ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

(EACC)

EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION

(EASC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ

17359-

(проект, первая редакция)

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Термины и определения

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия

Минск

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации

Предисловие

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены».

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН государственным научным учреждением «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа»

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от №)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

4 ВВЕДЕН ВЗАМЕН ГОСТ 17359-82

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации и в каталоге «Межгосударственные стандарты».

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным органам по стандартизации этих государств.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Основные положения 2
4 Порошки 2
4.1 Общие понятия 2
4.2 Виды порошков 3
4.3 Процессы получения и обработки порошков 4
4.4 Форма частиц порошка 5
4.5 Свойства порошков, методы и результаты исследований, оборудование для испытаний 5
5 Процессы получения порошковых изделий 7
5.1 Общие понятия 7
5.2 Прессование 7
5.3 Спекание 12
5.4 Дополнительные операции 14
6 Порошковые материалы 15
7 Свойства порошковых материалов 17
8 Порошковые изделия 20
Алфавитный указатель терминов на русском языке 21
Алфавитный указатель терминов на английском языке 24

Введение

Установленные настоящим стандартом термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий в области порошковой металлургии. В стандарте приведены алфавитные указатели содержащихся в нем терминов на русском языке и их иностранных эквивалентов.

В стандарте приведены иноязычные эквиваленты для стандартизованных терминов на английском языке.

При введении настоящего стандарта в странах, указанных в предисловии, в него могут быть включены национальные информационные данные с эквивалентами стандартизованных терминов на государственных языках этих стран.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Термины и определения

Powder metallurgy

Terms and definitions

Дата введения – ____-__-__

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения понятий в области порошковой металлургии.

Термины, установленные стандартом, обязательны для применения во всех видах нормативной документации, в справочной и учебно-методической литературе по порошковой металлургии, а также в работах по стандартизации или в случае использования результатов этих работ, включая программные средства для компьютерных систем.

Требования действующего стандарта используют в работе предприятий, организаций, технических комитетов стандартизации, научно-технических и инженерных объединений, министерств (ведомств).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 23.224 Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей

ГОСТ 25.502 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость

ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1778 Металлопродукция из сталей и сплавов. Металлографические методы определения неметаллических включений

ГОСТ 2999 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 5640 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского

ГОСТ 9012 (ИСО 410-82,ИСО 6506-81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

ГОСТ 9013 (ИСО 6508-86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

ГОСТ 9450 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников

ГОСТ 12119.1 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Методы измерения магнитной индукции и коэрцитивной силы в аппарате Эпштейна и на кольцевых образцах в постоянном магнитном поле

ГОСТ 18227 (ИСО 2740-86) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Образцы для испытания на растяжение

ГОСТ 18318 Порошки металлические. Определение размера частиц сухим просеиванием

ГОСТ 18898 (ИСО 2738-87) Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости

ГОСТ 19440 Порошки металлические. Определение насыпной плотности. Часть 1. Метод с использованием воронки. Часть 2. Метод волюмометра Скотта

Проект, первая редакция

ГОСТ 20899 (ИСО 4490-78) Порошки металлические. Определение текучести с помощью калиброванной воронки (прибора Холла)

ГОСТ 24903 Порошковые изделия. Метод определения масла

ГОСТ 25279 (ИСО 3953-85) Порошки металлические. Определение плотности после утряски

ГОСТ 25280 (ИСО 3927-77) Порошки металлические. Метод определения уплотняемости

ГОСТ 25282 (ИСО 3995-85) Порошки металлические. Метод определения прочности прессовок

ГОСТ 25283 (ИСО 4022-87) Материалы спеченные проницаемые. Определение проницаемости жидкостей

ГОСТ 25698 (ИСО 4498-1-90) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Определение кажущейся твердости материалов в основном с равномерной твердостью по сечению

ГОСТ 26528 (ИСО 5754-78) Материалы металлические спеченные, исключая твердые сплавы. Метод испытания на ударный изгиб

ГОСТ 26529 Материалы порошковые. Метод испытания на радиальное сжатие

ГОСТ 26614 Материалы антифрикционные порошковые. Метод определения триботехнических свойств

ГОСТ 26849 (ИСО 4003-77) Материалы порошковые. Метод определения величины пор

ГОСТ 27640 Материалы конструкционные и смазочные. Методы экспериментальной оценки коэффициента трения

ГОСТ 32764 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения средней плотности и пористости

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет. Если на стандарт дана недатированная ссылка, то следует использовать стандарт, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого стандарта. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Основные положения

3.1 **порошковая металлургия** (powder metallurgy): Область науки и техники, охватывающая производство металлических порошков, а также изделий из них или их смесей с неметаллическими порошками.

4 Порошки

4.1 Общие понятия

4.1.1 **порошок** (powder): Совокупность частиц металла, сплава, керамики, неметаллов, неорганических или органических соединений, обладающих сыпучестью.

4.1.2 **частица** (powder particle): Дискретная единица порошковой массы, имеющая различные: форму, зависящую от способа получения, размер (от наноразмера до десятков миллиметров), свойства.

П р и м е ч а н и е – Формы частиц: сферическая, каплевидная, разветвленная, дендритная, игольчатая, осколочная, чешуйчатая, хлопьевидная, призматическая со сглаженными гранями и др.

4.1.3 **гранулят** (feedstock): Термопластичный композиционный материал в виде гранул, высоконаполненный металлическим или керамическим порошком, полученный путем смешивания порошка со связующим в процессе гранулирования.

4.1.4 **волокно** (fiber): Армирующий элемент или структурный компонент, представляющий собой тонкие металлические (проволоку, усы или волокна) или неметаллические (керамические, углеродные, стеклянные) нити, используемые для создания композиционных материалов, повышения прочности изделий, а также изготовления пористых фильтрующих материалов, характеризующиеся высоким отношением длины к диаметру (L/D > 100).

4.1.5 **дискретное волокно** (discrete fiber): Армирующий элемент в виде коротких отрезков (мерных отрезков непрерывных волокон), которые вводятся в металлическую порошковую матрицу для создания композиционных материалов с заданными свойствами.

П р и м е ч а н и е – В отличие от непрерывных волокон, дискретные волокна имеют ограниченную длину и используются для повышения прочности, жаропрочности или создания пористых структур.

4.1.6 **агломерат** (agglomerate): Образование из некоторого количества соединенных частиц одного состава, не распадающихся при манипуляциях с ними.

4.1.7 **конгломерат** (conglomerate): Совокупность механически соединенных частиц различного размера, состава и формы, связанных между собой силами различной природы.

4.1.8 **лигатура** (alloy): Порошковый материал из двух и более компонентов, предназначенный для введения в основной материал и отличающийся от него по составу, позволяющий получить более однородную структуру и более высокие свойства.

4.1.9 **контроль порошка** (powder control): Операция, оценивающая свойства порошка на соответствие стандартов или технических условий.

4.2 Виды порошков

4.2.1 **распыленный порошок** (atomized powder): Порошок, полученный диспергированием расплавленного металла или сплава в капли, отвердевающие в отдельные частицы.

П р и м е ч а н и е – Средством распыления могут быть сжатые газ, воздух, вода или механическое устройство.

4.2.2 **карбонильный порошок** (carbonyl powder): Металлический порошок, полученный диссоциацией карбонильных соединений металлов.

4.2.3 **измельченный порошок** (milling powder): Порошок, полученный механической дезинтеграцией металла или неметалла в твердой фазе.

4.2.4 **электролитический порошок** (electrolytic powder): Порошок металла или тугоплавкого соединения, полученный электролитическим осаждением из растворов или расплавов солей.

4.2.5 **химически осажденный порошок** (precipitated powder): Порошок, полученный осаждением из растворов солей металлов.

4.2.6 **восстановленный порошок** (reduced powder): Порошок, полученный восстановлением химических соединений металлов или руды.

4.2.7 **губчатый порошок** (sponge powder): Пористый восстановленный порошок, полученный измельчением металлической высокопористой губки.

4.2.8 **легированный порошок** (alloyed powder): Порошок, каждая частица которого включает в себя два или несколько элементов, частично или полностью взаимодействующих в процессе плавления или диффузии.

4.2.9 **гомогенно-легированный порошок** (completely alloyed powder): Металлический порошок, каждая отдельная микрочастица которого представляет собой химически однородный сплав.

4.2.10 **предварительно легированный порошок** (pre-alloyed powder): Гомогенно-легированный порошок, обычно изготавливаемый распылением расплава.

4.2.11 **частично легированный порошок** (partially alloyed powder): Легированный порошок, частицы которого не достигли гомогенно-легированного состояния.

4.2.12 **диффузионно-легированный порошок** (diffusion-alloyed powder): Частично или гомогенно-легированный порошок, полученный в результате диффузии, имплантации или интеркаляции легирующих элементов.

4.2.13 **механо-легированный порошок** (mechanically alloyed powder): Порошок, изготовленный в условиях механо-химического взаимодействия исходных компонентов.

4.2.14 **композиционный порошок** (composite powder): Порошок, частицы которого состоят из двух и более химически разнородных компонентов и (или) фаз, разделенных четко выраженной границей.

4.2.15 **плакированный порошок** (coated powder): Порошок, частицы которого имеют слой покрытия из металла или сплава другого химического состава.

4.2.16 **закаленный порошок** (rapidly solidified powder): Порошок, закаленный из жидкого или твердого состояния для получения модифицированной или метастабильной структуры.

4.2.17 **ультразвукогазораспыленный порошок** (ultrasonically gas-atomized powder): Порошок, полученный методом распыления газом, при реализации которого к газовой форсунке прикладывают ультразвуковые колебания.

4.2.18 **пластифицированный порошок** (binder powder): Порошок, смешанный с веществом, обеспечивающим повышение его прессуемости и формуемости.

4.2.19 **аморфный порошок** (amorphous powder): Мелкодисперсный порошковый материал, частицы которого не имеют строгой кристаллической структуры, полученный при сверхбыстрой (до 109 К/с) закалкой из расплава.

4.2.20 **абразивный порошок** (abrasive powder): Порошки, обладающие высокой твердостью, как правило, керамический (карбидные, оксидные), применяемые для магнитоабразивной обработки или изготовления шлифовального инструмента.

4.3 Процессы получения и обработки порошков

4.3.1 **распыление** (atomizing): Превращение расплавленного металла или сплава в мелкие твердые частицы (порошок) в процессе воздействия на струю расплава потока газа, воздуха или воды. Основной метод производства порошков для порошковой металлургии, используемый для получения высококачественных частиц, преимущественно сферической формы.

4.3.2 **газовое распыление** (gas atomizing): Процесс, при котором расплав распыляется потоком инертного газа (азот, аргон), что позволяет получать сферические частицы и минимизировать окисление.

4.3.3 **распыление водой** (water atomizing): Процесс, при котором расплав измельчается струей воды под высоким давлением.

4.3.4 **центробежное распыление** (centrifugal atomizing): Процесс, при котором расплав падает на вращающийся диск (или стакан), где центробежная сила разбрасывает его в виде капель, затвердевающих в порошок.

4.3.5 **восстановление** (reduction): Процесс, при котором оксиды, хлориды и другие соединения металлов (руда, окалина) восстанавливаются газообразными (водород, конвертированный газ) или твердыми (углерод, щелочные металлы, гидриды) восстановителями при температурах ниже точки плавления.

4.3.6 **электролитическое восстановление** (electrolytic reduction): Процесс, при котором из растворов или расплавов солей электролизом на катоде получают порошки металлов или сплавов высокой чистоты.

4.3.7 **измельчение** (milling)**:** Процесс разделения твердых тел на отдельные сравнительно мелкие частицы при истирании, раздавливании, раскалывании в специальных устройствах (мельницах) для получения порошков.

4.3.8 **химическое осаждение (золь-гель метод)** (precipitated powder (sol-gel method): Процесс, при котором путем осаждения из растворов получают наноразмерные порошки керамики высокой чистоты.

4.3.9 **механохимический синтез** (mechanochemical synthesis): Процесс, в котором при измельчении исходных порошков происходит инициирование химических реакций образования новых фаз.

4.3.10 **самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС)** (self-propagating high-temperature synthesis): Экзотермический химический процесс типа горения, в котором тепловыделение локализовано в узком слое и передается от слоя к слою путём теплопередачи в автоволновом режиме в смесях порошков и приводящий к образованию конденсированных продуктов, материалов и изделий.

4.3.11 **механическое легирование** (mechanical alloying): Метод синтеза различных равновесных и неравновесных сплавов из смешанных элементарных или предварительно легированных порошков, включающий многократную холодную сварку, деформацию, разрушение и повторную сварку смешанных порошковых частиц в высокоэнергетической мельнице.

4.3.12 **грануляция** (granulation): Получение крупных порошков в виде гранул (обычно образуется при увлажнении порошка раствором связующего с последующей сушкой и просевом через крупное сито).

4.3.13 **ультразвуковое газовое распыление** (ultrasonic gas-atomizing): Процесс распыления, при котором к газовой форсунке прикладывается ультразвуковая вибрация.

4.3.14 **реакционный размол** (reaction milling): Процесс механического легирования, при котором между металлом и легирующими добавками осуществляется зернограничная диффузия.

4.4 Форма частиц порошка

4.4.1 **форма частицы порошка** (powder particle shape): Параметр, определяющий технологические свойства порошка.

Примечание – Исследуется с помощью оптического или электронного микроскопа, определяется методом получения порошка: сферическая или округлая, или каплевидная – распыление, осаждение из газовой фазы; губчатая – восстановление; дендритная – электролиз; осколочная – измельчение хрупких материалов; чешуйчатая или тарельчатая – измельчение пластичных материалов; волокнистая или лепестковая – осаждение из газовой фазы; правильно ограненная – осаждение из газовой фазы, кристаллизация из раствора.

4.4.2 **игольчатая** (acicular): Форма иглы.

4.4.3 **угловая** (angular): Остроугольная или грубая полиэдрическая форма.

4.4.4 **дендритная** (dendritic): Древовидная форма.

4.4.5 **волокновая** (fibrous): Форма прямых или изогнутых нитей (волокон).

4.4.6 **пластинчатая** (flaky): Форма чешуек или пластинок.

4.4.7 **зернистая** (granular): Практически равноосная, но неправильной формы.

4.4.8 **сферическая** (spheroidal): Округлая форма.

4.5 Свойства порошков, методы и результаты исследований, оборудование для испытаний

4.5.1 **химические свойства** (chemical properties): Свойства, определяющие химический состав, пирофорность и токсичность порошков.

4.5.2 **состав порошка** (powder composition): Содержания основного вещества, примесей и газов в массовых долях.

4.5.3 **пирофорность** (pyrophoricity): Способность порошка к самовозгоранию при соприкосновении с воздухом.

4.5.4 **физико-механические свойства** (physical and mechanical properties): Свойства, определяющие форму частиц, твердость, прочность, пластичность, вязкость, выносливость.

4.5.5 **технологические свойства** (technology properties): Определяют поведение порошков при производстве изделий из них.

4.5.6 **гранулометрический состав** (particle size distribution): Количественное содержание массы частиц в определенных фракциях по отношению к общему количеству, определяемое, в зависимости от крупности различными видами анализа.

Примечания

1 Определяется по ГОСТ 18318.

2 Виды анализа: ситовый, микроскопический и др.

4.5.7 **удельная поверхность** (specific surface area): Сумма наружных поверхностей всех частиц, имеющихся в единице его объема или массы.

4.5.8 **текучесть** (flowability): Способность порошка течь и заполнять формующую полость под действием собственного веса без изменения формы и размеров частиц, определяемая скоростью истечения порошка через калиброванное отверстие.

Примечание – Определяется по ГОСТ 20899.

4.5.9 **пикнометрическая плотность** (pycnometric density): плотность вещества, определенная взвешиванием вещества точно известного объема.

Примечание – пикнометрическая плотность имеет большое значение для практики порошковой металлургии, поскольку ее величина используется в технологических расчетах.

4.5.10 **насыпная плотность** (bulk density): Отношение массы порошка к его объёму, включая объём пустого пространства между частицами, зависящее как от плотности частиц, так и от их пространственного расположения в слое порошка.

Примечание – Определяется по ГОСТ 19440.

4.5.11 **плотность утряски** (tap density): Масса на единицу объема подвергнутого вибрации порошка, соответствующая максимально достижимой плотности без приложения давления.

Примечание – Определяется по ГОСТ 25279.

4.5.12 **прессуемость (уплотняемость)** (compressibility (compactability): Способность порошка под воздействием заданного давления образовывать прессовку заданной формы и деформироваться до заданной плотности.

4.5.13 **коэффициент сжатия** (fill factor): Отношение высоты порошка в заполненной матрице одноосного прессования к высоте формовки, измеренной после выталкивания из матрицы.

4.5.14 **время истечения** (flow time): Время, необходимое для протекания определенного количества порошка через стандартное отверстие при заданных условиях.

Примечание – Определяется по ГОСТ 20899.

4.5.15 **сегрегация** (segregation, demixing): Нежелательное разделение компонентов порошковой смеси.

Примечание – В однородной порошковой массе может возникнуть размерная сегрегация – образование зон, в которых доминируют частицы большего или меньшего размера.

4.5.16 **классификация** (classification): Разделение порошка на фракции по размеру частиц.

4.5.17 **размер частицы** (particle size): Линейный размер отдельной частицы, соответствующий диаметру эквивалентной сферы и определенный ситовым анализом или любым другим используемым для этой цели методом.

4.5.18 **сепарация** (elutriation): Разделение частиц порошка по размерам в процессе их движения в воздушной или жидкой среде.

4.5.19 **гранулометрическая фракция** (cut): Группа частиц, размер которых находится в номинально установленных пределах.

4.5.20 **ситовый анализ** (sieve analysis, screen analysis, screen classification): Установление гранулометрического состава порошка просеиванием через набор сит (см. 4.5.22).

Примечание – Определяется по ГОСТ 18318.

4.5.21 **седиментация** (sedimentation): Осаждение частиц, распределенных в жидкости под действием силы тяжести или центробежной силы.

4.5.22 **набор сит** (sieve set): Набор калиброванных немагнитных проволочных сит.

4.5.23 **флюориметр** (flowmeter): Прибор, состоящий из стандартной воронки и цилиндрического стакана, для определения насыпной плотности и времени текучести по ГОСТ 25279 (для плотности), ГОСТ 20899 (для текучести).

4.5.24 **арочный эффект** (bridging): Образование относительно больших пустот в порошковой массе.

5 Процессы получения порошковых изделий

5.1 Общие понятия

5.1.1 **шихта** (press-ready mix): Смесь исходных порошков и (или) волокон с другими веществами, например, пластификаторами, смазками.

5.1.2 **шликер** (slurry)**:** Высококонцентрированная жидкая суспензия металлического или керамического порошка, смешанная со связующим веществом и растворителем.

5.1.3 **деталь «зеленая»** (green part): Заготовка, полученная из гранулята в процессе впрыска его расплава под давлением в формообразующую оснастку на термопластавтомате, не подвергавшаяся удалению связующего компонента и спеканию.

5.1.4 **деталь «коричневая»** (brown part): Заготовка, полученная из «зеленой» детали в результате удаления от 80 до 95 % связующего компонента.

5.1.5 **смешивание** (mixing): Приготовление с помощью смесителей однородной механической смеси из порошков различного химического и гранулометрического состава.

5.1.6 **связка** (binder): Это вещество, соединяющее все фазы материала в единое целое в процессе спекания или вещество, добавляемое в шихту для увеличения прочности прессовок.

5.1.7 **смазка** (lubricant): Вещество, вводимое в состав порошковых смесей для облегчения перемещения частиц в процессе прессования (формования).

Примечание – Часто используется как синоним термина «пластификатор».

5.2 Прессование

5.2.1 Общие понятия

5.2.1.1 **формование** (forming): Процесс преобразования дисперсной шихты в сплошную массу заданной формы, размеров и плотности.

5.2.1.2 **консолидация** (consolidation): Процесс, при котором порошок или прессовка упрочняется в результате формования и (или) спекания.

5.2.1.3 **прессование** (compacting): Процесс уплотнения порошка и (или) волокна и придания ему формы заготовки (брикета, плиты, детали) с требуемой геометрией, размерами и плотностью.

Примечание – Осуществляется для подготовки к последующему спеканию.

5.2.1.4 **прессовка** (compact, green compact): Неспеченная заготовка (см. 5.2.1.5), изготовленная из порошка холодным прессованием или другим методом.

5.2.1.5 **заготовка** (blank): Порошковое тело с незавершенной формой, неокончательными размерами и плотностью, изготовленное формованием и (или) спеканием.

5.2.1.6 **многослойная прессовка** (composite compact, compound compact): Прессовка, состоящая из двух или более слоев, колец, других элементов, изготовленных из разных порошковых металлов или сплавов.

5.2.1.7 **формовка** (preform): Заготовка для деформации и уплотнения с одновременным изменением формы.

5.2.1.8 **каркас** (skeleton): Пористая заготовка, предназначенная для пропитки или инфильтрации.

5.2.2 Методы прессования порошка

5.2.2.1 **холодное прессование** (cold pressing): Прессование порошка при комнатной температуре.

5.2.2.2 **теплое прессование** (warm pressing): Прессование порошка при температуре 100 – 150 °С и использовании специальной смазки, жидкой в этом диапазоне температур.

5.2.2.3 **горячее прессование** (hot pressing): Прессование при высокиих температурах, составляющих примерно 0,5 – 0,8 $T_{пл}$.

5.2.2.4 **одноосное прессование** (uniaxial pressing): Прессование порошка, при котором приложенная сила действует вдоль одной оси.

5.2.2.5 **одностороннее прессование** (single-action pressing): Метод, при котором порошок прессуют в стационарной матрице одним подвижным и одним фиксированным пуансонами.

5.2.2.6 **двустороннее прессование** (double-action pressing): Метод, при котором порошок прессуют в матрице двумя пуансонами, двигающимися навстречу друг другу.

5.2.2.7 **многогнездное прессование** (multiple pressing): Метод прессования, согласно которому две или более прессовок изготовляются одновременно в отдельных матрицах.

5.2.2.8 **изостатическое прессование** (isostatic pressing): Процесс, при котором порошок помещается в эластичную (резиновую или полимерную) оболочку и подвергается всестороннему сжатию жидкостью или газом в камере высокого давления для получения равномерной плотности по всему объёму детали.

5.2.2.9 **гидродинамическое прессование ГДП** (hydrodynamic pressing): Метод прессования порошка в эластичной оболочке при комнатной температуре, при котором давление в рабочей камере создается за счет энергии сгорания порохового заряда, а средой, передающей давление, является жидкость.

5.2.2.10 **холодное изостатическое прессование ХИП** (cold isostatic pressing CIP): Метод прессования порошка в эластичной оболочке при комнатной температуре, при котором средой, передающей давление, как правило, является жидкость.

5.2.2.11 **статическое прессование** (static compaction): Процесс, при котором порошок засыпается в закрытую металлическую пресс-форму и уплотняется пуансоном под действием гидравлического или механического пресса при комнатной (холодное) или высокой (горячее) температуре.

5.2.2.12 **изостатическое прессование в «мокром мешке»** (wet-bag isostatic pressing): Холодное изостатическое прессование в жидкости порошка (заготовки), помещенного в эластичную оболочку, с последующим ее извлечением для освобождения прессовки.

5.2.2.13 **изостатическое прессование в «сухом мешке»** (dry-bag isostatic pressing): Холодное изостатическое прессование, при котором порошок прессуется жидкостью в жестко закрепленной эластичной оболочке-матрице, а изделие выталкивается из нее пуансоном или толкателем.

5.2.2.14 **горячее изостатическое прессование ГИП** (hot isostatic pressing HIP): Изостатическое прессование порошка в вакуумированной нагретой металлической оболочке под давлением газа, при повышенной температуре, активирующей явления диффузии и крипа.

5.2.2.15 **холодная штамповка порошковых заготовок** (cold powder forging): Штамповка ненагретых спеченных заготовок.

5.2.2.16 **горячая штамповка порошковых заготовок** (hot forging): Штамповка порошковой заготовки, нагретой до температуры, обеспечивающей пластическое течение материала в штампе под воздействием давления.

5.2.2.17 **инжекционное формование** (PIM (powder injection moulding), MIM (metal injection moulding), CIM (ceramic injection moulding): Процесс, при котором термопластичный композиционный материал (гранулят), впрыскивается под высоким давлением в закрытую литьевую форму, где после охлаждения приобретает заданную конфигурацию.

П р и м е ч а н и е – PIM – порошковый материал, MIM – металлический материал, CIM – керамический материал.

5.2.2.18 **прокатка порошка** (powder rolling): Процесс непрерывного формования, при котором порошок из бункера подается между вращающимися валками для получения плотной длинной ленты или полосы.

5.2.2.19 **шликерное литье (жидкое формование)** (slip casting): Процесс, при котором шликер заливают в пористую гипсовую или полимерную форму, в которой жидкость впитывается в ее стенки, оставляя твердую заготовку нужной конфигурации.

5.2.2.20 **экструзия пластифицированного порошка** (plasticized-powder extrusion): Процесс, при котором порошок с добавкой пластификатора продавливается через отверстие матрицы для образования длинных пустотелых профилей, прутков или труб.

5.2.2.21 **динамическое (взрывное или магнитно-импульсное) прессование** (dynamic (explosive or magnetic-pulse) compaction): Формование за счет резкого кратковременного воздействия энергии через передающую среду.

5.2.2.22 **струйное формование** (continuous-spray deposition): Метод изготовления формовки наращиванием слоя из полностью или частично расплавленных частиц, заполняющих форму путем направления в нее распыленной струи металла или сплава.

5.2.2.23 **формообразование** (shaping): Получение заданной геометрии изделия из порошкового материала перед окончательным спеканием.

П р и м е ч а н и е – Используется в промышленности твердых сплавов.

5.2.2.24 **3D-печать** (3D printing): Процесс создания с помощью 3D-принтеров цельных трехмерных объектов путем послойной консолидации порошковых частиц и волокон используемых материалов или их фотополимеризации.

5.2.3 Условия прессования

5.2.3.1 **засыпка** (fill): Порция порошка, засыпанного в матрицу.

5.2.3.2 **объемное дозирование** (volume filling): Дозирование порции порошка в матрице путем регулирования высоты засыпки.

5.2.3.3 **весовое дозирование** (weight filling): Дозирование порции порошка путем взвешивания перед засыпкой в матрицу.

5.2.3.4 **вибрационное заполнение** (vibration-assisted filling): Заполнение порошком формы или матрицы, подвергнутых вибрации.

5.2.3.5 **дозирование с переполнением** (overfill system): Объемное дозирование засыпки за счет переполнения матрицы и последующего выталкивания из нее лишнего порошка.

5.2.3.6 **дозирование с недополнением** (underfill system): Объемное дозирование по уровню торца матрицы с опусканием порошка для образования свободного пространства между торцами матрицы и засыпки.

5.2.3.7 **позиция засыпки** (fill position): Позиция пресс-инструмента (матрицы и пуансонов), позволяющая поместить требуемое количество порошка в полость матрицы.

5.2.3.8 **высота засыпки** (fill height): Расстояние между торцом нижнего пуансона и торцом матрицы в позиции засыпки.

5.2.3.9 **объем засыпки** (fill volume): Объем полости матрицы в позиции засыпки.

5.2.3.10 **давление прессования** (compacting pressure): Давление, необходимое для получения прессовки.

5.2.3.11 **время выдержки при прессовании** (dwell time): Период времени, на протяжении которого прессовка находится под постоянным давлением.

5.2.3.12 **выпрессовывание** (ejection process): Операция, при которой прессовка освобождается из матрицы после окончания прессования.

5.2.3.13 **выпрессовывание стягиванием матрицы** (withdrawal process): Операция, при которой матрица опускается относительно закрепленного нижнего пуансона, освобождая прессовку.

5.2.3.14 **позиция стягивания** (withdrawal position): Позиция инструмента в конце выпрессовывания стягиванием матрицы.

5.2.3.15 **противодавление** (counter-pressure, top-punch hold-down pressure): Давление, при котором прессовка удерживается между верхним и нижним пуансонами во время процесса стягивания матрицы или выталкивания.

5.2.4 Пресс-инструмент и пресс-блок

5.2.4.1 **пресс-форма** (press mold): Часть пресс-инструмента, в которой проводится прессование порошков и (или) волокон, а также калибровка прессовок, состоящая из матрицы, верхнего, нижнего пуансонов, стержня (при получении изделий с отверстием).

5.2.4.2 **пресс** (press): Устройство для обработки материалов и(или) заготовок сжимающим давлением.

5.2.4.3 **пресс-блок** (adaptor): Устройство, в котором монтируется пресс-инструмент вне пресса.

5.2.4.4 **матрица** (die): Часть пресс-формы, имеющая формующую полость, в которую помещается материал для прессования пуансоном.

5.2.4.5 **нижние пуансоны (внутренний и внешний)** (lower punches (inner and outer): Детали пресс-инструмента, закрывающие снизу отверстие матрицы и передающие давление на порошок или спеченную заготовку.

5.2.4.6 **плита пуансона (верхняя и нижняя)** (punch plate (upper and lower): Деталь пресс-блока, на которой монтируются пуансоны.

5.2.4.7 **опорная плита** (base plate): Деталь, уменьшающая давление пуансона пресс-формы на стол пресса.

5.2.4.8 **верхние пуансоны** (upper punches): Пуансоны, формующие верхнюю часть прессовки и замыкающие формующую полость матрицы.

5.2.4.9 **центральный стержень** (core rod): Деталь пресс-инструмента, формирующая внутренний профиль прессовки или спеченной заготовки в направлении прессования.

5.2.4.10 **вилка** (fork): Деталь пресс-блока, которая вместе с клином обеспечивает формование и выталкивание выступов (буртов) прессовки.

5.2.4.11 **форма** (mould): Контейнер, в котором формуется порошок такими методами, как шликерное литье, инжекционное, изостатическое прессование, спекание.

П р и м е ч а н и е – Используют формы, которые не деформируются (шликерное литье, инжекционное прессование, спекание) и деформируются (холодное изостатическое прессование).

5.2.4.12 **питатель** (feed shoe): Устройство для подачи шихты в пресс-формы.

5.2.4.13 **пуансон** (punch): Деталь пресс-формы или штампа, непосредственно передающая давление на обрабатываемый материал, находящийся в формующей полости.

5.2.4.14 **выталкиватель** (ejector): Деталь пресс-инструмента для выталкивания прессовки из матрицы.

5.2.4.15 **пресс-блок для изделий сложной формы** (multiple-tool adaptor): Пресс-блок, имеющий, как правило, две и более дополнительные, независимо регулируемые плиты для монтажа нижних пуансонов.

5.2.4.16 **многогнездный пресс-инструмент** (multiple-cavity tool): Пресс-инструмент для изготовления двух или более прессовок за каждый цикл прессования.

5.2.4.17 **плавающая матрица** (floating die): Матрица, которая может двигаться независимо для обеспечения эффекта двустороннего прессования (см. 5.2.2.6).

5.2.4.18 **разъемная матрица** (split die): Матрица, состоящая из двух или более секций и разбирающаяся для высвобождения прессовки.

5.2.4.19 **сендвич-матрица** (sandwich die): Составная матрица из дисковых элементов, размещенных перпендикулярно направлению прессования.

5.2.4.20 **сегментная матрица** (segmented die): Матрица, изготовленная из нескольких сегментов, размещенных внутри обжимной обоймы.

5.2.5 Свойства спрессованых деталей

5.2.5.1 **неспеченный** (green): Прессованная или сформованная методом инжекционного формования, но неспеченная заготовка.

5.2.5.2 **плотность прессовки (сырая плотность)** (green density): Масса, отнесенная к единице объема прессовки.

5.2.5.3 **прочность прессовки** (green strength): Способность прессовки оказывать сопротивление внешней механической нагрузке.

5.2.5.4 **прочность кромки** (edge strength): Способность кромки прессовки оказывать сопротивление разрушению.

5.2.5.5 **прессовочная трещина** (pressing crack): Трещина, которая возникла в прессовке в цикле прессования.

5.2.5.6 **расслоение** (lamination): Образование дефекта (слоистой структуры) в прессовке или спеченном изделии.

5.2.5.7 **последействие** (spring back): Увеличение размеров прессовки после освобождения из матрицы.

5.3 Спекание

5.3.1 Общие понятия

5.3.1.1 **спекание** (sintering): Термическая обработка порошка и (или) смеси порошков и (или) волокон и (или) формовок при температуре ниже температуры плавления основного компонента, проводимая с целью консолидации и обеспечения определенного комплекса механических свойств и физико-химических свойств.

5.3.1.2 **оснастка для спекания** (packing material): Материал, в котором размещены прессовки, чтобы разделить их и защитить (от схватывания между собой и окисления) в процессе спекания.

П р и м е ч а н и е – Например: поддон, лодочка и т.п.

5.3.1.3 **геттер** (getter): Материал, используемый при спекании для абсорбции или химического связывания в атмосфере спекания газообразных компонентов, загрязняющих готовое изделие.

5.3.1.4 **порообразователь** (pore-forming material): Вещество, которое введено в порошковую смесь и удаляется (сжигается, разлагается) в процессе спекания, в результате чего достигается необходимая степень пористости в готовом изделии.

5.3.1.5 **металлическая связующая фаза** (binder metal): Металлическая матричная фаза, имеющая более низкую температуру плавления по сравнению с другими фазами гетерогенного спеченного материала.

5.3.2 Процессы спекания

5.3.2.1 **предварительное спекание** (presintering): Спекание формовки при температуре ниже необходимой для окончательного спекания.

5.3.2.2 **непрерывное спекание** (continuous sintering): Процесс спекания, при котором его стадии - удаление связки, предварительный нагрев, выдержка при температуре спекания и охлаждение - непрерывно переходят одна в другую.

5.3.2.3 **порционное спекание** (batch sintering): Спекание партии заготовок, неподвижно расположенных в печи с регулируемой температурой, при котором обеспечиваются предварительный нагрев, выдержка при нагреве и охлаждение.

5.3.2.4 **электроискровое спекание (плазменное искровое спекание)** (spark plasma sintering SPS): Частный случай электроимпульсного спекания (см. 5.3.2.5).

5.3.2.5 **электроимпульсное спекание** (magnetic pulse sintering): Спекание порошковых частиц или порошковых формовок (материалов) с использованием электроимпульсного тока.

П р и м е ч а н и е – Может осуществляться с помощью низковольтных и высоковольтных разрядов в порошковых средах. Частный случай -- электроискровое спекание, а также электроконтактное спекание, припекание и наплавка.

5.3.2.6 **микроволновое спекание** (microwave sintering): Процесс термической обработки, при котором порошковые заготовки (металлические или керамические) уплотняются и связываются в твердый материал под воздействием электромагнитного излучения сверхвысоких частот (СВЧ).

5.3.2.7 **спекание под давлением** (pressure sintering): Процесс термической обработки, при котором для уплотнения прикладывается дополнительно давление.

5.3.2.8 **жидкофазное спекание** (liquid-phase sintering): Спекание, при котором один компонент материала плавится, а другие остаются твердыми.

5.3.2.9 **активированное спекание** (activated sintering): Термическая обработка порошковых материалов, при котором за счет физических или химических воздействий процесс ускоряется и может выполняться при более низких температурах и за меньшее время, чем при обычном спекании.

5.3.2.10 **спекание под давлением газа** (gas pressure sintering): Спекание после горячего изостатического прессования в той же камере, чтобы ликвидировать остаточную пористость.

5.3.2.11 **гравитационное спекание** (loose-powder sintering, gravity sintering): Спекание свободно насыпанного порошка.

5.3.2.12 **реакционное спекание** (reaction sintering): Твердофазное спекание, при котором хотя бы два компонента порошковой смеси взаимодействуют с образованием химического соединения.

5.3.2.13 **твердофазное спекание** (solid-state sintering): Спекание порошка или формовки без образования жидкой фазы за счет процессов диффузии.

5.3.2.14 **недопекание** (undersintering): Спекание при слишком низкой температуре и (или) на протяжении слишком короткого времени, приводящее к ухудшению свойств конечного продукта.

5.3.2.15 **удаление связки** (binder removal): Термический или химический процесс, в результате которого связка удаляется из формовки.

5.3.2.16 **карбидизация** (carburizing): Получение карбидов в заготовке по реакции между углеродом и металлом или углеродом и оксидом металла.

5.3.3 Условия спекания и печи спекания

5.3.3.1 **температура спекания** (sintering temperature): Температура выдержки спекаемого материала, при которой активно протекают процессы консолидации.

5.3.3.2 **время спекания** (sintering time): Период времени, в течении которого порошок или формовка находились при температуре спекания.

5.3.3.3 **атмосфера для спекания** (sintering atmosphere): Газовая среда, интенсифицирующая усадку или защищающая заготовку при спекании.

5.3.3.4 **защитная атмосфера** (protective atmosphere): Газовая защитная среда, предотвращающая окисление.

5.3.3.5 **зона охлаждения** (cool zone): Зона в печах спекания непрерывного действия, предназначенная для контролируемого охлаждения изделий после спекания.

5.3.3.6 **печь** (furnace): Устройство для нагрева материалов и (или) заготовок.

П р и м е ч а н и е – Нагрев проводится с целью осуществления различных физических, химических и других превращений в материале или изменения свойств.

5.3.3.7 **печь спекания** (sintering furnace): Печь с защитной или реакционной атмосферой для спекания порошковых изделий.

5.3.3.8 **вакуумная печь** (vacuum furnace): Печь, в которой атмосферой спекания является вакуум.

5.3.3.9 **печь непрерывного спекания** (continuous furnace): Печь с транспортным средством для непрерывного спекания формовок.

5.3.3.10 **периодическая печь** (batch furnace): Печь для спекания отдельных партий формовок в стационарных условиях.

П р и м е ч а н и е – Пример: колпаковая или муфельная садочная печь.

5.3.3.11 **конвейерная печь** (mesh belt furnace): Печь, снабженная внутренним конвейером, перемещающим материалы или заготовки при их нагреве от загрузочного отверстия печи к месту выгрузки.

5.3.3.12 **печь с шагающим подом** (walking-beam furnace): Печь, в которой поддоны, с уложенными в них формовками, перемещаются с помощью специальной шаговой транспортной системы.

5.3.3.13 **толкательная печь** (pusher furnace): Печь, в которой поддоны с формовками транспортируются системой толкателей.

5.3.4 Явления при спекании

5.3.4.1 **образование шейки** (neck formation): Появление и формирование в процессе спекания контактных связей между частицами в форме шейки.

5.3.4.2 **вспучивание** (blistering): Образование пузырей на поверхности спеченного изделия при интенсивном выделении газа или осаждении сажи.

5.3.4.3 **выпотевание** (sweating): Выделение жидкой фазы при термической обработке формовки.

5.3.4.4 **разбухание** (growth): Увеличение объема (размеров) формовки при спекании.

5.3.4.5 **усадка** (shrinkage): Уменьшение объема (размеров) формовки при спекании.

5.3.4.6 **корка** (sinter skin): Поверхностный слой, образующийся на спеченном изделии во время спекания и отличающийся от остального объекта структурой и свойствами за счет повышения плотности.

5.3.4.7 **коробление (поводка)** (warping): Изменение формы и (или) размеров заготовок или изделий под действием остаточных напряжений, возникающих в условиях эксплуатации или термообработки.

5.4 Дополнительные операции

5.4.1 **калибровка (калибрование)** (sizing): Процесс обработки давлением, позволяющий получить изделие с точным размерами и(или) формой за счет пластической деформации его поверхностных слоев.

5.4.2 **допрессовка** (re-pressing): Дополнительное уплотнение спеченной при температуре, значительно ниже температуры спекания материала прессовки под высоким давлением.

5.4.3 **повторное спекание** (re-sintering): Спекание, проводимое после допрессовки при температуре, близкой к температуре, составляющей 0,4 температуры плавления основы материала.

5.4.4 **пропитка (инфильтрация)** (impregnation (infiltration): Технологический процесс заполнения внутренних пустот (пор) в неспеченных или спеченных металлических заготовках другими веществами: жидкими металлами, маслами, полимерами.

5.4.5 **термическая обработка** (heat treatment): Процесс температурного воздействия на изделия (нагрев, выдержка и охлаждение), проводимый для порошковых изделий, из-за наличия остаточной пористости в вакууме или специальных газовых средах (эндогаз, азот, водород), изменяющий структуру и свойства.

5.4.6 **отжиг** (anniling): Процесс, снижающий внутренние напряжения, снимающий «наклеп» (повышенную твердость после прессования) и делает материал более пластичным для дальнейшей механической обработки.

5.4.7 **закалка** (hardening): Процесс термической обработки деталей, при котором изделие нагревают до критических температур с последующим быстрым охлаждением для придания пористой заготовке максимальную прочность, твердость и износостойкость.

5.4.8 **химико-термическая обработка** (chemical-thermal treatment): Процесс насыщения поверхностного слоя детали различными химическими элементами при высоких температурах для повышения поверхностной твердости (при сохранении вязкой сердцевины), коррозионной стойкости и износостойкости.

5.4.9 **магнитно-абразивная обработка** (magnetic abrasive treatment): Чистовая абразивная обработка материалов абразивными порошками, обладающими одновременно ферромагнитными свойствами, при приложении магнитного поля.

5.4.10 **объемное калибрование** (coining): Обработка давлением для получения специфической поверхностной конфигурации и повышения плотности.

5.4.11 **горячая штамповка порошковых заготовок** (powder forging): Горячая обработка давлением порошковых заготовок в штампе, вызывающая изменение их формы.

5.4.12 **штамповка спеченных заготовок** (sinter forging): Штамповка порошковых изделий.

5.4.13 **горячая допрессовка** (hot re-pressing): Горячее уплотнение предварительно спеченных или окончательно спеченных заготовок с изменением размеров в направлении прессования.

5.4.14 **парооксидирование** (steam treatment): Нагревание спеченной заготовки из материала на основе железа в перегретом паре для улучшения коррозионных свойств за счет образования поверхностного слоя из оксидов железа.

5.4.15 **нанесение покрытий** (coating): Обработка, заключающаяся в образовании на заготовке поверхностного слоя из заданного инородного материала.

6 Порошковые материалы

6.1 **спеченное железо** (sintered iron): Спеченное нелегированное железо, в котором нет ни углерода, ни других легирующих элементов.

6.2 **спеченная сталь** (sintered steel): Спеченный материал на основе железа с углеродом и легирующими элементами.

6.3 **карбидосталь** (carbide-steel): Спеченный материал, состоящий из стали и карбидов с содержанием последних от 5 до 50 % объемных.

6.4 **порошковый материал** (powder material): Материал различного назначения, изготовленный из металлических порошков или их смесей с неметаллическими порошками и керамических порошков по технологии порошковой металлургии, классифицирующийся по назначению, по плотности (плотные, пористые), по химическому составу (элементарные металлы, сплавы).

6.5 **инструментальный порошковый материал** (tool powder material): Материал, который используется для изготовления инструмента, обладающий высокой твердостью, износостойкостью, инертностью к обрабатываемому материалу и другими свойствами, полученный по технологии порошковой металлургии.

6.6 **твердый сплав** (hardmetal): Материал, содержащий в своем составе более 50 % (по объему) твердозернистой фазы (карбиды, бориды, оксиды, нитриды различных металлов) и металлической фазы в виде чистых металлов (никель, кобальт, тугоплавкие металлы) для удержания зерен твердой фазы.

6.7 **сверхтвердый материал** (superhard material): Материал, обладающий твердостью, соизмеримой с твердостью алмаза.

6.8 **алмазный материал** (diamond material): Материал, содержащий в качестве твердой фазы алмазы, в качестве связки – металлические сплавы, получаемый по технологии порошковой металлургии.

6.9 **жаропрочный порошковый материал** (heat-resistant powder material): Материал, обладающий высоким сопротивлением пластической деформации и разрушению при действии высоких температур и окислительных сред, полученный по технологии порошковой металлургии.

6.10 **коррозионностойкий порошковый материал** (corrosion-resistant powder material): Материал, способный противостоять действию агрессивных сред, полученный по технологии порошковой металлургии.

6.11 **магнитотвердый порошковый материал** (hard magnetic powder material): Материал, характеризующийся высокими значениями коэрцитивной силы, остаточной индукции, магнитной энергии на участке размагничивания, полученный по технологии порошковой металлургии, применяемый для получения постоянных магнитов.

6.12 **магнитомягкий порошковый материал** (soft magnetic powder material): Материал с малым значением коэрцитивной силы и большим значением магнитной проницаемости, малыми потерями на гистерезис, полученный по технологии порошковой металлургии, используемый в качестве сердечников трансформаторов, электромагнитов, в измерительных приборах и в других случаях, где необходимо при минимальных затратах энергии достигнуть наибольшей индукции.

6.13 **конструкционный порошковый материал** (structural powder material): Металлический, неметаллический, композиционный материал, сочетающий в себе комплекс свойств, обеспечивающих возможность применения в машиностроительных отраслях для производства наиболее ответственных узлов и агрегатов, полученный по технологии порошковой металлургии.

6.14 **тяжелый сплав** (heavy metal): Спеченный материал с плотностью не менее 16,5 г/см^3.

П р и м е ч а н и е – Пример: сплав вольфрама с никелем и медью.

6.15 **дисперсноупрочненный материал** (dispersion-strengthened material): Спеченный композиционный материал, состоящий из матрицы (обычно металлической) и упрочняющих ее ультрадисперсных включений, как правило, тугоплавких соединений.

6.16 **композиционный порошковый материал** (composite powder material)**:** гетерофазный материал, отдельные фазы в котором выполняют специфические функции.

6.17 **металло-матричный композит (ММК)** (sintered metal-matrix composite MMC): Порошковый материал, основной фазой которого является металл.

6.18 **волокновый материал** (fiber material): Спеченный материал, изготовленный из дисперсного волокна.

6.19 **антифрикционный порошковый материал** (bearing material): Материал, обладающий при эксплуатации в узлах трения низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью, полученный по технологии порошковой металлургии.

6.20 **фрикционный материал** (powder frictional material): Материал, используемый для работы в узлах, передающих или рассеивающих кинетическую энергию.

П р и м е ч а н и е – Применение: муфты, сцепления, тормоза, фрикционы и др.

6.21 **пористый материал** (sintered porous material): Материал, характерной особенностью которого является наличие в нем повышенной пористости.

6.22 **спеченный проницаемый материал** (sintered permeabilited material): Пористый материал с преимущественно сквозными порами, использующийся для производства фильтров и других аналогичных изделий.

6.23 **спеченный армированный материал** (reinforced material): Спеченный материал, упрочненный сеткой, волокнами или нитевидными кристаллами, равномерно расположенными в объеме изделия.

6.24 **порозиметр** (porosimeter): Прибор для исследования пористых материалов, позволяющий определять объем открытых пор, их распределение по размерам, плотность образца.

П р и м е ч а н и е – Принцип работы основан на измерении объема (массы) вытесненной жидкости из порового пространства за счет избыточного давления газа над образцом.

6.25 **порометр** (porometer): Прибор для исследования пористых материалов, позволяющий определять минимальный, средний и максимальный размеры сквозных пор, газовую проницаемость.

П р и м е ч а н и е – Принцип работы основан на измерении перепада давления, возникающего при течении газа через образец.

7 Свойства порошковых материалов

7.1 **коэффициент уплотнения** (compression ratio): Отношение объема свободно насыпанного порошка к объему прессовки после ее извлечения из матрицы.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 25279, ГОСТ 25280.

7.2 **пористость** (porosity): Отношение суммарного объема пор к полному объему пористого тела.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898, ГОСТ 32764.

7.3 **плотность** (density): Масса, отнесенная к общему объему спеченного изделия, включая объем пустот в материале.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898, ГОСТ 19440, ГОСТ 25279.

7.4 **предел прочности на разрыв** (tensile strength): Напряжение, которое может выдержать материал до разрушения; он отражает несущую способность деталей из порошкового металла.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18227, ГОСТ 1497.

7.5 **предел текучести** (yield strength): Напряжение, при превышении которого порошковый материал начинает необратимо (пластически) деформироваться, даже если нагрузка больше не увеличивается.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18227, ГОСТ 1497.

7.6 **предел прочности при сжатии** (compressive strength): Напряжение, которое может выдержать материал до разрушения при сжимающем напряжении.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26529.

7.7 **предел прочности при изгибе** (bending strength): Напряжение, которое может выдержать материал до разрушения при поперечном трехточечном изгибе.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 25282.

7.8 **кажущаяся твердость** (apparent hardness): Твердость, полученная при испытании на оборудовании по методам Бринелля, Роквелла, Виккерса, порошковых материалов с остаточной пористостью.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 25698, ГОСТ 9012 (по Бринеллю), ГОСТ 9013 (по Роквеллу), ГОСТ 2999 (по Виккерсу).

7.9 **микротвердость** (microhardness): Твёрдость отдельных фаз микроструктуры материала, определяемая индентированием при нагрузке на индентор не более 2 Н.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 9450, ГОСТ 25698.

7.10 **ударная вязкость** (impact toughness): Сопротивление материала разрушению при ударном нагружении, определяемое для порошковых материалов на образцах без надреза.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26528.

7.11 **пластичность** (plasticity): Свойство материала необратимо изменять свою форму и размеры под действием внешних механических нагрузок, сохраняя при этом целостность и приобретенную форму после снятия нагрузки.

7.12 **износ** (wear): Результат изнашивания, проявляющийся в отделении и (или) остаточной деформации материала.

7.13 **прирабатываемость** (friction running-in): Способность трущихся поверхностей приспосабливаться друг к другу в начальный период трения.

7.14 **износостойкость** (wear resistance): Способность материала противостоять разрушению в результате истирания.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 23.224.

7.15 **коэффициент трения** (friction coefficient): Отношение силы трения к нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26614, ГОСТ 27640.

7.16 **коэффициент термического расширения** (thermal expansion coefficient): Относительное изменение размеров тела при изменении его температуры на 1 К.

7.17 **теплопроводность** (thermal conductivity): Перенос теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, при котором происходит прямая передача энергии от частиц тела (молекул и др.), обладающих большей энергией, частицам с меньшей энергией.

7.18 **магнитная индукция** (magnetic induction): Характеристика результирующего магнитного поля в материале, образующегося за счет собственной намагниченности и воздействия внешнего поля.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 12119.1.

7.19 **магнитная проницаемость** (magnetic permeability): Величина, характеризующая зависимость магнитной индукции от напряженности магнитного поля.

7.20 **относительная плотность** (relative density): Плотность пористого материала, отнесенная к плотности беспористого материала того же состава.

П р и м е ч а н и е – Может выражаться в процентах или долях.

7.21 **истинная плотность** (solid density): Плотность материала в беспористом состоянии.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898.

7.22 **распределение плотности** (density distribution): Плотность в различных объемах тела формовки или спеченного изделия.

П р и м е ч а н и е – Отображение может быть графическим или цифровым.

7.23 **прочность при радиальном сжатии** (radial compressive strength): Прочность разрушения, определяющаяся при прикладывании радиального сжимающего усилия к спеченному цилиндру.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26529.

7.24 **пора** (pore): Естественная или искусственно созданная пустота внутри порошкового тела или частицы порошка.

7.25 **открытая пора** (open pore): Пора, соединенная с поверхностью порошкового тела или частицы порошка.

7.26 **закрытая пора** (closed pore): Пора, не соединенная с поверхностью порошкового тела или частицы порошка.

7.27 **открытая пористость** (open porosity): Пористость, отображающаяся отношением объема открытых пор к общему объему пористого тела.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898.

7.28 **закрытая пористость** (closed porosity): Пористость, отображающаяся отношением объема закрытых пор к общему объему пористого тела.

7.29 **сообщающаяся пористость** (mutually interconnected porosity): Пористость, представленная системой взаимно связанных пор.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898.

7.30 **диффузионная пористость** (diffusion porosity): Пористость, возникающая в процессе спекания за счет преимущественной диффузии атомов одного компонента материала по сравнению с другим.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 18898, ГОСТ 26849.

7.31 **пористая структура** (porosity structure): Пористость, характеризующаяся формой, размером и распределением пор.

7.32 **размер пор** (pore size): Линейный размер индивидуальной поры, определяющийся геометрическим анализом или физическими методами.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26849.

7.33 **распределение пор по размеру** (pore size distribution): Распределение, определяющееся числовыми или объемными процентами количества или объема пор одинакового размера.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 26849.

7.34 **капиллярная структура** (capillary structure): Пористая проницаемая структура, предназначенная для транспорта жидкости за счет капиллярного давления.

7.35 **бипористая (бимодальная)** (biporous (bimodal): Пористая структура, характеризующаяся распределением пор по размерам с двумя выраженными пиками.

7.36 **высокопористая** (highporous): Пористая структура, имеющая пористость более 90 %.

7.37 **давление барботирования** (bubble-point pressure): Минимальное давление, необходимое для появления первого пузыря при прохождении газа через пористый объект.

П р и м е ч а н и е – Это давление является, в первую очередь, функцией максимального размера поры.

7.38 **содержание масла** (oil content): Количество масла, содержащееся в инфильтрованном пористом объекте.

П р и м е ч а н и я

1 Примером являются самосмазочные подшипники.

2 Определяется по ГОСТ 18898, ГОСТ 24903.

7.39 **проницаемость** (fluid permeability): Количество жидкости или газа, проходящего через пористый объект за единицу времени при стандартных условиях.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 17359, ГОСТ 25283.

7.40 **истинная твердость** (solid hardness): Твердость фазы, частицы или области материала, определенная по стандартной методике, учитывающей эффекты пористости.

П р и м е ч а н и е – Термин используют при определении микротвердости.

7.41 **оксидная сетка** (oxide network): Непрерывная или прерывистая оксидная пленка на границах зерен основы материала.

П р и м е ч а н и е – Определяется по ГОСТ 1778, ГОСТ 5640.

7.42 **адгезия** (adhesion): Образование атомной или молекулярной связи между поверхностными слоями соприкасающихся разнородных твердых или жидких тел (фаз).

7.43 **когезия** (cohesion): Адгезия контактирующих друг с другом поверхностей двух одинаковых по составу твердых или жидких тел.

8 Порошковые изделия

8.1 **спеченная деталь** (sintered part): Изделие, сформованное из порошка и спеченное.

8.2 **спеченная конструкционная деталь** (sintered structural part): Спеченная деталь, используемая в машиностроении.

8.3 **самосмазывающийся подшипник** (oil-retaining bearing): Спеченный подшипник, открытые поры которого заполнены жидкой смазкой.

8.4 **спеченный металлический фильтр** (sintered metal filter): Проницаемая спеченная деталь из металлического порошка, предназначенная для отделения твердых примесей от газов и жидкостей.

8.5 **спеченный магнит** (sintered magnetic part): Спеченная деталь с магнитными свойствами.

8.6 **спеченный фрикционный материал** (sintered friction material): Спеченный материал из металла и неметаллических добавок, совершенствующих характеристики трения и износа.

8.7 **спеченный электроконтактный материал** (sintered electrical contact material): Спеченный материал с высокой проводимостью и сопротивлением дуговой эрозии.

П р и м е ч а н и е – Примеры: материалы вольфрам-медь, вольфрам-серебро, серебро-графит, серебро-оксид кадмия.

Алфавитный указатель терминов на русском языке

3D-печать 5.2.2.24

А
абразивный порошок 4.2.20
агломерат 4.1.6
адгезия 7.42
активированное спекание 5.3.2.9
алмазный материал 6.8
аморфный порошок 4.2.19
антифрикционный порошковый материал 6.19
арочный эффект 4.5.24
атмосфера для спекания 5.3.3.3

Б
бимодальная 7.35
бипористая 7.35

В
вакуумная печь 5.3.3.8
верхние пуансоны 5.2.4.8
весовое дозирование 5.2.3.3
взрывное прессование 5.2.2.21
вибрационное заполнение 5.2.3.4
вилка 5.2.4.10
волокно 4.1.4
волокновая 4.4.5
волокновый материал 6.18
восстановление 4.3.5
восстановленный порошок 4.2.6
время выдержки при прессовании 5.2.3.11
время истечения 4.5.14
время спекания 5.3.3.2
вспучивание 5.3.4.2
выпотевание 5.3.4.3
выпрессовывание 5.2.3.12
выпрессовывание стягиванием матрицы 5.2.3.13
высокопористая 7.36
высота засыпки 5.2.3.8
выталкиватель 5.2.4.14

Г
газовое распыление 4.3.2
геттер 5.3.1.3
гидродинамическое прессование ГДП 5.2.2.9
гомогенно-легированный порошок 4.2.9
горячая допрессовка 5.4.13
горячая штамповка порошковых заготовок 5.2.2.16
горячая штамповка порошковых заготовок 5.4.11
горячее изостатическое прессование ГИП 5.2.2.14
горячее прессование 5.2.2.3
гравитационное спекание 5.3.2.11
гранулометрическая фракция 4.5.19
гранулометрический состав 4.5.6
гранулят 4.1.3
грануляция 4.3.12
губчатый порошок 4.2.7

Д
давление барботирования 7.37
давление прессования 5.2.3.10
двустороннее прессование 5.2.2.6
дендритная 4.4.4
деталь «зеленая» 5.1.3
деталь «коричневая» 5.1.4
динамическое прессование 5.2.2.21
дискретное волокно 4.1.5
дисперсноупрочненный материал 6.15
диффузионная пористость 7.30
диффузионно-легированный порошок 4.2.12
дозирование с недополнением 5.2.3.6
дозирование с переполнением 5.2.3.5
допрессовка 5.4.2

Ж
жаропрочный порошковый материал 6.9
жидкое формование 5.2.2.19
жидкофазное спекание 5.3.2.8

З
заготовка 5.2.1.5
закаленный порошок 4.2.16
закалка 5.4.7
закрытая пора 7.26
закрытая пористость 7.28
засыпка 5.2.3.1
защитная атмосфера 5.3.3.4
зернистая 4.4.7
золь-гель метод 4.3.8
зона охлаждения 5.3.3.5

И
игольчатая 4.4.2
измельчение 4.3.7
измельченный порошок 4.2.3
износ 7.12
износостойкость 7.14
изостатическое прессование 5.2.2.8
изостатическое прессование в «мокром мешке» 5.2.2.12
изостатическое прессование в «сухом мешке» 5.2.2.13
инжекционное формование 5.2.2.17
инструментальный порошковый материал 6.5
инфильтрация 5.4.4
истинная плотность 7.21
истинная твердость 7.40

К
кажущаяся твердость 7.8
калибрование 5.4.1
калибровка 5.4.1
капиллярная структура 7.34
карбидизация 5.3.2.16
отжиг 5.4.6

карбидосталь 6.3
карбонильный порошок 4.2.2
каркас 5.2.1.8
классификация 4.5.16
когезия 7.43
композиционный порошковый материал 6.16
композиционный порошок 4.2.14
конвейерная печь 5.3.3.11
консолидация 5.2.1.2
конструкционный порошковый материал 6.13
контроль порошка 4.1.9
корка 5.3.4.6
коробление 5.3.4.7
коррозионностойкий порошковый материал 6.10
коэффициент сжатия 4.5.13
коэффициент термического расширения 7.16
коэффициент трения 7.15
коэффициент уплотнения 7.1

Л
легированный порошок 4.2.8
лигатура 4.1.8
магнитная индукция 7.18
магнитная проницаемость 7.19
магнитно-абразивная обработка 5.4.9
магнитно-импульсное прессование 5.2.2.21
магнитомягкий порошковый материал 6.12
магнитотвердый порошковый материал 6.11
матрица 5.2.4.4
металлическая связующая фаза 5.3.1.5
металло-матричный композит (ММК) 6.17
механическое легирование 4.3.11
механо-легированный порошок 4.2.13
механохимический синтез 4.3.9
микроволновое спекание 5.3.2.6
микротвердость 7.9
многогнездное прессование 5.2.2.7
многогнездный пресс-инструмент 5.2.4.16
многослойная прессовка 5.2.1.6

Н
набор сит 4.5.22
нанесение покрытий 5.4.15
насыпная плотность 4.5.10
недопекание 5.3.2.14
непрерывное спекание 5.3.2.2
неспеченный 5.2.5.1
нижние пуансоны (внутренний и внешний) 5.2.4.5

О
образование шейки 5.3.4.1
объем засыпки 5.2.3.9
объемное дозирование 5.2.3.2
объемное калибрование 5.4.10
одноосное прессование 5.2.2.4
одностороннее прессование 5.2.2.5
оксидная сетка 7.41
опорная плита 5.2.4.7
оснастка для спекания 5.3.1.2
открытая пора 7.25
открытая пористость 7.27
относительная плотность 7.20

П
парооксидирование 5.4.14
периодическая печь 5.3.3.10
печь 5.3.3.6
печь непрерывного спекания 5.3.3.9
печь с шагающим подом 5.3.3.12
печь спекания 5.3.3.7
пикнометрическая плотность 4.5.9
пирофорность 4.5.3
питатель 5.2.4.12
плавающая матрица 5.2.4.17
плазменное искровое спекание 5.3.2.4
плакированный порошок 4.2.15
пластинчатая 4.4.6
пластифицированный порошок 4.2.18
пластичность 7.11
плита пуансона (верхняя и нижняя) 5.2.4.6
плотность 7.3
плотность прессовки 5.2.5.2
плотность утряски 4.5.11
поводка 5.3.4.7
повторное спекание 5.4.3
позиция засыпки 5.2.3.7
позиция стягивания 5.2.3.14
пора 7.24
пористая структура 7.31
пористость 7.2
пористый материал 6.21
порозиметр 6.24
порометр 6.25
порообразователь 5.3.1.4
порошковая металлургия 3.1
порошковый материал 6.4
порошок 4.1.1
порционное спекание 5.3.2.3
последействие 5.2.5.7
предварительно легированный порошок 4.2.10
предварительное спекание 5.3.2.1
предел прочности на разрыв 7.4
предел прочности при изгибе 7.7
предел прочности при сжатии 7.6
предел текучести 7.5
пресс 5.2.4.2
пресс-блок 5.2.4.3
пресс-блок для изделий сложной формы 5.2.4.15
прессование 5.2.1.3
прессовка 5.2.1.4
прессовочная трещина 5.2.5.5
прессуемость 4.5.12
пресс-форма 5.2.4.1
прирабатываемость 7.13
прокатка порошка 5.2.2.18
проницаемость 7.39
твердый сплав 6.6

пропитка 5.4.4
противодавление 5.2.3.15
прочность кромки 5.2.5.4
прочность прессовки 5.2.5.3
прочность при радиальном сжатии 7.23
пуансон 5.2.4.13

Р
разбухание 5.3.4.4
размер пор 7.32
размер частицы 4.5.17
разъемная матрица (5.2.4.18
распределение плотности 7.22
распределение пор по размеру 7.33
распыление 4.3.1
распыление водой 4.3.3
распыленный порошок 4.2.1
расслоение 5.2.5.6
реакционное спекание 5.3.2.12
реакционный размол 4.3.14

С
самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) 4.3.10
самосмазывающийся подшипник 8.3
сверхтвердый материал 6.7
связка 5.1.6
сегментная матрица 5.2.4.20
сегрегация 4.5.15
седиментация 4.5.21
сендвич-матрица 5.2.4.19
сепарация 4.5.18
ситовый анализ 4.5.20
смазка 5.1.7
смешивание 5.1.5
содержание масла 7.38
сообщающаяся пористость 7.29
состав порошка 4.5.2
спекание 5.3.1.1
спекание под давлением 5.3.2.7
спекание под давлением газа 5.3.2.10
спеченная деталь 8.1
спеченная конструкционная деталь 8.2
спеченная сталь 6.2
спеченное железо 6.1
спеченный армированный материал 6.23
спеченный магнит 8.5
спеченный металлический фильтр 8.4
спеченный проницаемый материал 6.22
спеченный фрикционный материал 8.6
спеченный электроконтактный материал 8.7
статическое прессование 5.2.2.11
струйное формование 5.2.2.22
сферическая 4.4.8
сырая плотность 5.2.5.2

Т
твердофазное спекание 5.3.2.13
текучесть 4.5.8
температура спекания 5.3.3.1
теплое прессование 5.2.2.2
теплопроводность 7.17
термическая обработка 5.4.5
технологические свойства 4.5.5
толкательная печь 5.3.3.13
тяжелый сплав 6.14

У
угловая 4.4.3
удаление связки 5.3.2.15
ударная вязкость 7.10
удельная поверхность 4.5.7
ультразвуковое газовое распыление 4.3.13
ультразвукогазораспыленный порошок 4.2.17
уплотняемость 4.5.12
усадка 5.3.4.5

Ф
физико-механические свойства 4.5.4
флюориметр 4.5.23
форма 5.2.4.11
форма частицы порошка 4.4.1
формование 5.2.1.1
формовка 5.2.1.7
формообразование 5.2.2.23
фрикционный материал 6.20

Ч
химико-термическая обработка 5.4.8
химически осажденный порошок 4.2.5
химические свойства 4.5.1
химическое осаждение 4.3.8
холодная штамповка порошковых заготовок 5.2.2.15
холодное изостатическое прессование ХИП 5.2.2.10
холодное прессование 5.2.2.1

Ц
центральный стержень 5.2.4.9
центробежное распыление 4.3.4
частица 4.1.2
частично легированный порошок 4.2.11

Ш
шихта 5.1.1
шликер 5.1.2
шликерное литье 5.2.2.19
штамповка спеченных заготовок 5.4.12

Э
экструзия пластифицированного порошка 5.2.2.20
электроимпульсное спекание 5.3.2.5
электроискровое спекание 5.3.2.4
электролитический порошок 4.2.4
электролитическое восстановление 4.3.6

Алфавитный указатель терминов на английском языке

3D printing 5.2.2.24

A
abrasive powder 4.2.20
acicular 4.4.2
activated sintering 5.3.2.9
adaptor 5.2.4.3
adhesion 7.42
agglomerate 4.1.6
alloy 4.1.8
alloyed powder 4.2.8
amorphous powder 4.2.19
angular 4.4.3
anniling 5.4.6
apparent hardness 7.8
atomized powder 4.2.1
atomizing 4.3.1

B
base plate 5.2.4.7
batch furnace 5.3.3.10
batch sintering 5.3.2.3
bearing material 6.19
bending strength 7.7
bimodal 7.35
binder 5.1.6
binder metal 5.3.1.5
binder powder 4.2.18
binder removal 5.3.2.15
biporous 7.35
blank 5.2.1.5
blistering 5.3.4.2
bridging 4.5.24
brown part 5.1.4
bubble-point pressure 7.37
bulk density 4.5.10

C
capillary structure 7.34
carbide-steel 6.3
carbonyl powder 4.2.2
carburizing 5.3.2.16
centrifugal atomizing 4.3.4
chemical properties 4.5.1
chemical-thermal treatment 5.4.8
CIM (ceramic injection moulding) 5.2.2.17
classification 4.5.16
closed pore 7.26
closed porosity 7.28
coated powder 4.2.15
coating 5.4.15
cohesion 7.43
coining 5.4.10
cold isostatic pressing CIP 5.2.2.10
cold powder forging 5.2.2.15
fill height 5.2.3.8
fill position 5.2.3.7
cold pressing 5.2.2.1
compact 5.2.1.4
compactability 4.5.12
compacting 5.2.1.3
compacting pressure 5.2.3.10
completely alloyed powder 4.2.9
composite compact 5.2.1.6
composite powder 4.2.14
composite powder material 6.16
compound compact 5.2.1.6
compressibility 4.5.12
compression ratio 7.1
compressive strength 7.6
conglomerate 4.1.7
consolidation 5.2.1.2
continuous furnace 5.3.3.9
continuous sintering 5.3.2.2
continuous-spray deposition 5.2.2.22
cool zone 5.3.3.5
core rod 5.2.4.9
corrosion-resistant powder material 6.10
counter-pressure 5.2.3.15
cut 4.5.19

D
demixing 4.5.15
dendritic 4.4.4
density 7.3
density distribution 7.22
diamond material 6.8
die 5.2.4.4
diffusion porosity 7.30
diffusion-alloyed powder 4.2.12
discrete fiber 4.1.5
dispersion-strengthened material 6.15
double-action pressing 5.2.2.6
dry-bag isostatic pressing 5.2.2.13
dwell time 5.2.3.11
dynamic compaction 5.2.2.21

E
edge strength 5.2.5.4
ejection process 5.2.3.12
ejector 5.2.4.14
electrolytic powder 4.2.4
electrolytic reduction 4.3.6
elutriation 4.5.18
explosive compaction 5.2.2.21

F
feed shoe 5.2.4.12
feedstock 4.1.3
fiber 4.1.4
fiber material 6.18
fibrous 4.4.5
fill 5.2.3.1
fill factor 4.5.13

fill volume 5.2.3.9
flaky 4.4.6
floating die 5.2.4.17
flow time 4.5.14
flowability 4.5.8
flowmeter 4.5.23
fluid permeability 7.39
fork 5.2.4.10
forming 5.2.1.1
friction coefficient 7.15
friction running-in 7.13
furnace 5.3.3.6

G
gas atomizing 4.3.2
gas pressure sintering 5.3.2.10
getter 5.3.1.3
granular 4.4.7
granulation 4.3.12
gravity sintering 5.3.2.11
green 5.2.5.1
green compact 5.2.1.4
green density 5.2.5.2
green part 5.1.3
green strength 5.2.5.3
growth 5.3.4.4

H
hard magnetic powder material 6.11
hardening 5.4.7
hardmetal 6.6
heat treatment 5.4.5
heat-resistant powder material 6.9
heavy metal 6.14
highporous 7.36
hot forging 5.2.2.16
hot isostatic pressing HIP 5.2.2.14
hot pressing 5.2.2.3
hot re-pressing 5.4.13
hydrodynamic pressing 5.2.2.9

I
impact toughness 7.10
impregnation 5.4.4
infiltration 5.4.4
isostatic pressing 5.2.2.8

L
lamination 5.2.5.6
liquid-phase sintering 5.3.2.8
loose-powder sintering 5.3.2.11
lower punches (inner and outer) 5.2.4.5
lubricant 5.1.7

M
magnetic abrasive treatment 5.4.9
magnetic induction 7.18
magnetic permeability 7.19
preform 5.2.1.7
presintering 5.3.2.1
magnetic pulse sintering 5.3.2.5
magnetic-pulse compaction 5.2.2.21
mechanical alloying 4.3.11
mechanically alloyed powder 4.2.13
mechanochemical synthesis 4.3.9
mesh belt furnace 5.3.3.11
microhardness 7.9
microwave sintering 5.3.2.6
milling 4.3.7
milling powder 4.2.3
MIM (metal injection moulding) 5.2.2.17
mixing 5.1.5
mould 5.2.4.11
multiple pressing 5.2.2.7
multiple-cavity tool 5.2.4.16
multiple-tool adaptor 5.2.4.15
mutually interconnected porosity 7.29

N
neck formation 5.3.4.1

O
oil content 7.38
oil-retaining bearing 8.3
open pore 7.25
open porosity 7.27
overfill system 5.2.3.5
oxide network 7.41

P
packing material 5.3.1.2
partially alloyed powder 4.2.11
particle size 4.5.17
particle size distribution 4.5.6
physical and mechanical properties 4.5.4
PIM (powder injection moulding) 5.2.2.17
plasticity 7.11
plasticized-powder extrusion 5.2.2.20
pore 7.24
pore size 7.32
pore size distribution 7.33
pore-forming material 5.3.1.4
porometer 6.25
porosimeter 6.24
porosity 7.2
porosity structure 7.31
powde rcomposition 4.5.2
powder 4.1.1
powder control 4.1.9
powder forging 5.4.11
powder frictional material 6.20
powder material 6.4
powder particle shape 4.4.1
powder rolling 5.2.2.18
powder metallurgy 3.1
powder particle 4.1.2
pre-alloyed powder 4.2.10
precipitated powder 4.2.5
precipitated powder 4.3.8

press 5.2.4.2
press mold 5.2.4.1
pressing crack 5.2.5.5
press-ready mix 5.1.1
pressure sintering 5.3.2.7
protective atmosphere 5.3.3.4
punch 5.2.4.13
punch plate (upper and lower) 5.2.4.6
pusher furnace 5.3.3.13
pycnometric density 4.5.9
pyrophoricity 4.5.3

R
radial compressive strength 7.23
rapidly solidified powder 4.2.16
reaction milling 4.3.14
reaction sintering 5.3.2.12
reduced powder 4.2.6
reduction 4.3.5
reinforced material 6.23
relative density 7.20
re-pressing 5.4.2
re-sintering 5.4.3

S
sandwich die 5.2.4.19
screen analysis 4.5.20
screen classification 4.5.20
sedimentation 4.5.21
segmented die 5.2.4.20
segregation 4.5.15
self-propagating high-temperature synthesis 4.3.10
shaping 5.2.2.23
shrinkage 5.3.4.5
sieve analysis 4.5.20
sieve set 4.5.22
single-action pressing 5.2.2.5
sinter forging 5.4.12
sinter skin 5.3.4.6
sintered electrical contact material 8.7
sintered friction material 8.6
sintered iron 6.1
sintered magnetic part 8.5
sintered metal filter 8.4
sintered metal-matrix composite MMC 6.17
sintered part 8.1
sintered permeabilited material 6.22
sintered porous material 6.21
sintered steel 6.2
sintered structural part 8.2
sintering 5.3.1.1
sintering atmosphere 5.3.3.3
sintering furnace 5.3.3.7
sintering temperature 5.3.3.1
sintering time 5.3.3.2
sizing 5.4.1
skeleton 5.2.1.8
slip casting 5.2.2.19
slurry 5.1.2
soft magnetic powder material 6.12
sol-gel method 4.3.8
solid density 7.21
solid hardness 7.40
solid-state sintering 5.3.2.13
spark plasma sintering SPS 5.3.2.4
specific surface area 4.5.7
spheroidal 4.4.8
split die 5.2.4.18
sponge powder 4.2.7
spring back 5.2.5.7
static compaction 5.2.2.11
steam treatment 5.4.14
structural powder material 6.13
superhard material 6.7
sweating 5.3.4.3

T
tap density 4.5.11
technology properties 4.5.5
tensile strength 7.4
thermal conductivity 7.17
thermal expansion coefficient 7.16
tool powder material 6.5
top-punch hold-down pressure 5.2.3.15

U
ultrasonic gas-atomizing 4.3.13
ultrasonically gas-atomized powder 4.2.17
underfill system 5.2.3.6
undersintering 5.3.2.14
uniaxial pressing 5.2.2.4
upper punches 5.2.4.8

V
vacuum furnace 5.3.3.8
vibration-assisted filling 5.2.3.4
volume filling 5.2.3.2

W
walking-beam furnace 5.3.3.12
warm pressing 5.2.2.2
warping 5.3.4.7
water atomizing 4.3.3
wear 7.12
wear resistance 7.14
weight filling 5.2.3.3
wet-bag isostatic pressing 5.2.2.12
withdrawal position 5.2.3.14
withdrawal process 5.2.3.13

Y
yield strength 7.5

УДК 621.762

ОГКС 01.040.77

Ключевые слова: порошковая металлургия, порошок, частица, пора, шихта, прессование, спекание, методы упрочнения, порошковые материалы, порошковые изделия

Руководитель разработки:

заместитель директора
Института порошковой металлургии
имени академика О.В. Романа _____ А.И.Лецко

Исполнитель:

заведующий отделом стандартизации
и управления качеством _____ И.Н.Кулачек