

Порошковые материалы АО «ПОЛЕМА» и их применение в аддитивном производстве

Докладчик:
Начальник технологического отдела
АО «ПОЛЕМА»
Марусин Павел Сергеевич



ПОЛЕМА – ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ



Крупнейший отечественный производитель металлических порошков для 3D-печати, MIM, напыления и наплавки



Компетенции предприятия:
60-летний опыт производства



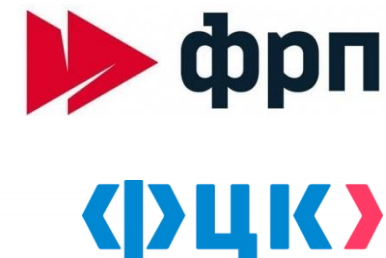
Технологическая и производственная база:
5 технологий получения металлического порошка, новейшее и уникальное для России оборудование



Гарантия новейших передовых разработок и возможности импортозамещения



Государственная поддержка проектов



Области применения продукции:



энергетика



электроника



аддитивные технологии



медицина



металлургия



авиация
и космос



добыча
полезных
ископаемых



машино-
строение

ПОЛЕМА – ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

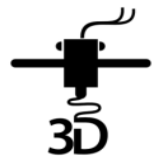


Объем производства порошковых материалов для АТ – более **1 тонны в месяц**

Основные сферы потребления:



Авиа- и судостроение

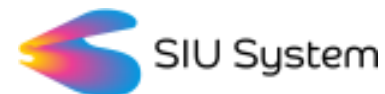


Центры оказания услуг
по 3D-печати



Медицина

Партнеры АО «ПОЛЕМА» в сфере
аддитивных технологий:



ЦЕНТР АТ

«Наука создавать»



**Объединенная
двигателестроительная
корпорация**



SPRINT 3D



ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



NISSA | DIGISPACE



ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА ДЛЯ 3D – РЕШЕНИЕ АО «ПОЛЕМА»



Плавление / распыление

Направление улучшений:

- Избавление от включений
- Выход фракции
- Сложный хим. состав

Результат:

- Получение порошков сферичной формы на Ni, Co и Fe основах;
- Увеличенные насыпная плотность и текучесть;
- Увеличение выхода целевой фракции для аддитивных технологий.



Ситовая классификация

Направление улучшений:

- Производительность
- Чистота процесса

Результат:

- Увеличение скорости просеивания в 5 раз относительно ранее применяемого оборудования;
- Выделение узких фракций материала в соответствии с требованиями заказчиков.



Рафинирование / сфероидизация

Направление улучшений:

- Оксиды
- Сферичность
- Текучесть

Результат:

- Получение порошков сферичной формы на Co, Ni, Fe, Mo, W основах;
- Повышение и достижение стабильности по текучести порошков;
- Снижение количества кислорода в химическом составе порошка.



Отмывка и сушка порошка, воздушная классификация

Направление улучшений:

- Производительность
- Чистота процесса

Результат:

- Удаление пылевидной фракции из порошка;
- Классификация порошков в узком диапазоне (от 5 до 50 мкм);
- Классификация Порошков с шагом 3-5 мкм.



Металлические порошки для аддитивных технологий

Направление улучшений:

- Окисляемость
- Упаковка

Результат:

- Упаковочная линия;
- Защитная атмосфера;
- Новая тара.





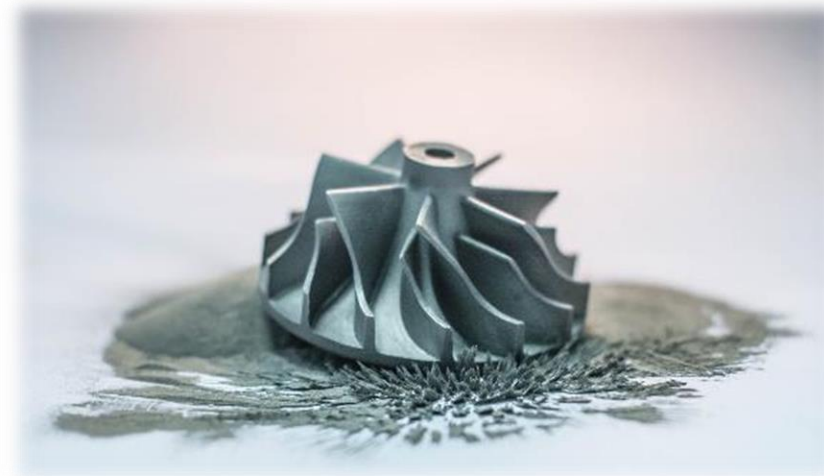
По ГОСТ 25849-83 сферичность
не менее 90%
(сферичные и округлые частицы)



Успешное применение материалов
«ПОЛЕМА» для оборудования
различных производителей

Производимые материалы для 3D-печати
и МІМ:

- ✓ Нержавеющая сталь
- ✓ Сплавы на основе никеля
- ✓ Сплавы бронзы и латуни
- ✓ Кобальт-хром-молибден
- ✓ Стеллиты
- ✓ Инструментальные стали
- ✓ Сферичные порошки Cr, W, Mo



ТОП продаваемых порошковых
материалов для аддитивных технологий

Марка	Аналоги
ПР-КХ28М6	UNS 31537 / MP1
ПР-08ХН53БМТЮ	Inconel 718
ПР-Х15Н5Д4Б	15-5PH
ПР-07Х18Н12М2	AISI 316S / DIN 1.4401
ПР-Х16Н6Д4Б	17-4PH / DIN 1.4542
ПР-12Х18Н10Т	AISI 321 / DIN 1.4541
ПР-03Х17Н12М2	AISI 316L / DIN 1.4404

ПРОИЗВОДСТВО ЖАРОПРОЧНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА



В 2021 году порошковые материалы АО «ПОЛЕМА» (X15H5Д4Б и KX28M6) вошли в ограничительные перечни материалов как для морского, так и авиадвигателестроения.

Марка	Аналоги
ПР-ХН63М9Б	Inconel 625
ПР-08ХН53БМТЮ	Inconel 718
ПР-ХН47М9КВТ	Inconel НХ
ПР-ХН45МВТЮБР	ЭП718
ПР-08Х15Н5ДТ	ЭП410
ПР-ХН55В5МБТЮ	ЭП648
ПР-ХН78Т	ЭИ435
ПР-ХН58МБЮ	ЭК171
ПР-11Х11Н2В2МФ	ЭИ962
Новые материалы	
ПР-ХН51КВМТЮБ	ЭП741НП
ПР-ХН60ВМТЮБ	Inconel 738
ПР-ХН50КВМТЮБ	ВВ750П



СОТРУДНИЧЕСТВО С КОМПАНИЕЙ 3DLAM



АО «ПОЛЕМА» сотрудничает с компанией-производителем установок 3D-печати 3DLAM с 2019 г.

Поставляемые материалы:

ПР-03Х17Н12М2 (аналог 316L)

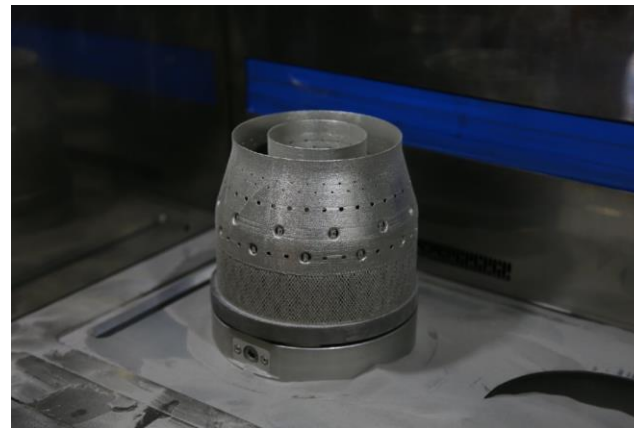
ПР-08ХН53БМТЮ (аналог Inconel 718)

ПР-КХ28М6 (аналог MP-1)

Примеры напечатанных изделий из порошковых материалов АО «ПОЛЕМА»:



*Деталь штурвала из материала ПР-03Х17Н12М2**



*Камера сгорания реактивного двигателя из материала ПР-08ХН53БМТЮ**



*Каркас для мостовидного протеза из материала ПР-КХ28М6**

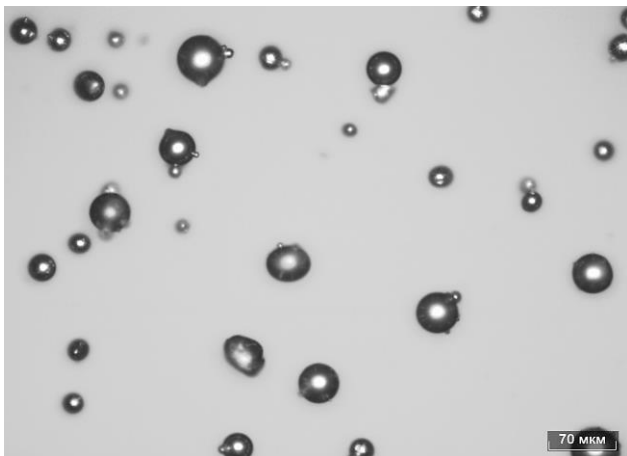


Фото частиц порошка ПР-08ХН53БМТЮ, фр. 20-45 мкм

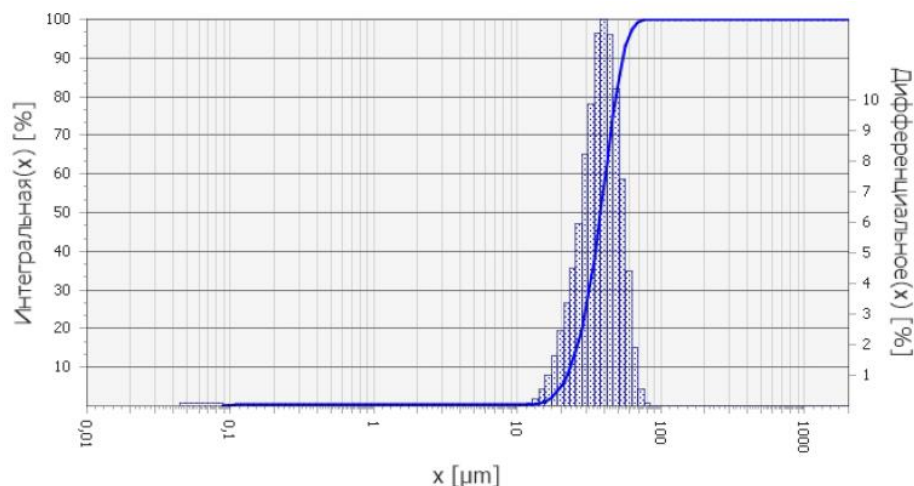
ПР-08ХН53БМТЮ (аналог Inconel 718) – жаропрочный высококачественный сплав на основе никеля. Эксплуатируется при температурных режимах достигающих 980 °С, обладает великолепной коррозионной стойкостью и хорошей обрабатываемостью.

Области применения в сфере АТ:



Двигателестроение

(вращающиеся компоненты, рабочие колеса)



Q3(d), %об.	d, мкм	Козф. Вар. ,%	M11562	M11563	M11564
10	23,5	0,6	23,3	23,6	23,5
50	37,9	0,5	37,8	38,2	37,7
90	54,3	0,4	54,3	54,7	54,1

Результаты гранулометрического анализа порошка ПР-08ХН53БМТЮ фр. 20-45 мкм

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПР-08ХН5ЗБМТЮ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



Отрасль: двигателестроение

Задача: печать камеры сгорания для энергетической установки

Исполнитель: 

Оборудование: 3DLAM Mid

Срок выполнения печати: 20 часов

Механические свойства выращенных образцов (СЛС)



Камера сгорания энергетической установки*

Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Твердость	
			HV 0,05/15	HRB
990-1010	760-790	8,0-13,5	178-205	91-94

Ударная вязкость KCV при 25 °С: 242,5-350 Дж/см²

*Фото компании 3DLAM

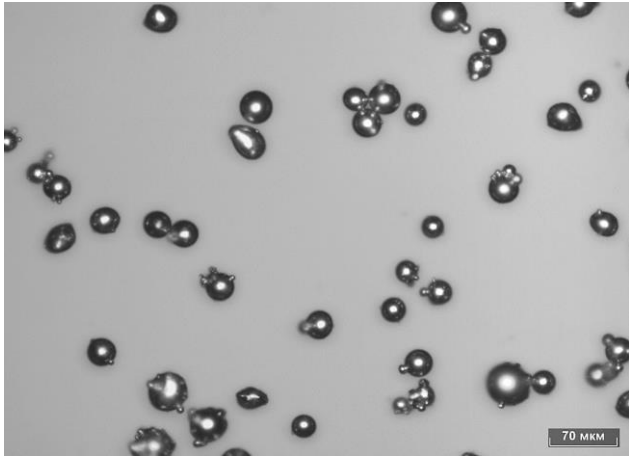


Фото частиц порошка ПР-КХ28М6, фр. 20-45 мкм

Сплав ПР-КХ28М6 (аналог МР-1) характеризуется отличными механическими свойствами (прочность, жесткость и т. д.), устойчивостью к коррозии и термостойкостью.

Области применения в сфере АТ:



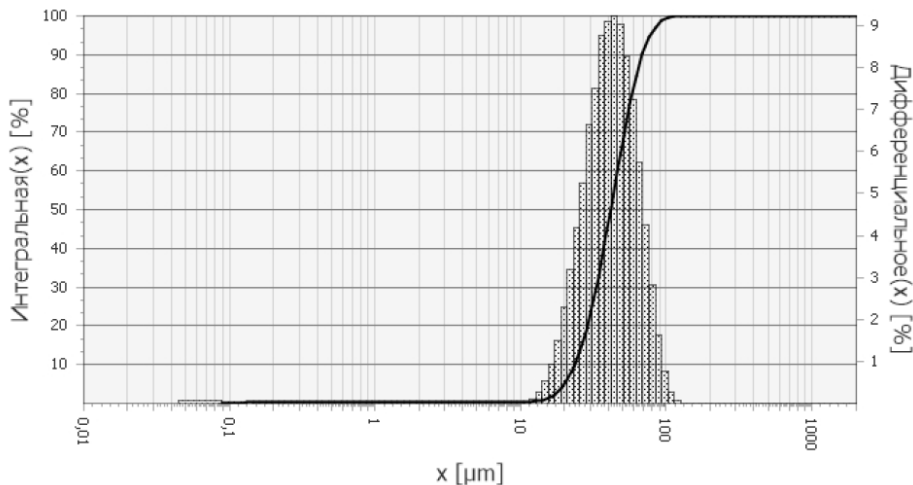
Двигателестроение

(детали ГТД)



Медицина

(имплантаты, протезы)



Q3(d), %об.	d, мкм	Козф. Вар. ,%	M11985	M11986	M11987
10	23,6	0,6	23,5	23,8	23,4
50	41,6	0,3	41,6	41,8	41,5
90	68,6	0,2	68,6	68,8	68,5

Результаты гранулометрического анализа порошка ПР-КХ28М6 фр. 20-45 мкм

Отрасль: стоматология

Задача: печать кастомизированного мостовидного протеза

Исполнитель: 

Оборудование: 3DLAM Mini

Срок выполнения печати: 20-30 минут



Каркас для мостовидного протеза (верхняя челюсть)*



Установленный протез с керамическим покрытием (верхняя челюсть)*

Механические свойства выращенных образцов (СЛС)

Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Твердость HV 0,05/15
460-546	430-510	1,5-3,0	242-276

Применение

- 3D и MIM
- Изготовление изделий методами порошковой металлургии
- Напыление и наплавка

Результат сфероидизации:

- Повышение текучести;
- Повышение насыпной плотности;
- Снижение содержания кислорода.

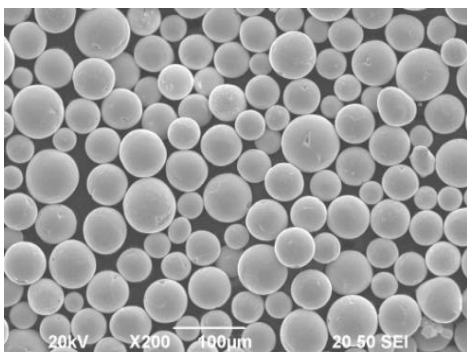


Процесс сфероидизации в индукционно связанной плазме обеспечивает значительное снижение примесей кислорода, а также удаление пыли и сателлитов из порошка.

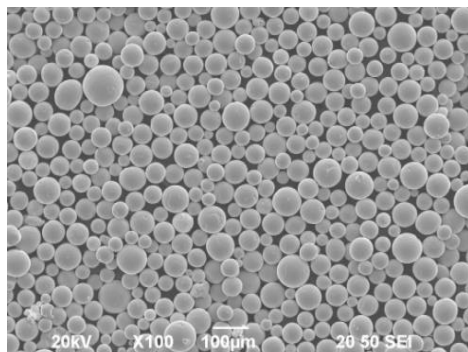


В настоящий момент имеется возможность сфероидизации частиц от 40 до 125 мкм. Проводятся опытные работы по сфероидизации порошков более мелких фракций.

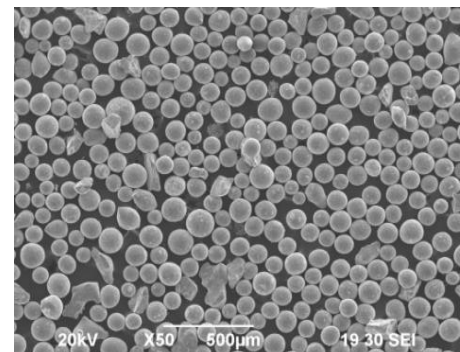
Сферичный порошок
вольфрама



Сферичный порошок
молибдена



Сферичный порошок
хрома



Акционерное общество
«ПОЛЕМА»

300016, г. Тула, Россия
ул. Пржевальского, д. 3

Тел.: +7 4872 25 06 68
Факс: +7 4872 25 06 78

www.metholding.ru

www.polema.net

