

Обзор тенденций рынка АТ и примеры практического применения материалов АО «ПОЛЕМА» в аддитивном производстве

Докладчик:
Ведущий специалист по маркетингу
АО «ПОЛЕМА»
Журавлева Светлана Сергеевна



ПОЛЕМА – ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ



60
ЛЕТ
ПОЛЕМА

фрп

ЦК



Один из крупнейших отечественных производителей 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



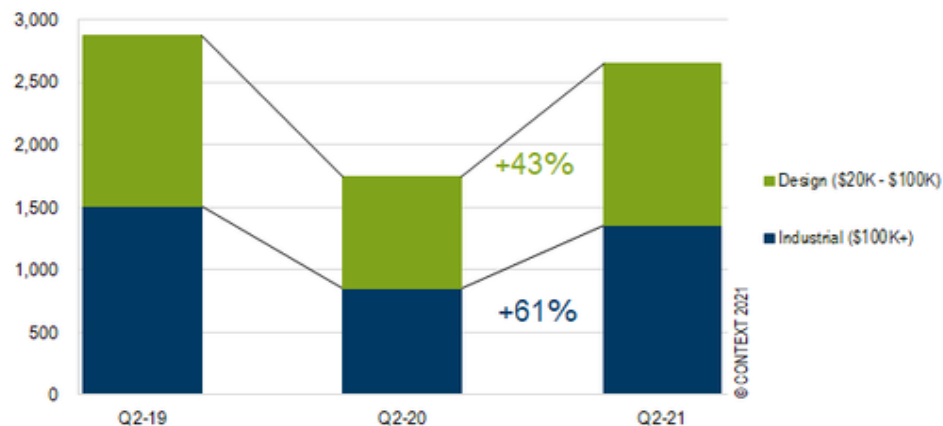
добыча
полезных
ископаемых



машино-
строение

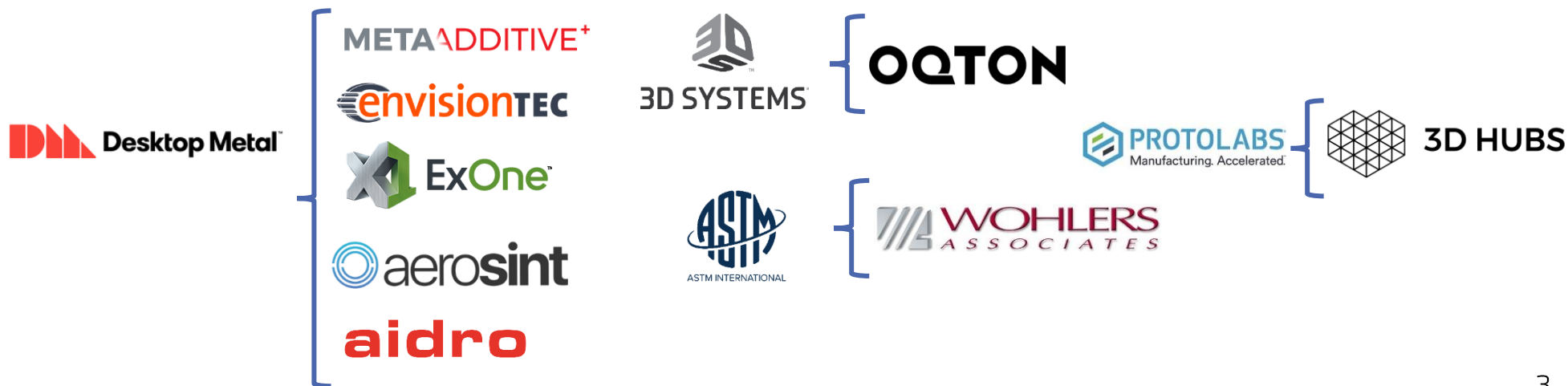
- ✓ Возвращение к доковидному уровню продаж оборудования для 3D-печати в 2021 году

Global Industrial and Design 3D Printer System Shipment Growth



Согласно информационно-исследовательскому portalу Context уровень продаж оборудования для 3D-печати практически вернулся к объему 2019 года.

- ✓ Поглощения компаний в период пандемии



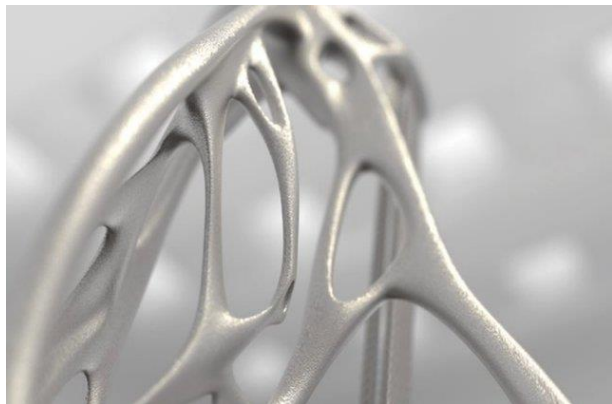


Фото SLM Solutions

- ✓ **Забота об окружающей среде в рамках ESG**
- ✓ Компания SLM Solutions разработала новое ПО для осуществления печати без поддержек.
- ✓ Технология Bluesint PA12 компании Materialise позволяет осуществлять печать при помощи 100% переработанного порошка (полимер).
- ✓ Компания 6K Additive разработала технологию производства металлических порошков для 3D-печати UniMelt из лома.
- ✓ Ford и HP совместно собираются использовать переработанный порошок (полимер) для 3D-печати и изделия для производства автомобильных компонентов посредством литья под давлением.

✓ Сохранение лидерства АТ в авиакосмической и автомобильной отраслях

- ✓ Safran совместно с SLM Solutions напечатали деталь шасси из титана размером 455 x 295 x 805 мм.
- ✓ Компания SPEE3D получила 1,5 млн долларов США на использование их технологии печати с помощью холодного напыления для печати вкладыша сопла весом 17,9 кг.
- ✓ Двухтонный вкладыш сопла для ракета RS25 (DM3D Technology, Auburn University, NASA) для улучшения работы жидкостного реактивного двигателя.
- ✓ Volkswagen совместно с HP и Siemens собираются внедрять технологию MBJ (Metal Binder Jet) для печати около 100 000 деталей в год к 2025 г.
- ✓ Nissan с помощью технологии и принтера SPEE3D напечатали деталь автомобильного водяного насоса из алюминия для охлаждения.



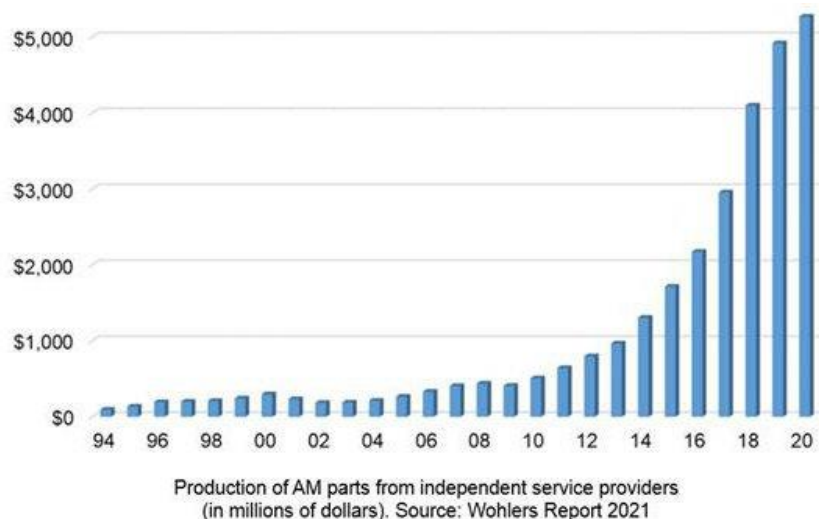
Фото Safran и SLM Solutions



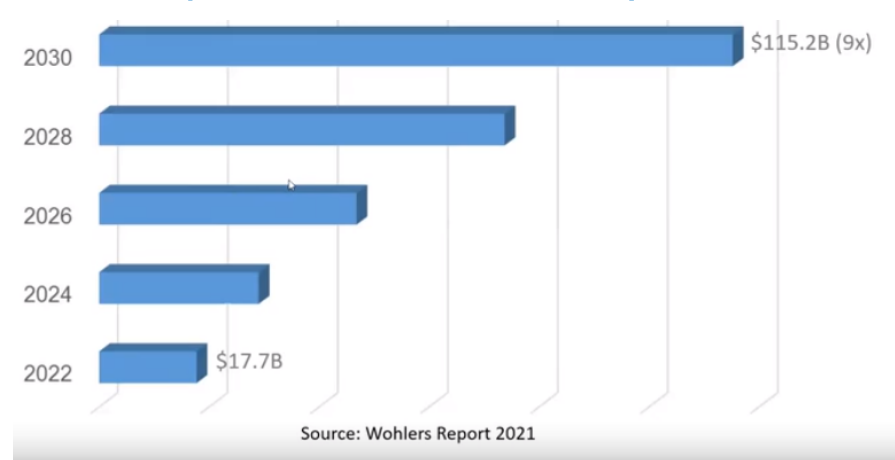
Фото DM3D Technologies

- По отчету Wohler's Report 2021 **рост отрасли АТ**, несмотря на COVID19, **в 2020 г. составил 7,5%**, и достиг уровня **12,8 млрд долларов США** при среднем росте рынка АТ **27,4%** в год.
- Объем производства напечатанных изделий согласно Wohler's Report достиг в 2020 г. более 5 млн долларов США.
- Wohler's Report прогнозирует, что объем рынка АТ достигнет **115,2 млрд долларов США** к 2030 году.
- В **2021 г.** рынок АТ достиг **16 млрд долларов США** по оценке агентства Imark.

Объем роста производства напечатанных изделий



Прогноз Wohler's Report по увеличению объема рынка АТ к 2030 году



По прогнозу Wohler's Report на 2022 год:

- АТ будет далее адаптироваться для применения в сфере производства, авиакосмической отрасли, медицины, ювелирных изделий.
- Стоимость и производительность останутся главными препятствиями для внедрения АТ.
- Автомобильная промышленность еще не готова к полноценной адаптации АТ.

- В июле правительство РФ утвердило «Стратегию развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года» (распоряжение №1913-р от 14 июля 2021 года).
- В России **к 2030 году** будет создано около **180 центров аддитивных технологий**.
- Эксперты полагают, что при реализации всех мер из «дорожной карты» по развитию аддитивного производства Россия **к 2030 году** может войти в пятерку ведущих игроков мирового рынка 3D-печати».

Объем рынка АТ в 2020 г.

- **Объем российского рынка АТ** (аддитивного оборудования и комплектующих, материалов для аддитивной печати, услуг и программного обеспечения) составил **3 560 млн руб.**;
- **Объем продаж российских компаний на внутреннем рынке** аддитивного оборудования и комплектующих составил **804 млн руб.**;
- **Объем продаж российских компаний на внешнем рынке** аддитивного оборудования и комплектующих составил 40 млн руб.



Циклонный фильтр (фото компании 3DLAM).
Материал ПР-03Х17Н12М2 (аналог 316L)
производства АО «ПОЛЕМА»

Основные барьеры:

- Обеспечение механических свойств, аттестация деталей согласно ГОСТ.
- Высокая стоимость оборудования и материалов.
- Производительность.
- Нехватка профессиональных кадров.

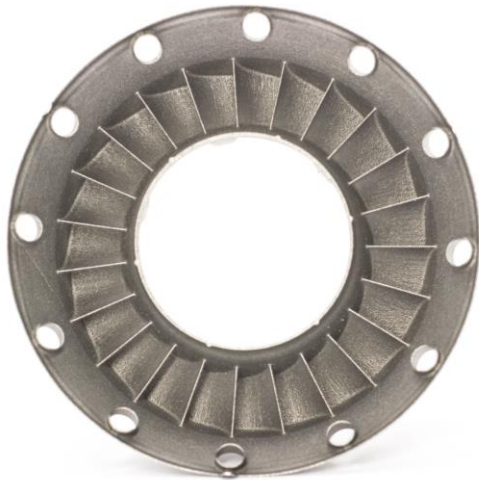


- ✓ **Внедрение АТ на базе металлургических и судостроительных предприятий**
- ✓ На ЕВРАЗ НТМК создана лаборатория аддитивных технологий.
- ✓ ИЛИСТ (СПбГМТУ) отправил заказчику очередную установку прямого лазерного выращивания.
- ✓ На Средне-невском судостроительном заводе спустили судно «Пионер-М» и показали современные АТ.
- ✓ Череповецкий металлургический комбинат запустил в работу новый 3D-принтер для печати металлических деталей.
- ✓ ССЗ «Вымпел» намерен осваивать аддитивные технологии

✓ «Локомотивы» АТ в России: авиастроение и атомная энергетика

- ✓ ИЛИСТ (СПбГМТУ) помогает «РОСАТОМУ» интегрировать АТ в процесс создания маломощных АЭС.
- ✓ ЦНИИТМАШ впервые в отечественной практике изготовил партию крупногабаритных изделий методом СЛС металлических порошков.
- ✓ ЦАГИ исследует возможности АТ для получения сложногопрофильных стальных изделий в авиации.
- ✓ РОСТЕХ запустил серийную 3D-печать деталей для авиационного двигателя ПД-14.
- ✓ РОСТЕХ получил лицензию на серийную 3D-печать авиакomпонентов.
- ✓ Специалисты ЦНИИТМАШ с помощью АТ изготовили первый опытный образец сепарационного элемента для атомных ледоколов.



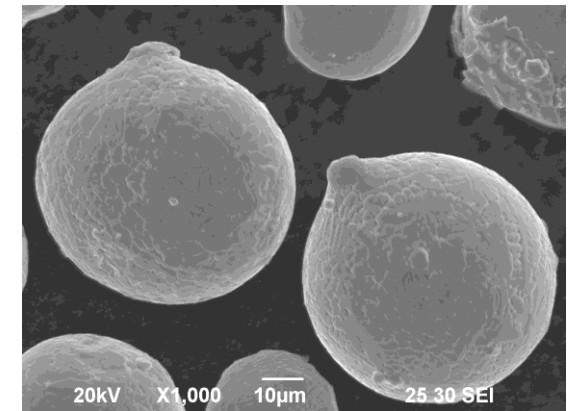


✓ Работа над стандартами АТ

- ✓ В Секретариат ТК 182 поступили первые редакции новых проектов национальных стандартов.
- ✓ Создание российского реестра медицинских материалов и стандартов их создания обсудят на ЕОФ «Сколково».
- ✓ Появились первые редакции национальных стандартов, разработанных ООО «РусАТ».

✓ Освоение, разработка новых материалов, отечественного ПО, оборудования для 3D-печати

- ✓ Ученые получили магнитный сплав из немагнитных материалов с помощью 3D-печати.
- ✓ АО «Наука и инновации» на форуме Армия-2021 представляет перспективную отечественную систему управления аддитивным оборудованием.
- ✓ НПП «3D Аддитивные технологии» готовит к выпуску новую фотополимерную смолу.
- ✓ ПОЛЕМА освоила выпуск новых марок порошков для импортозамещения





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

ТОП востребованных порошковых
материалов для аддитивных технологий

ПР-KX28M6
(MP-1)

ПР-
08ХН53БМТЮ
(Inconel 718)

ПР-Х15Н5Д4Б
(15-5PH)

ПР-
07Х18Н12М2
(316S)

ПР-Х16Н6Д4Б
(17-4PH)

ПР-
12Х18Н10Т
(321)

ПР-
03Х17Н12М2
(316L)



Успешное применение материалов
«ПОЛЕМА» для оборудования
различных производителей

Производимые материалы для 3D-печати и
МІМ:

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





Импортозамещение:

В 2021 году порошковые материалы ПР-Х15Н5Д4Б и ПР-КХ28М6 производства АО «ПОЛЕМА» вошли в ограничительные перечни материалов как для морского, так и авиадвигателестроения.

Отечественные производители газотурбинных двигателей имеют возможность отказаться от импортных материалов и поддержать госпрограмму импортозамещения.

ПР-ХН63М9Б
(Inconel 625)

ПР-
08ХН53БМТЮ
(Inconel 718)

ПР-
ХН60ВМТЮБ
(Inconel 738)

ПР-
ХН47М9КВТ
(Inconel НХ)

ПР-
ХН45МВТЮБР
(ЭП718)

ПР-
ХН55В5МБТЮ
(ЭП648)

ПР-
ХН51КВМТЮБ
(ЭП741НП)

ПР-
ХН50КВМТЮБ
(ВВ750П)



Сплавы высокой энтропии – новейшие материалы, освоенные АО «ПОЛЕМА».

Эти материалы обладают уникальной коррозионной стойкостью, способны сохранять прочность и гибкость даже при сверхнизких температурах, а также устойчивый фазовый состав при термомеханической обработке.

Подходят для производства или усовершенствования свойств изделий такими методами как наплавка и 3D печать.

Массовая доля элементов, %							
Марка	Co	Cr	Ni	Fe	Cu	Al	Mn
ПР-КХ23Н26	26,50	23,00	26,00	Ост.	-	-	Не указано
ПР-ХН24К24Ю	24,50	22,00	23,00	Ост.	-	6,5	≤0,60
ПР-ХН23К23Ю	22,00	22,00	22,00	Ост.	-	8,5	≤0,60
ПР-ХН18К18Д20Ю	18,00	18,00	17,00	Ост.	19,00	6,5	≤0,60
ПР-ХН21К21Г20	20,50	19,00	20,50	Ост.	-	-	19,5
ПР-ХН20К20Д21	20,00	18,00	20,50	Ост.	20,50	-	≤0,60

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ АО «ПОЛЕМА» В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



2021 год

Область: машиностроение

Изделие: часть электродвигателя Турбина

Материал: ПР-03Х17Н12М2 (аналог 316L)

Время печати: 5 дней



Механические свойства выращенных образцов (SLS)

Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %
688-702	388-469	33-53



ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ АО «ПОЛЕМА» В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



Область: авиастроение

Изделие: выхлопная система беспилотного летательного аппарата

Материал:
ПР-03Х17Н12М2
(аналог 316L)

Время печати: 10-11 часов

Оборудование: 3DLAM Mid

Область: электроника

Изделие: заглушки для компьютера

Материал: ПР-03Х17Н12М2
(аналог 316L)

Оборудование: 3DLAM Mid



2021 год

Область: авиастроение

Изделие: рычаг управления самолетом

Материал:
ПР-03Х17Н12М2
(аналог 316L)

Время печати: 10 часов

Оборудование: 3DLAM Mid





2021 г

Область: стоматология

Изделие: каркас для кастомизированного мостовидного протеза (верхняя челюсть)

Материал: ПР-КХ28М6 (аналог МР-1)

Оборудование: 3DLAM Mini

Время печати: около 30 минут



Механические свойства выращенных образцов (SLS)

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

Установленный протез с керамическим покрытием (верхняя челюсть)*



Каркас для мостовидного протеза (верхняя челюсть)*





2021 год

Область: медицина (инструменты)

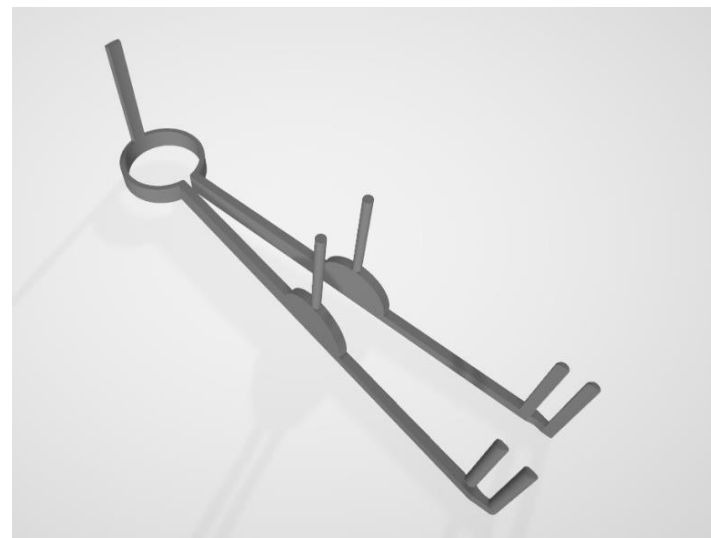
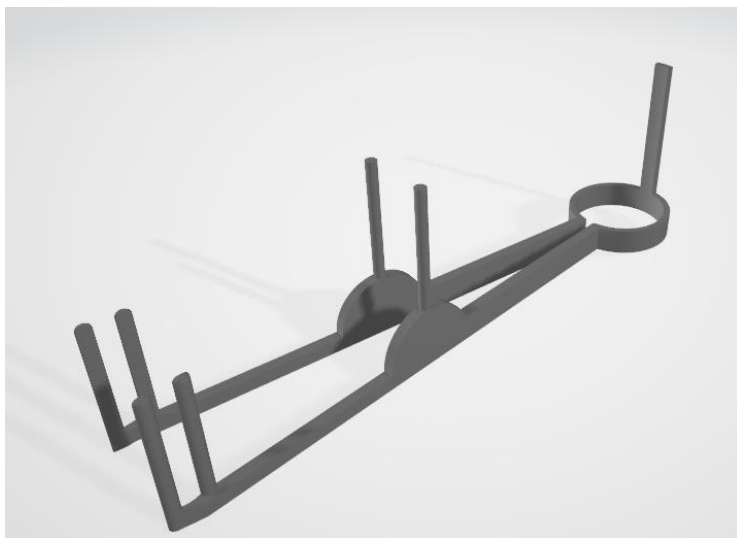
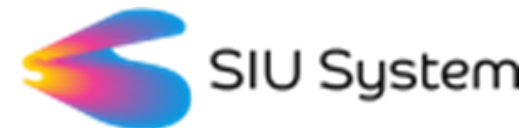
Изделие: щипцы

Материал: ПР-03Х17Н12М2 (аналог 316L)

Время печати: 10 часов

Оборудование: 3D Systems, машина ProX 320

Технология печати: DMP



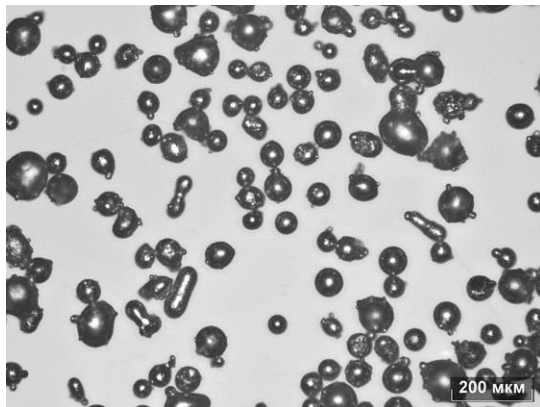
РЕГЕНЕРАЦИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ СФЕРОИДИЗАЦИИ



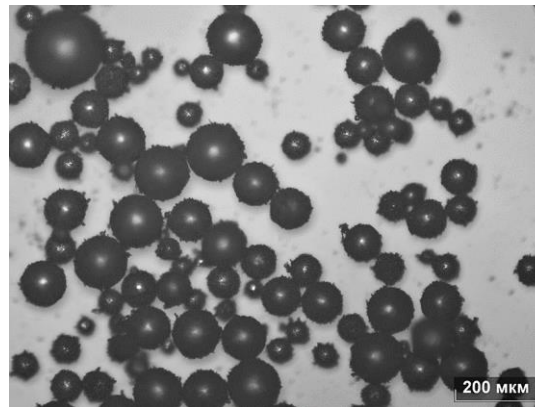
Сравнительный анализ химического состава порошков до и после сфероидизации

Марка	C	S	O	N	B	Al	Si	P	Ti	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Nb	Mo	H2O
Inconel 718 (до сфероидизации)	0,054	0,0043	0,021	0,01 ₈	0,09	0,49	0,15	≤ 0,01 ₅	0,94	18,63	0,1	0,05	52,5	0,1	5,5	3,0	-
Inconel 718 (после сфероидизации)	0,039	0,0032	0,03	0,01 ₇	0,09	0,52	0,14	0,02 ₅	0,93	19,48	0,1	0,1	51,2	0,1	5,57	3,06	0,02 ₁

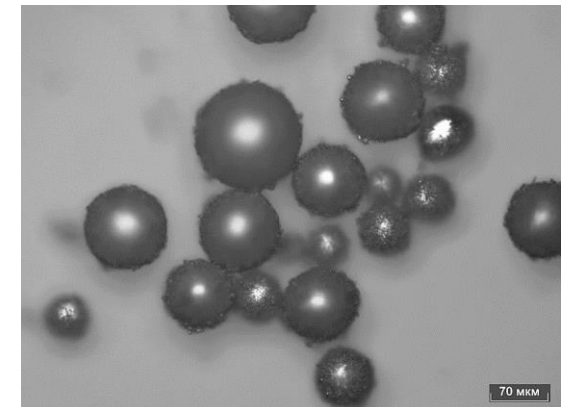
Форма частиц	До сфероидизации%	После сфероидизации %
Сферическая	59	88
Округлая	38	12
Угловатая	3	-



Внешний вид частиц порошка марки Inconel718 (до сфероидизации), x100



Внешний вид частиц порошка марки Inconel718 (после сфероидизации), x100



Внешний вид частиц порошка марки Inconel718 (после сфероидизации), x200

Акционерное общество
«ПОЛЕМА»

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

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

Marketing_polema@metholding.com

www.metholding.ru

www.polema.net

