размола достигается при введении 220 – 400мм спирта на 1кг смеси в зависимости от насыпной плотности.

Эффективность размола также повышается с увеличением соотношения шары – смесь, обычно это составляет 2,5 – 3,5, время 48 часов.

На данной операции применяется шаровая мельница для мокрого размола смесей твердых сплавов.

2.5 Дистилляция

Цель данной операции состоит в том, чтобы удалить спирт из твердосплавной смеси.

На данной операции применяется аппарат для выпаривания спирта. При температуре до 200 0С происходит испарение спирта из твердосплавной смеси, при этом не происходит химического взаимодействия с материалом и, вследствие низкой температуры кипения легко удаляется в течение 4 – 6 часов.

2.6 Просев

Просев порошка, поступающего с предыдущей операции, представляет собой технологическую операцию разделения порошков на фракции. Также на этой операции отделяются от основного материала всевозможные примеси и включения, попавшие в него во время смешивания. Основную массу материала составляют зерна величиной 0,5мкм.

На данной операции применяется стационарное вибрационное сито с обечайкой, укрепленной на пружинах-амортизаторах. Вибрация обечайки в горизонтальной плоскости с помощью дебалансного устройства.

2.7 Замешивание

Цель этой операции – приготовление смеси порошков, пригодных для последующего процесса формования. От условий выполнения этой операции в значительной степени зависят свойства конечного продукта – готового сплава.

Порошки твердой тугоплавкой составляющей (Ti C – 79%), характеризуются весьма малой пластичностью. Поэтому перед прессованием в смесь, содержащую TiC – 79%, Ni – 17%, Mo – 4%, вводят пластифицирующее вещества, которые улучают прессуемость смеси, уменьшают трение между прессовкой и стенками пресс-формы, придают заготовкам некоторую дополнительную прочность за счет клеящей способности пластификатора. В данном случае в качестве пластификатора применяется парафин с добавкой поверхностно-активных веществ (ПАВ). В качестве ПАВ используют пчелиный воск, олеиновую, стеариновую кислоты, церезин, которые добавляют к парафину в количестве 3 – 6%.

Перед замешиванием смесей парафин расплавляют, подогревают до 85 – 90 0С и вводят в него ПАВ. Затем пластификатор интенсивно перемешивают в термостатированной пропеллерной мешалке в течение 0,5 – 0,75 ч, при этом ПАВ равномерно распределяется по всему объему пластификатора. Чем выше содержание связующего материала в смеси и ее дисперсность, тем больше содержание пластификатора.

Компоненты твердосплавной смеси смешивают с пластификатором в термостатированном одноярусном шнековом смесителе при температуре 85 – 90 0С в течение 4 – 6 часов. Данное оборудование обеспечивает наиболее полное перемешивание смеси с пластификатором и необходимую производительность, сочетая это с минимальным количеством потерь сырья, со сравнительно небольшой затратой энергии. Результаты смешивания контролируют либо по физико-технологическим свойствам шихты, любо химическим анализом проб. На практике контролируют часть технологических характеристик смеси и проводят химический анализ проб из нее.

2.8 Формование

Цель данной операции - получение заданных размеров, формы и плотности изделия.

Смесь, приготовленную на предварительной операции, заливают в термостатированный литейный аппарат, в котором поддерживают температуру 70 – 90 0С. С помощью сжатого воздуха, давлением 0,3 – 0,6 МПа, смесь нагнетают в полость нагретой до 25 0С стальной разъемной пресс-формы, прижатой в момент формования гидравлическим прижимом. Чтобы усадка не изменяла форму полученной заготовки, давление на шликер не снижают до тех пор, пока не произойдет его полное затвердевание. Хорошая текучесть, низкая теплопроводность и малая скорость затвердевания  помогают получать качественные изделия. После снятия нагрузки пресс-форму разбирают и извлекают из нее сформованное изделие.

Из оборудования для данной операции используют литьевую машину марки ЛМ 80. Эта модель относится к горизонтальным автоматическим машинам с гидроприводом. Она состоит из узлов и частей:

-           станины с основанием;

-           узла нагнетания массы;

-           узла затвора формы;

-           гидропривода с управлением;

-           коммуникаций охлаждения;

-           системы управления.

Электросхема литьевой машины предусматривает три режима работы:

-           автоматический;

-           полуавтоматический;

-           наладочный.

В формовании изделий используют первые два режима, но наиболее оптимальный – это автоматический. Этот режим обеспечивает минимальные потери , сокращает время операции, а, следовательно, и снижает себестоимость продукции, а также позволяет сократить количество обслуживающего персонала.

В наладочном режиме проводится установка пресс-формы.

2.9 Отгонка пластификатора

После отливки изделия перед окончательным спеканием заготовки подвергают частичному удалению из них связующего. Удаление связки осуществляется путем медленного нагрева заготовок в адсорбентах, которые активно поглощают расплавленную связку. При повышении температуры удаление связки происходит поэтапно – сначала плавится связка, затем испаряются легкие фракции, происходит пиролиз тяжелых углеводородов и выгорание углеродистого остатка.

Рациональным режимом удаления связующего из отливок, полученных из тонкодисперсных порошков тугоплавких соединений предусматривается нагрев изделия от 20 до 600 0С в течение 8 часов. Скорость нагрева составляет 30 – 35 0С/ч, но при этом необходимо делать промежуточные изотермические выдержки при 50 – 55 0С в течение 2 ч, при 160 – 170 0Св течение 3 – 4 ч. При более высоких скоростях нагрева как в этом случае процесс удаления связующего интенсифицируется настолько, что возможно нарушение сплошности изделия. В зависимости от формы изделия, его габаритов и свойств исходного порошка режимы отгонки пластификатора могут изменяться.

После удаления связующего из изделия они приобретают прочность, достаточную для дальнейшей их обработки.

Вследствие повышенной способности тонких порошков к окислению процесс необходимо проводить в защитной среде, в качестве которой чаще всего используется водород, который также способствует удалению связующего за счет его гидрогенизации. На данной операции из оборудования применяется муфельная печь для сушки смесей твердых сплавов. Целесообразность применения данного оборудования объясняется необходимой производительностью, с минимальной затратой энергии, экономичным расходом сырья.

2.10 Окончательное спекание

Спекание, основной целью которого является уплотнение и упрочнение спрессованных заготовок, превращение их в компактные изделия с необходимыми физико-механическими свойствами.

Для формирования оптимальной структуры безвольфрамовых твердых сплавов необходимо осуществить выбор металлического связующего, обеспечивающего хорошее стягивание части карбида титана, отсутствие значительной растворимости твердой фазы в связке, отсутствие третьих фаз при спекании и т.д. При спекании твердых сплавов на основе карбида титана с никель-молибденовым связующим, которое можно рассматривать как сплав никеля с молибденом, содержащий некоторое количество титана и углерода вследствие растворимости этих элементов в никеле. Как молибден, так и Мо2С, образуются за счет избытка углерода в исходной шихте, растворяются в значительных количествах в карбиде титана с образованием твердого раствора и поэтому, кроме цементирующей фазы, молибден входит в состав карбидной фазы, снижает краевой угол смачивания карбида титана до нуля, что способствует образоанию мелкозернистой структуры сплавов TiC-Ni-Mo.

На данной операции применяют толкательную вакуумную электропечь непрерывного действия СТВ-5٠23٠1,5/16Г. Установлено, что чем больше в сплаве связующего металла, выше дисперсность тугоплавкого составляющего и ниже содержание карбида титана, тем ниже температура спекания. Для данного процесса электропечь обеспечивает необходимую температуру спекания 1450 0С и время спекания 1,5 – 2 часа, и глубину вакуума порядка 10-1 Па.

2.11 Механическая обработка

Цель данной операции состоит в том, чтобы деталь приобрела необходимые размеры и конфигурацию, как того требует заказчик, а также товарный вид. Для выполнения механической обработки, на участке применяются три станка: дла токарно-винторезных и один шлифовальный.

На токарно-винторезных станках выполняют такие работы: обтачивают наружные цилиндрические, конические и фасонные поверхности, подрезают торцы деталей, растачивают внутренние цилиндрические поверхности, ведут обработку отверстия сверлами, развертками.

На шлифовальных станках обрабатывают детали с помощью абразивных инструментов.

2.12 Расчет и составление баланса материалов

          Годовая производительность цеха по производству безвольфрамовых твердых сплавов на основе карбида титана составляет 45т. Производство осуществляется по технологической схеме, изображенной на рис.1.4.

Потери при каждой операции составляют (а – возвратные потери, в – безвозвратные)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| а | 0 | 0,3 | 0,2 | 0 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 0 | 0 |
| в | 0,05 | 0,16 | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,12 | 0,05 | 1,0 |

2.12.1 Определение прямого пооперационного извлечения

на первой операции               η1 = 100 - (0+0,05) = 99,95%

на второй операции               η2 = 100 - (0,3+0,16) = 99,55%

на третьей операции              η3 = 100 - (0,2+0,13) = 99,67%

на четвертой операции          η4 = 100 – (0+0,15) = 99,85%

на пятой операции                 η5 = 100 – (0,4+0,14) = 99,46%

на шестой операции               η6 = 100 – (0,5+0,17) = 99,33%

на седьмой операции             η7 = 100 – (1,0+0,12) = 98,88%

на восьмой операции             η8 = 100 – (0+0,05) = 99,95%

на девятой операции              η9 = 100 – (0+1) = 99,00%

2.12.2 Определение полного извлечения по отношению к исходному материалу на каждой операции:

                                      η1η2…..ηn

φn =



                                       100n-1

На операции дозирования полное извлечение:

φ1 = η1 = 99.95%

На операции смешивания полное извлечение:

          φ1 η2                     99.95\*99.55

φ2 =                      =                                    = 99.50%



100                                    100

На операции дистилляции полное извлечение:

99.50\*99.67

φ3 =                                = 99.17%



               100

На операции просев полное извлечение:

          99.17\*99.67

φ4 =                                = 99.02%



               100

На операции замешивания полное извлечение:

          99.02\*99.46

φ5 =                                = 98.49%



               100

На операции формование полное извлечение:

          98.49\*99.33

φ6 =                                = 97.83%



                100

На операции отгонка пластификатора полное извлечение:

          97,83\*98,88

φ7 =                                = 96,73%



                100

На операции спекание полное извлечение:

          96,73\*99,95

φ8 =                                = 96,68%



               100

На операции механическая обработка полное извлечение:

          96,68\*99

φ9 =                      = 95,72%



             100

Извлечение из последней операции является общим извлечением.

2.12.3 Определение потерь по отношению к исходному материалу по каждой операции

                             φn-1

βn(αn) = bn (an)



                             100

1.           На операции дозирования потери по отношению к исходному материалу:

α1 = 0 - возвратные                          β1 = 0,05% - безвозвратные

2.       На операции смешивания потери по отношению к исходному материалу:

          0,3\*99,95

 α 2 =                     = 0,299% - возвр.                   β2 = 0,149% - безвозвр.



              100

3.   На операции дистилляции потери по отношению к исходному материалу:

α 3 = 0,199% - возвратные               β3 = 0,129% - безвозвратные

4.   На операции просев потери по отношению к исходному материалу:

α 4 = 0         - возвратные                          β4 = 0,148% - безвозвратные

5.   На операции замешивание потери по отношению к исходному материалу:

α 5 = 0,396% - возвратные               β5 = 0,138% - безвозвратные

6.   На операции формование потери по отношению к исходному материалу:

α 6 = 0,492% - возвратные               β6 = 0,167% - безвозвратные

7.   На операции отгонка пластификатора потери по отношению к исходному материалу:

α 7 = 0,978% - возвратные               β7 = 0,117% - безвозвратные

8.   На операции спекание потери по отношению к исходному материалу:

α 8 = 0         - возвратные                β8 =0,048% - безвозвратные

9.   На операции механическая обработка потери по отношению к исходному материалу:

α 9 = 0         - возвратные                β9 =0,966% - безвозвратные

2.12.4 Определение суточной производительности и количества сырья, необходимого в первый день

          45000                                                            80\*100

А=                        =180 кг                А0 =                      = 188,05 кг



250                                                                     95,72

2.12.5 Определение абсолютных потерь

                   A0αn (βn)

gna (gnb) =



                     100

1. На операции дозирование абсолютные потери составят:

возвратные:                                                         безвозвратные:

                                                          188.05\*0.05

g1a = 0                                      g1b =                               =0.94%



                                                                   100

2.           На операции смешивания абсолютные потери составят:

возвратные:                                                         безвозвратные:

              188.05\*0.299

g2a =                               = 0.564%             g2b = 0.282%



                   100

3. На операции дистилляция абсолютные потери составят:

возвратные:                                                         безвозвратные:

g3a = 0.374%                                                        g3b = 0.243%

4.       На операции просев абсолютные потери составят:

возвратные:                                               безвозвратные:

 g4a = 0                                                        g4b = 0.279%

5.         На операции замешивание абсолютные потери составят:

Возвратные:                                              безвозвратные:

g5a = 0.745%                                               g5b = 0.261%

6.         На операции формование абсолютные потери составят:

возвратные:                                               безвозвратные:

g6a = 0.926%                                               g6b = 0.315%

7.       На операции отгонка пластификатора абсолютные потери составят:

возвратные:                                               безвозвратные:

g7a = 1.839%                                               g7b = 0.221%

8.   На операции спекание абсолютные потери составят:

возвратные:                                               безвозвратные:

g8a = 0                                                         g8b = 0.090%

9.   На операции механическая обработка абсолютные потери составят:

возвратные:                                               безвозвратные:

g9a = 0                                                         g9b = 1.818%

Рассчитываем сумму возвратных потерь:

Σgna = g1a + g2a + … + gna =

= 0.564+0.374+0.745+0.926+1.839= 4.449 кг

Определяем количество материала, которое необходимо вводить ежедневно в голову процесса:

В = А0 - Σgna = 188,05 – 4,449 = 183,60 кг

С операции дозирования на смешивание поступает материал в количестве с учетом безвозвратных потерь:

183,60 – 0,094 = 183,506 кг

На эту же операцию поступают возвратные потери, поэтому общее количество материала на смешивание составляет:

183,506 + 0,564 = 184,07 кг

С операции смешивания на дистилляцию поступает материал в количестве:

184,07 –(0,564+0,282) = 183,22 кг

С учетом возвратных потерь количество материала на дистилляцию составляет:

183,22 + 0,374 = 183,60 кг

На операцию просев поступает материал с учетом всех потерь на предыдущей операции:

183,60-(0,374+0,243) = 182,982 кг

С операции просев на замешивание материал поступает в количестве:

182,982 – 0,279 = 182,702 кг

С учетом возвратных потерь количество материала на замешивание составляет:

182,702 + 0,745 = 183,447 кг

На операцию формование материал поступает в количестве:

183,447 – (0,745 + 0,261) = 182,442 кг

С учетом возвратных потерь количество материала на формование составляет:

182,442 + 0,926 = 183,368 кг

На отгонку пластификатора материал поступает в количестве:

183,368 – (0,926+0,315) = 182,127 кг

С учетом возвратных потерь количество материала на отгонку пластификатора составляет:

182,127 + 1,839 = 183,966 кг

На спекания материала поступает:

183,966 – (1,839 + 0,220) = 181,906

На механическую обработку материала поступает:

181,906 – 0,091 = 181,815 кг

2.13 Выбор и расчет количества оборудования

Из оборудования для дозирования выбираем дозатор-автомат, производительностью до 25 кг\ч, установленная мощность 0,25 кВт, ориентировочная стоимость 340 руб.

Для операции смешивания выбираем шаровую мельницу для мокрого размола смесей твердых сплавов производительностью до 30 кг\ч, объем рабочего пространства 0,18 м3, установленная мощность 2,8 кВт, габаритные размеры 0,7х1,03х1,4 м, ориентировочная стоимость 2,2 тыс.руб.

Для операции дистилляции выбираем аппарат для выпаривания спирта из твердосплавной смеси производительностью до 50 кг\ч, потребляемой мощностью 1,6кВт, размеры рабочего пространства 0,6х0,95 м, ориентировочной стоимостью 960 руб.

Для операции просева выбираем стационарное вибрационное сито с обечайкой, прекрепленной на пружинах-амортизаторах. Вибрация обечайки в горизонтальной плоскости с помощью дебалансного устройства, производительность 300 кг\ч, диаметр обечайки 0,05м, установленная мощность 1,6 кВт, габаритные размеры 0,8х0,8х1,2 м, ориентировочная стоимость 350 руб.

Для операции замешивания выбираем шнековый цилиндрический одноярусный смеситель для замешивания порошков тугоплавких соединений и их смесей с металлами на пластификаторе. Производительность до 25 кг\ч, объем рабочего пространства 13 л, установленная мощность 0,6 кВт, габаритные размеры 1,15х1,2х0,5 м , ориентировочная стоимость 350 руб.

Для операции формования выбираем литьевую машину марки ЛМ80, производительностью до 20 кг-ч, установленная мощность 6,5 кВт, габаритные размеры 2,95х1,2х1,28 м, ориентировочная стоимость 16400 руб.

Для операции отгонки пластификатора (в среде водорода) и спекания (в вакууме) применяют толкательную вакуумную электропечь непрерывного действия СТВ-5٠23٠1,5/16Г с камерой удаления пластификатора производительностью до 25 кг/ч, потребляемой мощностью 5,5 кВт, размерами рабочего пространства 0,5х3,2х0,15 м, габаритными размерами 4,5х1,1х1,8 м, вакуум 10-1 Па, ориентировочная стоимость 30 тыс. руб.

Для процесса механической обработки выбираем токарно-винторезный станок с мощностью 10 кВт и шлифовальный станок с мощностью 8 кВт

Расчетное число единиц оборудования определяют по формуле:

                G

n =



                pτ

где G – масса перерабатываемого материала, кг

р – производительность агрегата, кг/ч

τ – число часов работы в сутки.

2.13.1         Расчетное число единиц оборудования на операции дозирование:

Потребное количество ед.об.:

           183,60

 n1 =                  =       0,997 ≈        1                                    р ≈ 23 кг\ч



            23\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.2         Расчетное число единиц оборудования на операции смешивание:

Потребное количество ед.об.:

           184,07

 n2 =                  =       0,958 ≈        1                           р ≈ 24 кг\ч



            24\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.3         Расчетное число единиц оборудования на операции дистилляции:

Потребное количество ед.об.:

           183,60

 n3 =                  =       0,51   ≈        1                           р ≈ 45 кг\ч



            45\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.4         Расчетное число единиц оборудования на операции просев:

Потребное количество ед.об.:

           182,98

 n4 =                  =       0,076 ≈        1                           р ≈ 300 кг\ч



            300\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.5         Расчетное число единиц оборудования на операции замешивание:

Потребное количество ед.об.:

           183,45

 n5 =                  =       0,92   ≈        1                           р ≈ 25 кг\ч



            25\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.6         Расчетное число единиц оборудования на операции формование:

Потребное количество ед.об.:

           183,37

 n6 =                  =       0,72   ≈        1                           р ≈ 16 кг\ч



            16\*16

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.7         Расчетное число единиц оборудования на операции отгонка пластификатора:

Потребное количество ед.об.:

           183,97

 n7 =                  =       0,33            1                 р ≈ 24 кг\ч



            24\*24

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.8         Расчетное число единиц оборудования на операции спекание:

Потребное количество ед.об.:

           181,91

 n8 =                  =       0,32   ≈        1                           р ≈ 24 кг\ч



            24\*24

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                1

nф = n + 1 = 1+1 = 2                      Кз =            =   0,5



                                                                2

2.13.9         Расчетное число единиц оборудования на операции механическая обработка:

Потребное количество ед.об.:

           181,82

 n9 =                  =       2,07   ≈        3                           р ≈ 11 кг\ч



            11\*8

принятое число ед.об.:                 Коэффициент загрузки:

                                                                3

nф = n + 1 = 3+1 = 4                      Кз =            =   0,75



                                                                4

2.14 Контроль качества продукции

Цель этой операции состоит в контроле механических и физико-химических свойств, но в основном контролируются механические свойства. Для контроля свойств используется лаборатория для определения сопротивления на растяжение, сжатие и изгиб, а также твердость.

σ раст. = 120 МПа,       σсжат. = 3000 МПа,                   σизг. = 1000 МПа

γ = 5,5 г/см3, твердость HRA = 89,5

Производится также контроль сырья, полуфабрикатов, готовой продукции – технологический.

Технологический контроль служит для определения составов соответствующих материалов, ох основных физических характеристик и технологических свойств и обеспечивает соблюдения всех режимов, оптимальных для получения материалов требуемых составов и характеристик.

3. Специальный раздел

Литьевая машина ЛМ 80 относится к горизонтальным автоматическим машинам с гидроприводом. Машина состоит из узлов и частей:

-           станины с основанием;

-           узла нагнетания массы;

-           узла затвора формы;

-           гидропривод с управлением;

-           коммуникации охлаждения;

-           система управления

Станина. В правой части машины на станине укреплен узел нагнетания массы, внизу, внутри станины расположены гидравлические коммуникации и принадлежности гидропривода. В левой части агрегата на станине установлен электрошкаф, а внутри станины – узел затвора формы. В основе расположен масляный бак с водяным охлаждением.

Узел нагнетания массы состоит из гидравлического цилиндра, внутри которого под давлением рабочей жидкости плунжер имеет возвратно-поступательное перемещение и передает движение через шток поршню. Над узлом расположен бункер и дозированное приспособление. Через отверстие в дне бункера материал попадает в полость дозировочной камеры. Величина отверстия меняется с помощью задвижки. В дозировочной камере поршень при поступательном движении захватывает очередную дозу материала и проталкивает ее через рукав в приемную камеру. Дозирующий поршень получает движение от муфты материального поршня через рычаг и тягу. Величина дозы регламентируется ходом дозирующего поршня: чем дальше проходит поршень вперед, тем больше материала он проталкивает в приемную камеру. Ход поршня изменяется с помощью тяг и гайки и тем самым изменяется количество подаваемого материала. Для предотвращения свободного попадания шликера из дозирующей камеры, последняя закрыта шторкой, открывающей проход материалу только при движении поршня вперед. С левой стороны узла укреплен обогревательный цилиндр. Передвижения узла при настройке осуществляется специальным щитом и фиксируется болтами и специальными стяжками.

Узел затвора формы приводится в движение гидравлическим цилиндром с плунжером, качающимся на оси при ходе ползуна вперед и назад.

Гидропривод состоит из сдвоенного лопастного насоса, производительностью Q = 18 л\мин, гидробака, системы коммуникаций, и системы управления приводом. Сдвоенный насос приводится в действие электродвигателем мощностью 4,5 кВт, насос Q= 5л\мин - электродвигателем мощностью 1 кВт. Насос Q= 18 л\мин обеспечивает давление до 50 кг\см2, Q = 70л\мин обеспечивает давление до 25 кг\см2, Q = 5 л\мин – до 50 кг\см2.

Форвакуумный насос обеспечивает вакуум величиной 10-1 Па, в загрузочном бункере обладает мощностью 1 кВт.

Электросхема предусматривает три режима работы:

1.         автоматический;

2.         полуавтоматический;

3.         наладочный.

Автоматический – основной режим работы. Он имеет 6 фаз работы:

1.         смыкание пресс-формы;

2.         поршень захватывает часть материала и проталкивает ее в обогревательный цилиндр;

3.         выдержка под давлением

4.         охлаждение

5.         раскрытие пресс-формы

6.         выдержка временем перед новым циклом.

Установка пресс-формы проводится в наладочном режиме. Установку начинают с закрепления в подвижном ползуне левой части формы, на которую затем помещается правая часть пресс-формы. Щитки опускают, включают гидропривод и нажимают кнопку «смыкание пресс-формы», закрывается пресс-форма. Щитки поднимают и регулируют длины тяг, полностью сжимающих пресс-форму. Положение тяг фиксируют чайками, правую часть формы закрепляют в неподвижном ползуне. Форму расширяют движением подвижного ползуна в исходном положении, устанавливают потребную длину винта упора толкателей. Форму закрывают, устанавливают винт упора. Проверяют действие толкателей, если необходимо, производится регулировка. Затем при закрытой пресс-форме подводят узел нагнетания и совмещают мундштук с заготовочной втулкой формы; узел закрепляется.

3.1 Расчет гидропривода смыкания пресс-формы.

Порядок расчета:

3.1.1   Определение полного усилия (номинальной мощности)

π(D2 – d2)

Площадь прессования F =                             =       44,4 см2



                                                     4

Необходимое усилие смыкания пресс-формы: Р=рF=1,5\*44,4 = 66,6 т

Где р - удельное давление в пресс-форме (г/см2) на материал

Номинальная мощность: Рном = 1,5 Р = 1,5\*66,6 = 100 т

3.1.2   Расчет рабочего цилиндра

40\*Рном                 40\*100

Наружный диаметр плунжера: Dн = √                    = √



                                                              π р                        3,14\*50

р – давление рабочей жидкости, р = 50 кг\см2

Dн  = 5,04 ≈ 5 см

Внутренний диаметр рабочего цилиндра: Dвн = Dн.п. + 2 = 5 + 2 = 7см

Наружный диаметр рабочего цилиндра:

                        σр

Dн = Dвн√                            , σр = 700 кг/см2



                 σр – 1,73р

                        700

Dн = 7√                              =       8,66 ≈ 8см



              700 – 1,73\*100

                                                              8 - 7

Толщина стенки цилиндра:        δ =                        =       0,5 см



                                                                 2

                                                     Н

Диаметр трубопровода: d = Dн√



                                                     Vτ

Н – рабочий ход плунжера, см           Н = 0,89 м = 89 см

V – скорость подачи рабочей жидкости, см3\сек

V≈ 5 л\мин=83,3см3\сек

τ – время опускания плунжера, сек     τ = 21 сек

              89

 d = 5√                      =       1,12 см



              83,3\*21

3.1.3   Определение расхода рабочей жидкости.

Площадь поперечного сечения плунжера:

              π Dн2           3.14\*52

S =                   =                           =       19.63



4                           4

Q = S l n;

l – ход плунжера, см

n = число ходов плунжера в час              n = 30

Q = 19,63\*89\*30 = 52425,02 см3/час = 52,42 л/час.

4.         Строительный раздел

Участок по производству безвольфрамовых твердых сплавов в архитектурно-конструкторском отношении представляет собой здание в один этаж с помещениями, которые разделяются по своей роли в технологическом процессе на производственные и вспомогательные (ОТК, склад, вентиляционная камера).

Размеры цеха принимаем:

     дина – 24200 мм

     ширина – 18000 мм

Исходя из размеров агрегатов каждой технологической операции, рассчитываем производственные помещения. Ширина транспортного проезда 3 м.

Размеры агрегатов с операций дозирования и замешивания позволяют совместить их в одном помещении. Его площадь будет 6\*7,5 = 45 м2

     Площадь помещения для процесса формования составляет:

7,1\*7,5 = 53,25 м2

     Для спекания и отгонки пластификатора площадь помещения:

9\*7,5 = 67,5 м2

     Для механической обработки площадь помещения:

6,5\*7,5 = 48,75 м2

     Для вспомогательного помещения, в частности контроля качества продукции площадь оставляет:

4,7\*7,5 = 35,25 м2

     Для склада площадь помещения равна:

2,1\*7,5 = 15,75 м2

     Ширина пролетов цеха равна 6 м.

5.         Техника безопасности

Охрана труда персонала цеха и повышение производительности труда требуют неукоснительного соблюдения правил техники безопасности.

5.1 Рабочее место должно иметь достаточно места для размещения оборудования, приспособлений, быть хорошо освещенным, иметь, где это необходимо, вентиляцию.

5.2 На вращающихся частях станков должны стоять предохранительные щетки, а также на движущихся частях.

5.3 Погрузочно-разгрузочные работы с повышенной опасностью проводятся под руководством должностного лица.

5.4 Допускаются к работе лишь лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.5 Перед началом работы проверять заземление машин и агрегатов.

5.6 Баллоны с кислородом до 100 литров должны находиться на расстоянии более 1 метра от радиаторов отопления и от печей более 10 м.

5.7 При работе с легковоспламеняющимися веществами, газами предотвращать появление открытого огня и обеспечивать максимальную изоляцию человека от непосредственного контакта с ним.

5.8 Персонал, работающий на операциях дозирования и замешивания должен использовать респираторы, халаты и головные уборы согласно ГОСТ.

5.9 В каждом помещении должны быть наружные средства пожаротушения.

6.         Энергетическая часть

Расход электроэнергии определяют по формуле:

Э = М Ф0 η к1 к2

М – установленная мощность оборудования, кВт

Ф0 – годовой фонд времени работы оборудования, ч

η – коэффициент загруженности оборудования

к1 – коэффициент одновременности работы; для печей = 0,6, для двигателей = 0,3

к2 – коэффициент использования мощности, принимаем 0,7

Э1 = 0,25\*2016\*0,5\*0,3\*0,7 = 52,92 кВт

Э2 = 2,8\*2016\*0,5\*0,3\*0,7 = 592,70 кВт

Э3 = 1,6\*2016\*0,5\*0,6\*0,7 = 677,38 кВт

Э4 = 1,6\*2016\*0,5\*0,3\*0,7 = 338,69 кВТ

Э5 = 0,6\*2016\*0,5\*0,3\*0,7 = 127,01 кВт

Э6 = 6,5\*4032\*0,5\*0,6\*0,7 = 5503,68 кВт

Э7 = 15\*6048\*0,67\*0,6\*0,7 = 25528,61 кВт

Э8 = 5,5\*6048\*0,5\*0,6\*0,7 = 6985,44 кВт

Э9 = 18\*2016\*0,75\*0,3\*0,7 = 5715,36 кВт

Годовой расход электроэнергии 45521,79 кВт

Расход электроэнергии на освещение рассчитывают по формуле:

                        Sgτf

Q =



                        1000

где S – освещаемая площадь, м2

g – поверхностная плотность теплового потока, Вт\м2

τ – число часов горения в году

f – коэффициент одновременного горения

Расчет электроэнергии на освещение на операции дозирования:

              45\*10\*2016\*0,7

Q1 =                                              =       635,04 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции смешивания

              45\*15\*2016\*0,7

Q2 =                                              =       952,56 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции дистилляции:

              45\*15\*2016\*0,8

Q3 =                                              =       1088,64кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции просев:

              45\*15\*2016\*0,7

Q4 =                                              =       952,56 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции замешивание:

              45\*15\*2016\*0,7

Q5 =                                              =       952,56 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции формование:

              53,25\*15\*4032\*0,7

Q6 =                                              =       2254,392 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции отгонка пластификатора:

              67,5\*15\*6048\*0,8

Q7=                                               =       4898,88 кВт



                        1000

Расчет электроэнергии на освещение на операции спекание:

              48,75\*15\*2016\*0,7

Q8=                                               =       1031,94 кВт



                        1000

7.         Организационный раздел

Расчет численности производственных рабочих

Баланс рабочего времени                                                 Таблица10

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование затрат времени** | **Дни** |
| 1. Количество календарных дней в году | 365 |
| 2. Вто числе нерабочих дней: |  |
| праздники | 8 |
| Выходные дни | 98 |
| Время, необходимое для планово-предупредит.ремонтов | 8 |
| Очередной отпуск | 24 |
| болезни | 5 |
| Отпуск в связи с родами | 1 |
| Выполнение государственных обязанностей | 0,5 |
| Отпуск с разрешения администрации | 1,5 |
|  |  |
| **Итого нерабочих дней** | **146** |
|  |  |
| 3. Количество рабочих дней | 219 |
| 4.Количество дней работы предприятия | 252 |

На основании баланса рабочего времени определяем коэффициент списочного состава рабочих:

252

К =                  =       1,15



219

Расчет показателей производительности труда:

45000

     =       2045,45 кг – годовой объем одного работника



22

8.2 Определение себестоимости единицы продукции

Затраты, входящие в состав себестоимости, подразделяются на основные и накладные. К основным относятся: основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, стоимость основных и вспомогательных материалов, затраты на энергию для технологических целей, амортизационные отчисления на содержание зданий и оборудования. К накладным относятся расходы, связанные с обслуживанием и управлением производственными процессом, а также прочие цеховые и общезаводские расходы.

Ti C                                                     Ni  ,  Mo

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Дозирование



# Смешивание                          этанол



(мокрый размол)



Графитовые                                          Дистиляция

пресс-формы



Обмзка пресс-форм                                   Просев

графито-глицериновой



пастой



    Сушка                                             Сборка пресс-форм



Горячее прессование изделия

(t = 1300 – 1500 0C, P = 7 – 30 МПА)



Контроль свойств: σизг,МПа,   σсж,, МПа, твердость HRA, П %



Механическая обработка



Контроль размеров

Готовое изделие



Рисунок 1.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Ti C                                                                 Ni  ,  Mo

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Дозирование



# Смешивание

(мокрый размол)



# Просев



# Сушка



                                                                                                пластификатор

Замешивание



                                                                                                    ПАВ



Формование



Отгонка пластификатора и предварительное спекание



Сборка контейнера



Вакуумирование,

Герметизация



Изостатическое горячее прессование изделия



Разборка контейнера



Контроль свойств: σизг,МПа,   σсж,, МПа, твердость HRA, П %



# Механическая обработка



Контроль размеров



Готовое изделие

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Рисунок 1.4  ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Ti C                                                                 Ni  ,  Mo

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Дозирование



## Смешивание

(мокрый размол)



Дистилляция



Просев



Замешивание,                        р-р СН в бензине, 5%



Сушка



Просев



Прессование изделия



Сушка изделия



## Н2                        Предварительное спекание



t = 800 – 1000 0С, τ = 2 – 3 ч



вакуум 1х10-3 – 1х10-4                 Окончательное спекание



Т = 1410 – 1500 0С



Контроль свойств: σизг,МПа,   σсж,, МПа, твердость HRA, П %



## Механическая обработка



Контроль размеров



Готовое изделие



Рисунок 1.2   ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СЕХМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ТИТАНА МЕТОДОМ ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ

а          Ti C                                                                 Ni  ,  Mo          в

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# 0                                     Дозирование                                               0,05



## 0,3                                   Смешивание                      этанол             0,15



(мокрый размол)



0,2                                  Дистилляция                                              0,13



0                                         Просев                                                     0,15



0,4                                  Замешивание,         Парафин+ПАВ(3,5–5%) 0,14

       Вакуумирование                        (олеиновая, стеариновая к-та,



церезин, пчелиный воск)



0,5                                  Формование                                               0,17



1,0                        Отгонка пластификатора                                                0,12

и предварительное спекание



вакуум            0                            Окончательное спекание                                   0,05

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Контроль свойств: σизг,МПа,   σсж,, МПа, твердость HRA, П %



## 0                              Механическая обработка                                 1,0



0                                  Контроль размеров                                       0



Готовое изделие



Рисунок 1.6         ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СЕХМА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ТИТАНА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ЛИТЬЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ШЛИКЕРОВ

Литература

1.   Сквозная программа производственной практики студентов по специальности 0414 «Порошковая металлургия и напыленные покрытия». – Киев: КПИ, 1983. – 62 с.

2.   СТП КПИ 2.001-73. Стандарт предприятия. Курсовые проекты (требования к оформлению документации). – Киев: КПИ, 1984. – 198 с.

3.   Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник (И.М.Федорченко, И.Н.Францевич, И.Д.Радомысельский и др.; Отв.ред.И.М.Фкдорченко.) –К.: Наукова думка, 1985. – 624 с.

4.   Долников И.Е,, Стародубов К.Ф., Спасов А.А. Основы проектирования термического цеха. – К.: Вища школа., 1986. – 215с.

5.   Степанчук А.Н., Билык И.И., Бойка П.А. Технология порошковой металлургии. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1989. – 415с.

6.   Наумов В.Ф., Наумова Г.З. Производство изделий из пластических масс литьем под давлением. – Л.: Госхимиздат, 1965. 203с

7.   Грибовский П.О. Горячее литье керамиеческих изделий. – М.: Госэнергоиздат, 1956. 175 с

8.   Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по курсу «Оборудование и проектирование цехов порошковой металлургии» для студентов специальности 1110 «Порошковая металлургия и напыленные покрытия»/сост. А.Н.Степанчук, П.А. Бойко, И.И.Билык. – Киев: КПИ, 1987. – 84с.

Оглавление

1.         Введение                                                                            3

2.         Технологический раздел

2.1       Выбор и обоснование ассортимента продукции                  5

в технических условиях на нее.                                             7

2.2       Обоснование и выбор основных и вспомогательных материалов

2.3       Выбор и обоснование схемы технологического процесса                                                                      8

2.4       Пооперационная технологическая схема.

Дозирование                                                               18

2.5       Пооперационная технологическая схема

Смешивание                                                                18

2.6       Пооперационная технологическая схема

Просев                                                                         19

2.7       Пооперационная технологическая схема

Замешивание                                                               20

2.8       Пооперационная технологическая схема

Формование                                                                21

2.9       Пооперационная технологическая схема

Отгонка пластификатора                                            23

2.10    Пооперационная технологическая схема

Окончательное спекание                                            24

2.11    Пооперационная технологическая схема

Механическая обработка                                           25

          2.12   Расчет и составление баланса материалов                          30

          2.13   Выбор и количество оборудования                                    41

          2.14   Контроль качества продукции                                   49

3        Специальный раздел                                                            50

4        Строительный раздел                                                          54

5.       Техника безопасности                                                          55

6.       Энергетическая часть                                                           56

7.       Организационный раздел                                                    59

8.       Экономический раздел                                                        62

9.       Список литературы                                                              69