



Перспективы и позиция АО «СМК» в производстве порошков для аддитивных технологий

**АО «Ступинская металлургическая
компания»**

*Ведущий специалист по менеджменту
инновационных проектов:*

М.А. Лебедев

Направления производства АО «СМК»

- ✓ Производство изделий из жаропрочных никелевых, титановых сплавов и специальных сталей для авиастроения, космической, атомной промышленности, энергетики, машиностроения, судостроения и нефтегазовой промышленности.
- ✓ Создан литейно-плавильный комплекс по производству крупногабаритных слитков из жаропрочных никелевых сплавов на базе вакуумных печей компании ALD, современных термических печей для гомогенизации слитков, создается комплекс горячего изостатического прессования, проводится глубокая модернизация кузнечно-прессового оборудования, введена в эксплуатацию автоматизированная линия термической обработки, проводится оснащение исследовательского центра компании современным оборудованием.
- ✓ Успешно развивается производство порошков из титановых и никелевых сплавов регламентированного фракционного состава на базе установок центробежного распыления. Реализованы поставки порошка заданного фракционного состава со свойствами, соответствующими качеству зарубежных стандартов.

Позиция АО «СМК» в направлении порошковой металлургии

- ❑ АО «Ступинская металлургическая компания» является ведущим предприятием в производстве готовой продукции горячего изостатического прессования (ГИП) для авиации;
- ❑ Разработка технологий и реализации идеально сферических порошков Ni и Ti сплавов, полученных методом плазменного распыления вращающегося электрода в среде инертного газа PREP (Plasma Rotating Electrode Process);
- ❑ Абсолютная сферичность частиц фракции **10-100** мкм достигается в **> 96 %**;
- ❑ Обеспечение отличной повторяемости результатов и упрощение отработки технологий аддитивного производства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, порошковая металлургия, дисперсные порошки, никелевые и титановые порошки, плазменное распыление вращающегося электрода (PREP), абсолютная сферичность, фракционный состав.

Применение продукции АО «СМК»

В воздухе и космосе, на земле и воде – там, где предъявляются особые требования к свойствам материалов – продукция СМК находит свое применение



ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ

Диски, валы и другие детали ГТД из жаропрочных Ni сплавов, Ti сплавов и специальных сталей, литейные жаропрочные Ni сплавы, кольцевые заготовки из Ti сплавов



САМОЛЕТОСТРОЕНИЕ, ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИЕ

Штампованные поковки, поковки свободной ковки из Ti сплавов и специальных сталей



СУДОСТРОЕНИЕ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Покówki, прутки, заготовки из Ti сплавов и специальных сталей



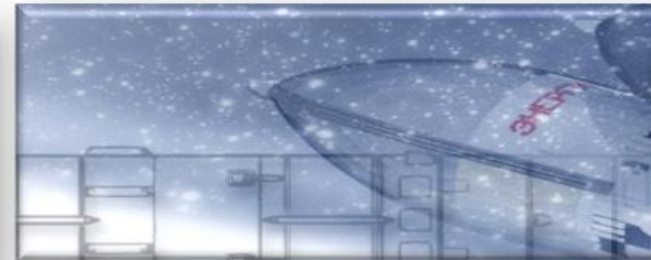
ЭНЕРГЕТИКА, НЕФТЕГАЗ

Диски, валы и другие детали ГТД из жаропрочных Ni сплавов, Ti сплавов и специальных сталей, литейные жаропрочные Ni сплавы, кольцевые заготовки из Ti сплавов



МАШИНОСТРОЕНИЕ

Штампованные поковки, поковки свободной ковки из Ti сплавов, специальных сталей, кольцевые заготовки из специальных сталей и Ti сплавов



КОСМОС

Штампованные поковки, кованные прутки из жаропрочных Ni сплавов и специальных сталей

Технологический цикл порошковой металлургии

1

- Производство слитка

2

- Высокоточная адьюстажная обработка слитка

3

- Распыление на дорогостоящем оборудовании, обеспечивающем высокую сферичность порошинок

4

- Контроль качества и отсев годного порошка заданной фракции

5

- Компактирование

АО «Ступинская металлургическая компания» является ведущим полноценно интегрированным производителем готовой традиционной продукции порошковой металлургии, компактированной горячим изостатическим прессованием (ГИП).

Диски и валы авиадвигателей из порошков жаропрочных никелевых сплавов на протяжении нескольких десятилетий показывают свою надежность и стойкость в экстремальных рабочих условиях.

Фракционные пакеты перспективных направлений порошковой 3D-металлургии

Степень равноосности $a/b = 1,0$
в > 96 % частиц из пробы

	Фракционный состав, мкм	
	<i>Ni</i>	<i>Ti</i>
Порошковый сплав		
Селективное лазерное спекание	10-53	15-63
Электронно-лучевое спекание	30-106	40-106
Лазерная наплавка	40-106	40-106

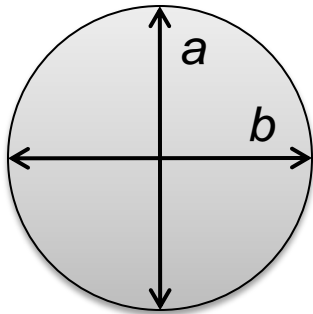
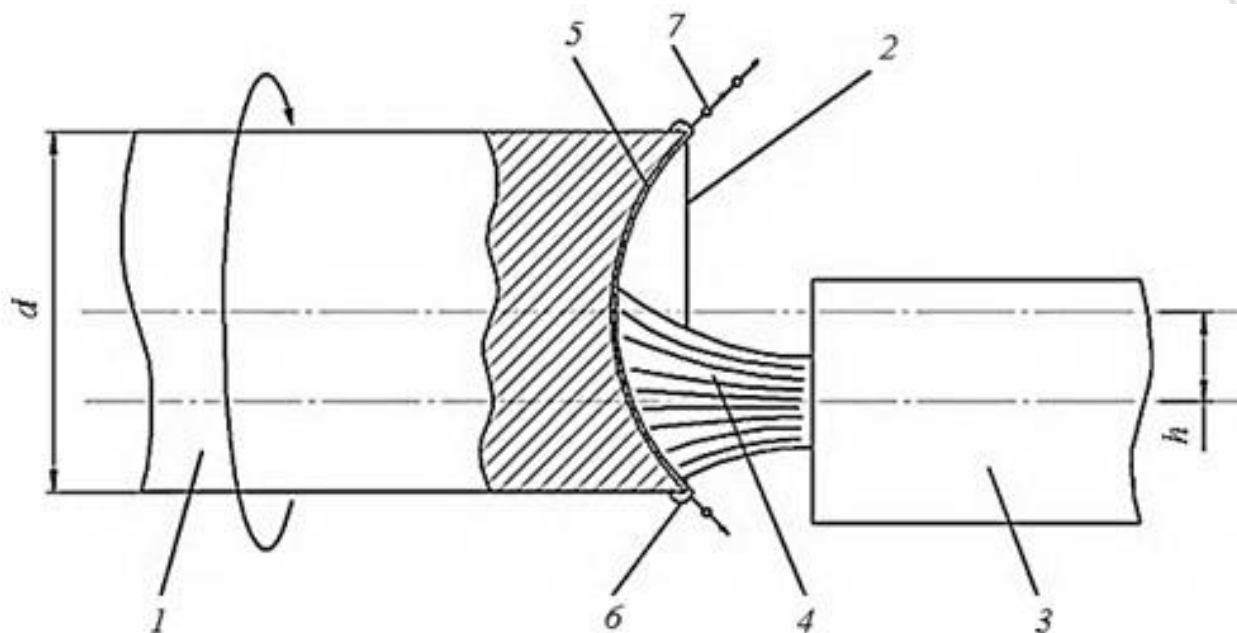


Схема производства порошков методом PREP

1 – литая заготовка (d -диаметр); 2 – торец распываемой литой заготовки; 3 – плазмотрон (h -эксцентриситет); 4 – плазменный поток; 5 – поверхностная пленка расплава; 6 – тороидальный «венец» из расплава; 7 – капли расплава, срывающиеся при высоких скоростях вращения литой заготовки

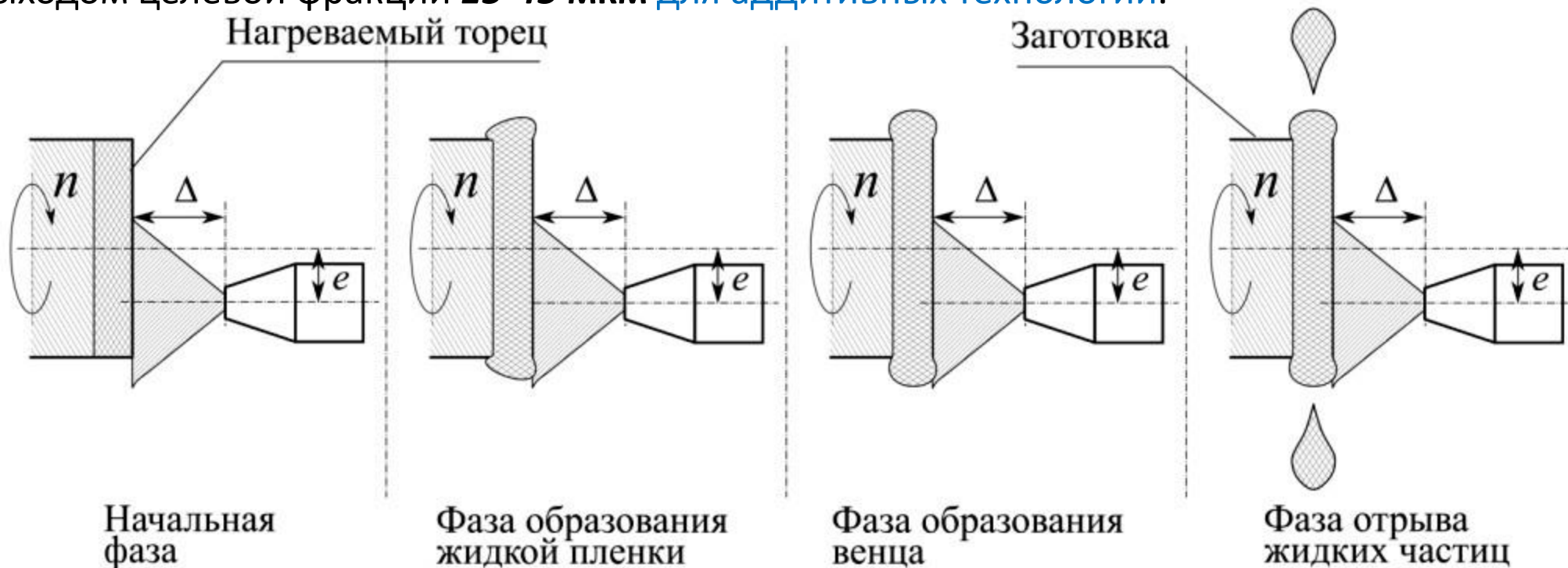


*Plasma Rotating
Electrode Process*

$\text{Ø}50-80$
MM

Особенности процесса PREP

- Порошинки формируются из капель практически в процессе отрыва;
- Порошинки обладают **высокой внутренней энергией**, позволяющей в полете провести **перенос атомов** расплава в сферическую форму;
- **Моделирование** целевого критического **радиуса порошинки** из дифференциальной зависимости между энергией Гиббса и объемным энергетическим состоянием;
- Перспективное технологическое направление получения **порошков** с увеличенным выходом целевой фракции **15-45 мкм для аддитивных технологий**.



Достижения АО «СМК»

На АО «СМК» успешно отработаны технологии получения порошков фракций **10-140 мкм** следующих сплавов:

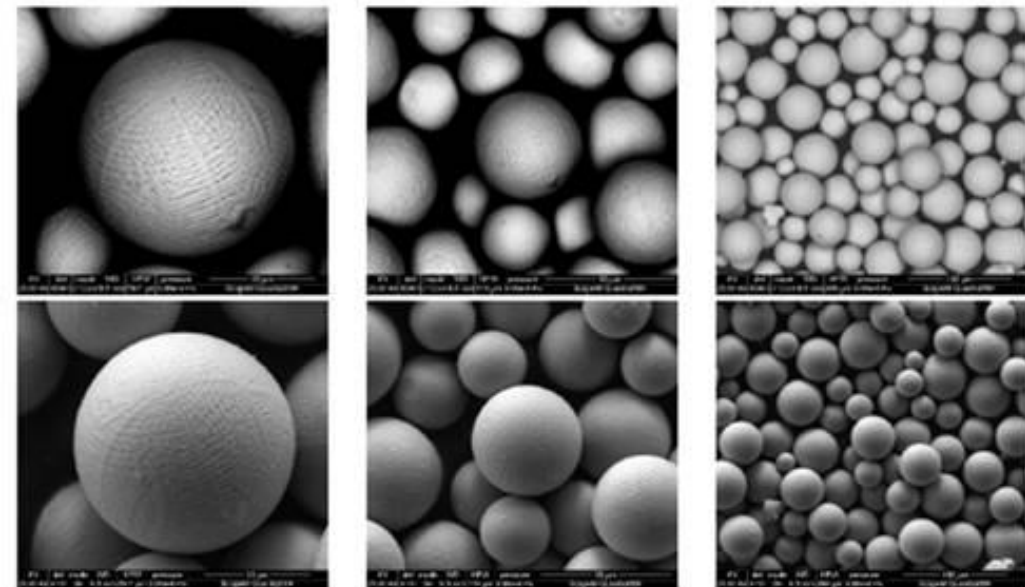
ЭП741НП, ВВ751П, ЖС32, ЖС6У, ЭП648, Inconel 625, Inconel 718, ВТ6 (TiAl6V4) и др.

Порошковая продукция АО «СМК» удовлетворяет в т.ч. и иностранным стандартам качества аэрокосмической и медицинской отраслей:

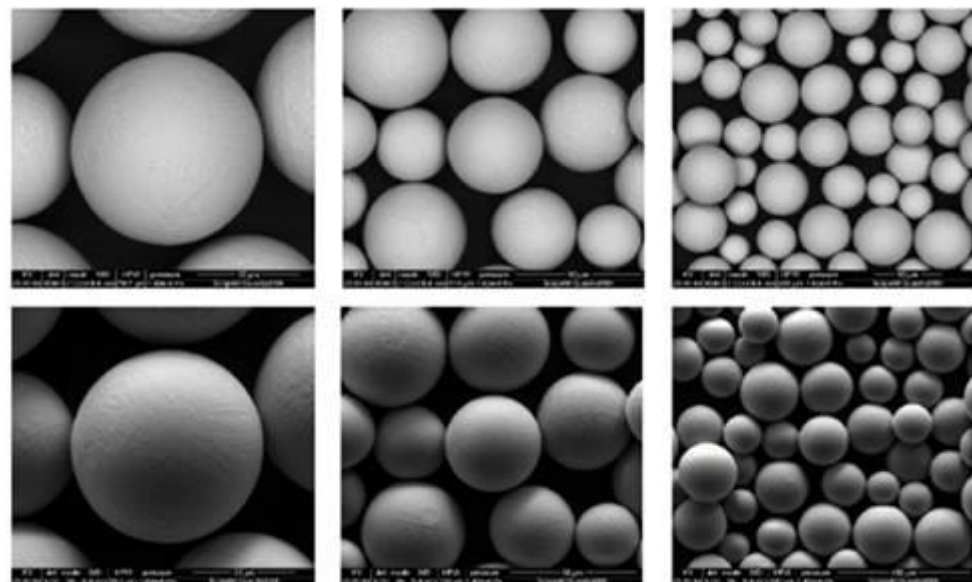
ASTM B348/B348m grade 2, grade 5, grade 23 (ELI).

Порошок	Ni		Ti	
	10-45 мкм	45-100 мкм	15-45 мкм	45-100 мкм
Фракция	10-45 мкм	45-100 мкм	15-45 мкм	45-100 мкм
Выход годного от заготовки	25 %	49 %	15 %	32 %

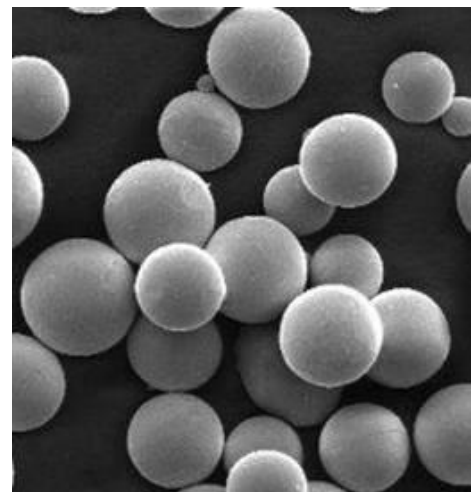
Порошки АО «СМК», полученные на УЦР



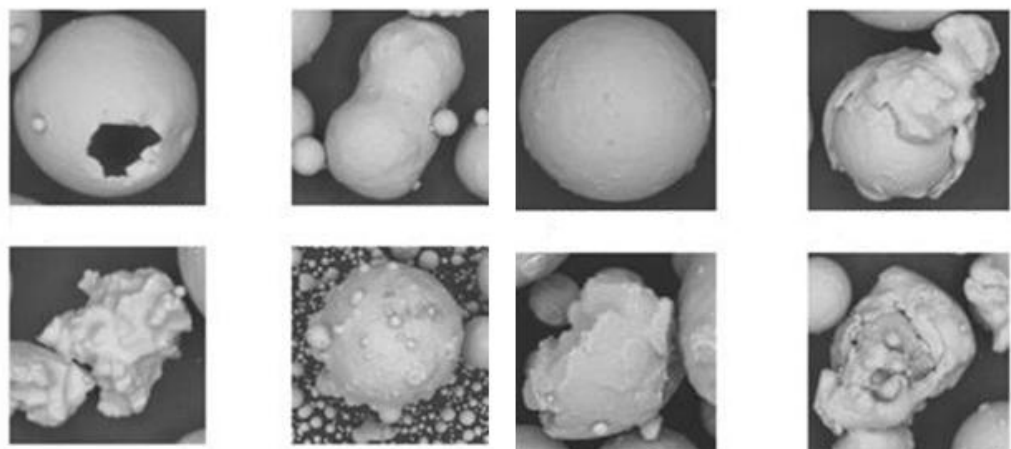
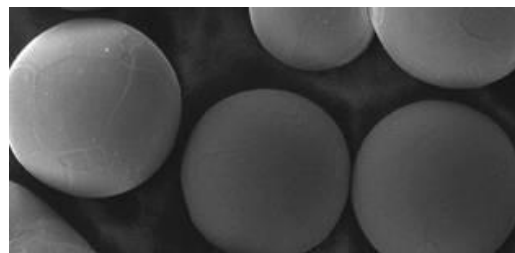
Inconel 625



Inconel 718



VT6 (TiAl6V4)



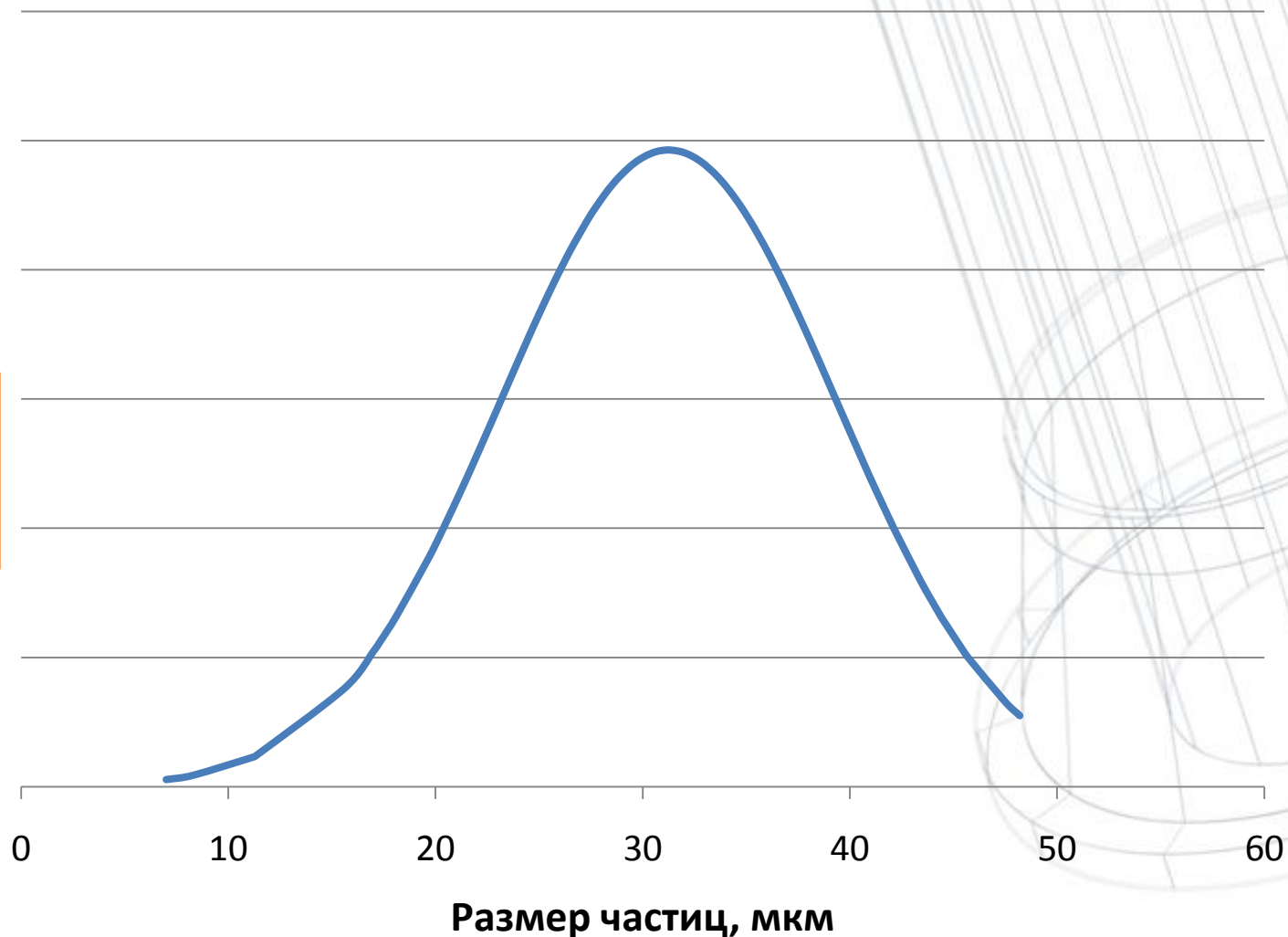
Порошок, полученный атомайзингом

Распределение частиц порошка сплава ВТ6 случайно выбранной партии

Фракция 10-50 мкм

70 % частиц размером
(30 ± 10) мкм

Абсолютная сферичность
согласно отчету
в 98,3 % случаев



Участие в профессиональных ассоциациях

Член европейской ассоциации
порошковой металлургии



Член ассоциации «Союз
авиационного двигателестроения»



Член межгосударственной
ассоциации «Титан»

Выводы

- ✓ **АО «СМК»** является **ведущим предприятием полного цикла**, обладающим оборудованием и технологиями **порошковой металлургии для авиации**.
- ✓ **PREP** позволяет производить в **> 96 %** частиц из пробы **идеально сферические** порошки Ni и Ti сплавов фракции **10-100** мкм. Превосходная повторяемость результатов позволяет уменьшить влияние случайных процессов исходного сырья при отработке теорий компактирования порошков.
- ✓ Наиболее **перспективным** направлением на АО «СМК» считается **расширение поставок Ti порошков для аддитивных технологий** фракций **15-45** и **45-100** мкм.
- ✓ За счет оборудования и технологий титановая продукция АО «СМК» удовлетворяет в т.ч. и иностранным стандартам качества аэрокосмической и медицинской отраслей: **ASTM B348/B348m grade 2, grade 5, grade 23 (ELI)**.
- ✓ **Кооперация** отраслевых институтов и промышленных предприятий положительно сказывается на совершенствовании технологических процессов порошковой металлургии, что позволяет **сокращать производственные издержки** и выпускать **продукцию нового уровня**.



Спасибо за внимание!

Лебедев Михаил Алексеевич

Ведущий специалист по менеджменту
инновационных проектов

Lebedev@smk.ru

+7 (925) 311-20-41

+7 (495) 598 50 00 доб. 4239

**АО «Ступинская металлургическая
компания»**

142800, Россия, Московская обл.,
г. Ступино, ул. Пристанционная, вл.2

info@cmk-group.com

+7 (495) 598 50 00 доб. 4001/4002

