

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра СЛАТ

***Обзор современных порошковых
материалов в аддитивных технологиях
и способов их получения***

Выполнил студент группы МА-495: Каримов Э.Г.
Научный руководитель: к.т.н. Гайнцева Е.С.

Уфа 2019

Цели и задачи работы

Цель: обзор и анализ современных порошковых материалов в аддитивных технологиях

Задачами данной работы:

1. Рассмотреть области применения порошковых материалов.
2. Определить методы получения металлических порошков.
3. **Фракционный состав порошка .**

Области применения порошковых материалов

Компоненты порошка	Применение
Al-Ni-Co, Fe-Nd-B	Производство магнитов, магниты
Al-Si-Mg	Сплавы с термостабильной структурой
Al-Sn-Cu	Подшипники скольжения
Al-переходные лантаноиды	Сплавы с повышенной термопрочностью
Pb-Ti, титановые сплавы	Устройства, использующие эффект Пельтье

Cr-Al	Защитные покрытия
Co-Cr	Сплавы для зубопротезирования
Cu-Ba, Cu-Y	Суперпроводники
Cu-Cr-Zr	Электропроводники без бериллия
Cu-In-GaSelenide	Фотогальванические материалы
Cu-Mn-Ni, Cu-Ti-Sn	Режущий инструмент
Au-Pt-Pd-Ag-In, Ni-Ti-Si-B, Ag-Cd-Zn-Cu	Сплавы для пайки
Au-Ag-Cu	Тонкопленочные покрытия
Fe-14%Cr-0,4%C	Специальный инструмент и оснастка
Fe-Mn	Износостойкие опоры прокатных станов
Fe-6%Si	Сердечники трансформаторов
Fe-Si-Al	Магнитные компоненты
Сплавы Mg	Металлические матрицы
Ni-алюмиды	Структурные компоненты и покрытия
Ni-Ce	Катализаторы
Ni-Cr-Fe-Si-B	Порошки для плазменного напыления
Ni-Cr-Mo-B	Антикоррозионные покрытия
Ni-лантаноиды	Топливные элементы
Нержавеющая сталь 304/316	МIM-технология
Сталь Т42	Инструментальная оснастка
Tb-Fe	Опико-электронные устройства

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Существуют разнообразные методы получения металлопорошков, условно их разделяют на физико-химические и механические.

К физико-химическим относят методы, связанные с физикохимическими превращениями исходного сырья, при этом химический состав и структура конечного продукта – порошок – существенно отличается от исходного материала.

Механические методы обеспечивают производство порошка из сырья без существенного изменения химического состава. К механическим методам относятся, например, многочисленные варианты размол в мельницах, а также диспергирование расплавов посредством струи газа или жидкости, этот процесс называют также атомизацией.

Газовая атомизация

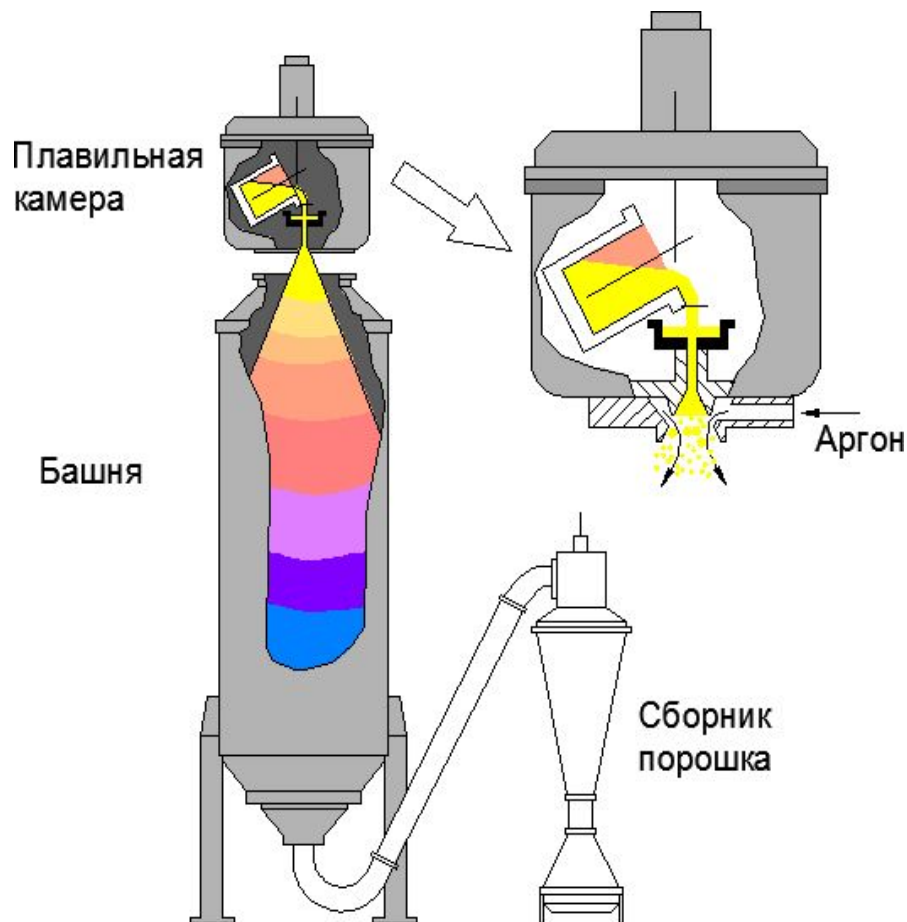


Рисунок 1.Схема атомайзера VIGA.

Атомайзеры типа VIGA применяется, в частности, для получения следующих порошков:

- никелевые жаропрочные сплавы (например, Inconel 718, Rene 88 и т.д.) для деталей авиационных и стационарных турбин;
- сплавы на основе кобальта для использования в медицине, стоматологии и производстве мишеней ионного распыления;
- порошки для плазменного напыления (например, NiCrAlY, CoCrAlY, и т. д.) защитных покрытий на детали из жаропрочных сплавов;
- порошки для гранульной металлургии (например, 17-4 PH, 316L) для автомобильных деталей массового производства;
- композиции для спекания в порошковом слое (например, кобальтовые сплавы и драгоценные металлы) для применения в АМ-машинах;
- высоколегированные стали (например, инструментальная и быстрорежущая сталь) с очень высоким содержанием карбидов;
- цветные металлы (например, медные или оловянные сплавы) для различного применения.

Технология EIGA

Технология EIGA (Electrode Induction Guide Inert Gas Atomization – индукционная плавка электрода с распылением газом) является одним из видов газовой атомизации. Данная технология разработана для получения порошков реактивных металлов – Ti, Zr, Hf, V, Pt, Ir, Nb, Mo и т. д., поскольку плавка этих металлов в керамических тиглях затруднена даже в условиях вакуума.

EIGA-атомайзеры применяют для получения металлических порошков методом распыления в струе аргона. В конструкции атомайзера может быть предусмотрена возможность слива металла в изложницы, т. е. он может быть использован в качестве плавильной установки.

Согласно технологии EIGA (рисунок 2.) предварительно выплавленные в форме электродов прутки (feed stock – сырье, исходный материал) подвергаются индукционной плавке.

Плавление производится опусканием медленно вращающегося электрода в кольцевой индуктор (рисунок 2, б). Капли металла попадают в систему форсунок и распыляются инертным газом



а



б



в

Рисунок 2. **Технология EIGA:** а – исходный материал (feed stock) для получения порошка; б – схема процесса; в – процесс EIGA

Технология Plasma Atomization

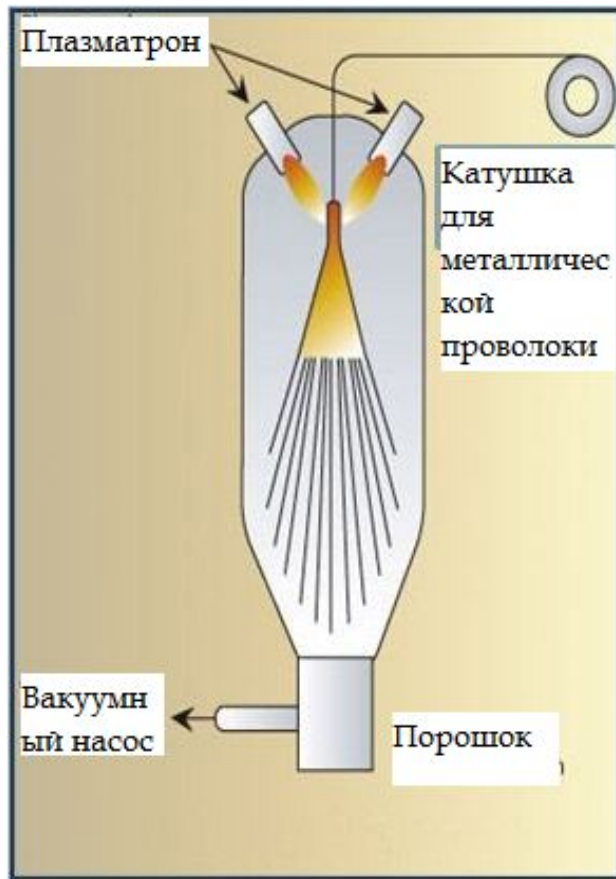


Рисунок 3. Технология Plasma Atomization: а – схема процесса плазменной атомизации; б – атомайзер Raymor

Вакуумная автоматизация



Рисунок 4. Схема процесса Soluble gas atomization

Центробежная автоматизация

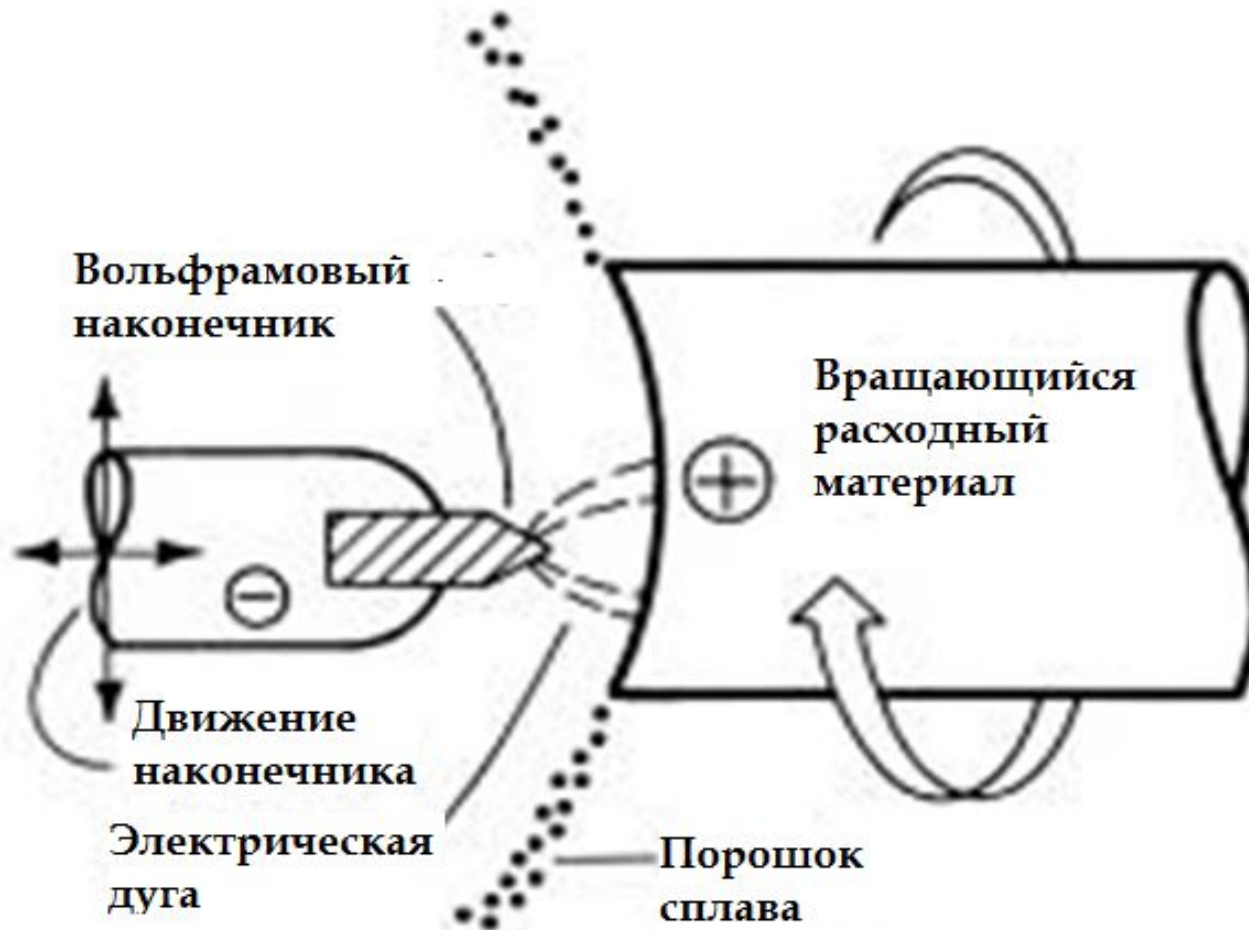
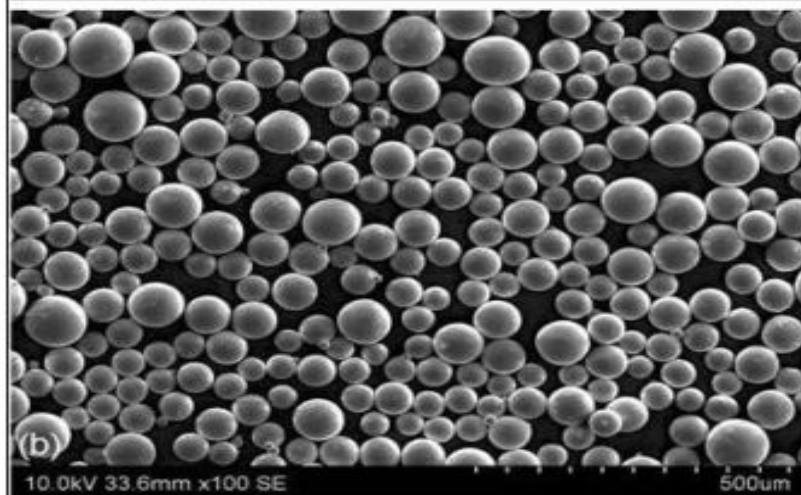
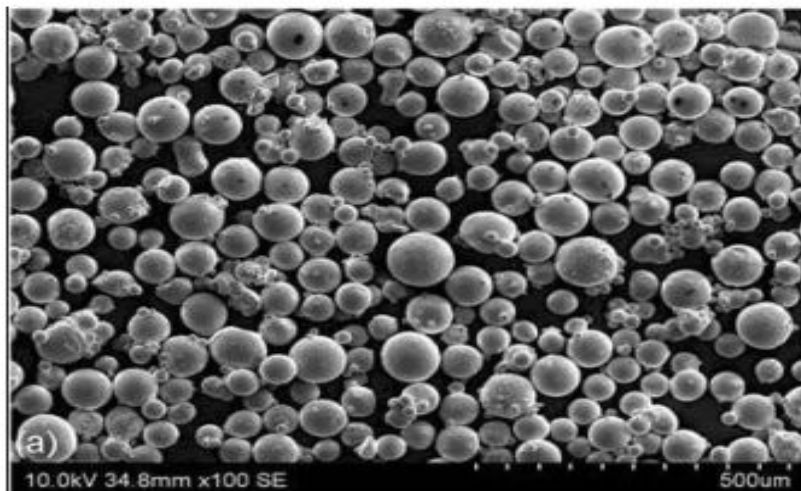
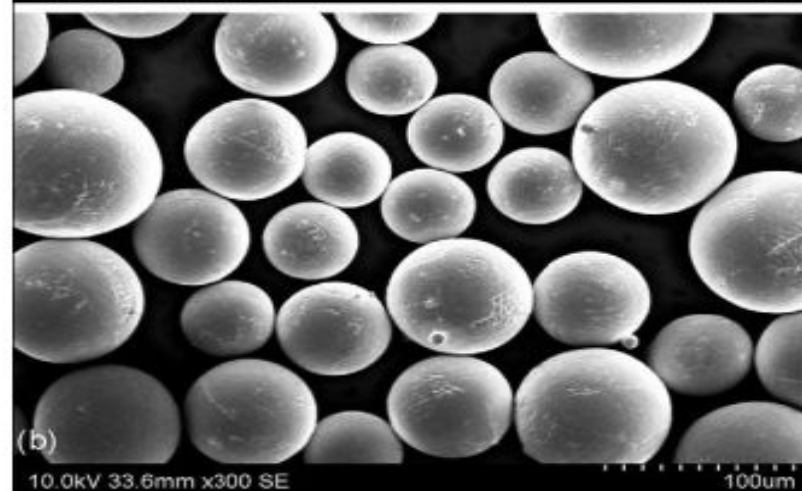
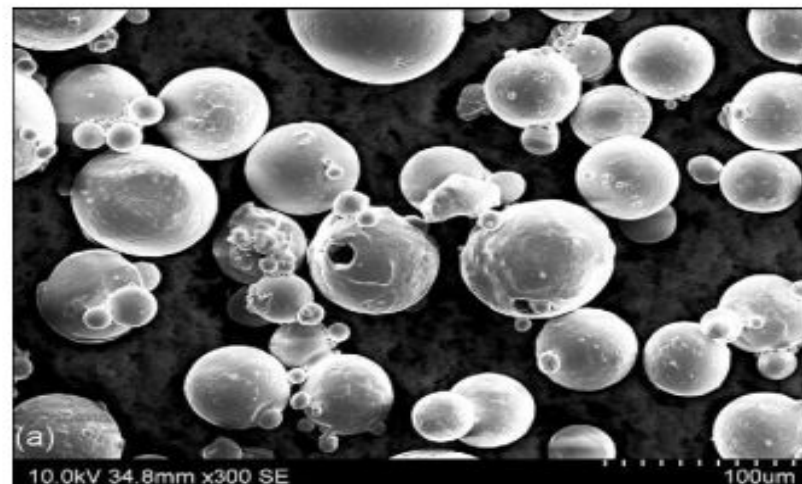


Рисунок 5. Схема процесса REP



а



б

Рисунок 6. Морфология порошков Ti-6Al-4V, полученных разными методами: а – атомизация инертным газом; б – центробежная плазменная атомизация (PREP)

Номенклатура порошков компании LPW Technology для применения в АМ-машинах

Марка	Сплав	Химический состав	Стандарты					
			UNS	ASTM	ISO	AMS	DIN	Аналог
Металлопорошки на основе Ni и Co								
LPW CoCr-1LC +		C 16 max, Mn 0 max, Si 0 max, Cr 0-30.0, Ni 50 max, Mo 0-7.0, Fe 75 max, S 010 max, P 020 max, Al 10 max, Ti 10 max, W 20 max,			5832-4			
LPW CoCr-2LC	Co-CrMo	B 010 max, Co Bal	31537	F1527, F75	5832-12			MP1
LPW 718-2	718	Al 30-0.70, B 006 max, Ca 01 max, C 02-0.08, Cr 0-21.0, Co 0 max, Na+Ta 75-5.50, Cu 30 max, Fe 0-21.0, Mg 01 max, Mn 35 max, Mo 80-30, Ni 0-55.0, P 015 max, Se 005 max, Si 35 max, Ti 75-1.15, S 015 max.	7718	B537 B670		5832, 5596	2.4668	IN718

Металлопорошки на основе Fe

LPW M300-1	18Ni300	C 03 max, Mn 15, Si 10 max, Ni 0-19.0, Mo 50-5.20, Co 50-10.0, Ti 80-1.20, P 010 max, S 010, Fe Bal.					1.2709	MS1
LPW 174-1	17-4ph	Cr 0-17.0, Ni 0-5.0, Cu 0-5.0 Mn 0 max, Si 0 max, Mo 0 max, Nb+Ta 15-0.45, C 10 max, Fe Bal.	17400	A708	15156-3	5604 5643	1.4548	GP1
LPW 155-1	15-5ph	Cr 0-15.0, Ni 5-5.5, Cu 5-4.5, Mn 0 max, Si 0 max, Mo 5 max, Nb 15-0.45, C 07 max, Fe Bal.	S15500	A564 A693		5659, 5862		Ph2
LPW 316-1	SS 316L	C 03 max, Si 75 max, Mn 0 max, P 025 max, S 01 max, Cr 5-18.0, Ni 5-13, Mo 25-2.50, Cu 50 max, Fe Bal.	S31673	F138 F745	5832-1		1.4404 4401	

Металлопорошки на основе Ti								
LPW Ti6-4 -2	Ti6-4	Al 5-6.5, V 5-4.5, N 03 max, C 08 max, H2 0125 max, Fe 25 max, O 20 max, Res Each 1, Res Total 4, Ti Bal.	R5640 0	F1472, B348gr 5	5832-3	4954, 4911, 4928	3.7164	Ti64
LPW Ti6-4ELI-2	Ti6-4 ELI	Al 5-6.5, V 5-4.5, N 03 max, C 08 max, H2 0125 max, Fe 25 max, O 13 max, Res Each 1, Res Total 4, Ti Bal.	R5640 1	F136, B348 gr 23	5832-3	4956		
LPW CpTi1-2	CpTi gr 1	N 03 max, C 08 max, H2 015 max, Fe 20 max, O 18 max, Res Each 1, Res Total 4, Ti Bal.	R5025 0	F67, B348gr 1	5832-2			
LPW CpTi2-2	CpTi gr 2	N 03 max, C 08 max, H2 015 max, Fe 30 max, O 25 max, Res Each 1, Res Total 4, Ti Bal.	R5040 0	F67, B348gr 2	5832-2	4921 4902		
Металлопорошки на основе Al								
LPW AlSi10Mg-1	AlSi10 Mg	Si 0-11.0, Mg 2-0.45, Fe 55 max Ni 05 max, Cu 05 max, Zn 10 max, Mn 45 max Pb 05, Sn 05 max, Ti 15 max, Al Bal	A1360 0	A03600			3.2381.01	
LPW AlSi12-1	AlSi12	Si 0-13.0 Mg <0.10, Fe 55 max, Ni 05max, Cu 05 max, Zn 10 max, Mn 45 max, Pb 05, Sn 05 max, Ti 15 max, Al Bal.					3.2581.01	

Заключение

1. Рассмотрены области применения порошковых материалов. С его помощью производят различные материалы, имеющие уникальные функциональные характеристики. Сегодня из них изготавливаются конструкционные элементы машин и механизмов, металлорежущий и породоразрушающий инструмент, подшипники и прочие компоненты узлов трения, детали электротехнического оборудования и оснащения атомных реакторов, магниты, охладители испарительного типа, множество других незаменимых изделий промышленного назначения. Повсеместное распространение получил в последнее время также способ нанесения на металлические поверхности защитных покрытий путем напыления и наплавления.

2. Изучили методы получения металлических порошков и их оборудования. Диспергирование расплава – наиболее производительный, экономичный и эффективный способ получения мелких и средних порошков металлов: 60-70 % объема всех промышленных порошков получают именно этим методом.
3. Выполнен экспериментальный сравнительный анализ микроструктурных характеристик порошков, полученных разными методами. Полученных методами атомизации инертным газом и центробежной плазменной атомизацией (PREP), показало, что частицы порошка, полученного методом PREP, отличаются правильной сферической формой и отсутствием «сателлитов» – пылевидных частиц, налипающих на более крупные в результате соударения в процессе газовой атомизации.

Спасибо за
внимание!