

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка титановых порошков и титановых таблетированных лигатур в России

4 издание

Москва
июнь, 2024

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <https://infomine.ru/research/5/479>

Общее количество страниц: 128 стр.

Стоимость отчета различных комплектаций поставки:

- 1. Базовая** - файл формата PDF - 72 тыс.рублей
- 2. Расширенная** - файлы формата PDF + Word - 78 тыс.рублей
- 3. Пользовательская** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel - 84 тыс.рублей
- 4. Представительская** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании - 89 тыс.рублей
- 5. Максимальная** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании + презентация, изготовленная на основании данных отчета в .ppt - 109 тыс.рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустраняемых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.

Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. Инфомайн не проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению и изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации.

Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (<http://www.prommar.ru>) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	7
Введение	9
1. Сырье для получения титановых порошков, основные способы получения и требования к качеству.....	10
2. Производство титановых порошков и основные компании- производители в России в 2007-2023 гг.....	19
«АВИСМА» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (РФ, Пермский край)	19
АО «Полема» (РФ, Тульская обл.)	25
Другие предприятия	29
3. Экспорт-импорт титановых порошков РФ в 2005-2023 гг.	31
3.1 Экспорт РФ титановых порошков.....	31
3.2 Импорт РФ титановых порошков	41
4. Цены на титановые порошки в России в 2005-2023 гг.	69
5. Потребление титановых порошков в России в 2007-2023 гг.	74
5.1 Баланс производства-потребления титановых порошков в России и структура их потребления.....	74
5.2 Основные направления использования титановых порошков.....	76
5.2.1 Выпуск таблетированных лигатур.....	76
5.2.2 Прочие направления использования.....	82
5.3 Развитие аддитивных технологий и использование титановых порошков	95
6. Прогноз рынка титановых порошков в России.....	112
Приложение 1. ТУ 1791-449-05785388-2010	114
Приложение 2. Контактная информация основных предприятий- производителей и потребителей титановых порошков	127

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Требования к качеству титановых порошков марки ТПП
- Таблица 2. Требования к качеству порошков титановых согласно ТУ 14-22-57-92
- Таблица 3. Гранулометрический состав порошков титана согласно ТУ 14-22-57-92
- Таблица 4. Требования к качеству порошков титановых химических
- Таблица 5. Требования к качеству порошков титановых электролитических
- Таблица 6. Гранулометрический состав разных марок титанового порошка (ТУ 1791-001-11805089-2014)
- Таблица 7. Основные компании-импортеры титанового порошка ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2002-2023 гг., тонн
- Таблица 8. Требования к качеству титановых порошков, выпускаемых АО «Полема»
- Таблица 9. Основные физико-технические показатели титановых порошков АО «Полема»
- Таблица 10. Химический состав ряда марок титановых порошков АО «Полема»
- Таблица 11. Направления и объемы экспортных поставок титанового порошка из РФ в 2005-2023 гг., кг, тонн
- Таблица 12. Экспорт титанового порошка российскими компаниями-поставщиками в 2005-2023 гг., кг, тонн
- Таблица 13. Зарубежные компании-импортеры российского титанового порошка в 2005-2023 гг., кг, тонн
- Таблица 14. Направления импортных поставок титанового порошка РФ в 2005-2023 гг., кг
- Таблица 15. Поставщики титанового порошка в РФ и российские импортеры в 2005-2023 гг.
- Таблица 16. Среднегодовые экспортные цены на титановый порошок российских поставщиков в 2005-2023 гг., долл./кг
- Таблица 17. Среднегодовые импортные цены на титановый порошок по основным странам в 2018-2023 гг., долл./кг
- Таблица 18. Баланс производства-потребления титановых порошков в России в 2007-2023 гг., тыс. т
- Таблица 19. Характеристики титановых лигатур ООО «Экораф»
- Таблица 20. Финансовые показатели ООО «Экораф» и ОК «Стройбис» в 2014-2023 гг., млн руб.
- Таблица 21. Основные характеристики таблеток на основе титана производства ООО «Орион-Спецсплав-Гатчина»
- Таблица 22. Характеристика титановых лигатур ООО «Орион-Спецсплав-Гатчина»
- Таблица 23. Основные финансовые показатели ООО «Орион-Спецсплав-Гатчина» в 2014-2023 гг., млн руб.

Таблица 24. Российские компании-потребители титанового порошка и их поставщики в 2015-2023 гг. (анализ тендеров и закупок)

Таблица 25. Основные параметры 3-D аппаратов для послойного синтеза из металлопорошковых титановых композиций

Таблица 26. Порошковые композиции из титана, поставляемые компаниями-производителями аппаратов аддитивных технологий

Таблица 27. Компании-импортеры и объем импорта титановых порошков для аддитивных технологий в 2009-2023 гг.

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Динамика производства титановых порошков в ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2007-2023 гг., тыс. т
- Рисунок 2. Соотношение марок титанового порошка в экспорте ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2010-2023 гг., %
- Рисунок 3. Динамика экспорта титанового порошка АО «Полема» в 2003-2023 гг., кг
- Рисунок 4. Динамика экспорта РФ титановых порошков в 2005-2023 гг., тонн, млн долл.
- Рисунок 5. Изменение долей основных стран-импортеров российского титанового порошка в 2005-2023 гг., %
- Рисунок 6. Динамика импорта РФ титановых порошков в 2005-2023 гг., тонн, тыс. долл.
- Рисунок 7. Среднегодовые экспортные цены на титановый порошок РФ и ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2005-2023 гг., долл./кг
- Рисунок 8. Среднегодовые экспортные цены ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» на разные марки титанового порошка в 2013-2023 гг., долл./кг
- Рисунок 9. Оценочная структура потребления титановых порошков в России в 2018-2023 гг., %
- Рисунок 10. Прогноз отраслевой структуры мирового рынка АТ к 2025 г., %
- Рисунок 11. Аппарат селективного лазерного сплавления SLM 280 компании SLM Solution (Германия)
- Рисунок 12. Структура использования различных видов металлических порошков для 3D-технологий, %
- Рисунок 13. 3D-принтер RusMelt 310S производства ГК Росатом (Россия)

Аннотация

Настоящий отчет является **4-м изданием** исследования рынка титановых порошков и титановых таблетированных лигатур в России

Цель исследования – анализ рынка титановых порошков и титановых таблетированных лигатур в России и прогноз его развития.

Уникальность исследования заключается в том, что на рынке маркетинговых исследований России данная тематика, кроме ИГ «Инфомайн», никем не рассматривается.

Данная работа является **кабинетным исследованием**.

В качестве **источников информации** использовались данные статистических комитетов стран ЕАЭС (в том числе Росстата, Национального статистического комитета Республики Беларусь, Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан); международные базы данных ООН (UNdata), World Bank, Eurostat; данные международной и европейской торговли (UN Comtrade, Trade Map); Федеральной таможенной службы РФ (до 2022 г.); Единой информационной системы в сфере закупок; статистики железнодорожных перевозок; базы СБИС; зарубежных специализированных компаний; годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг; отраслевой и региональной прессы, материалов конференций, интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей исследуемой продукции; научно-технической литературы (elibrary и др.), база патентов ФИПС; база данных «Инфомайн» и т.д.

Хронологические рамки исследования: 2007-2023 гг.

География исследования: Россия – комплексный анализ рынка.

Объем исследования: отчет состоит из **6** частей, содержит **128** страниц, в том числе **27** таблиц, **13** рисунков и **2** приложения.

В **первой главе** отчета представлена классификация титановых порошков, сырье для их производства, основные способы получения и характеристики разных видов порошков.

Вторая глава отчета посвящена производству титановых порошков в России. Показана динамика производства в 2007-2023 гг. основным производителем (ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»), представлена информация о других производителях в России.

В **третьей главе** отчета приведены данные по экспорту и импорту титановых порошков Россией в 2005-2023 гг. с распределением по направлениям поставок. Отдельно выделены поставки импортных таблетированных титановых лигатур. Глава дополнена подробной информацией о российских импортерах и зарубежных поставщиках титановых порошков, включая средние цены на титановые порошки и лигатуры.

В **четвертой главе** отчета дана динамика экспортных цен на титановые порошки, в т.ч. по разным маркам и компаниям-поставщикам, импортных цен – по странам в 2005-2023 гг.

В **пятой главе** описывается потребление титановых порошков в России. В ней приведена динамика их потребления в 2007-2023 гг., дана оценочная структура потребления по областям использования, указаны российские предприятия-потребители. Подробно описаны российские компании, выпускающие таблетированную титановую лигатуру. Также глава дополнена разделом о перспективах использования титановых порошков в аддитивных технологиях.

Шестая глава посвящена прогнозу развития рынка титановых порошков в России.

В **приложениях** приведена контактная информация основных предприятий, выпускающих, поставляющих и потребляющих титановые порошки, а также требования к титановым пористым порошкам.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка титана, титановых порошков и лигатур – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для специалистов, работающих на рынке титана и порошковой металлургии, и принимающих управленческие решения.

Введение

Титан, как известно, обладает уникальными химико-металлургическими свойствами, используется в качестве легирующего, рафинирующего и модифицирующего компонента при производстве металлов и сплавов в цветной и черной металлургии.

Наиболее полно свойства титана реализуются применением титановых порошков. Они используются как основа шихты для получения тугоплавких и композиционных материалов.

Титан в виде порошка позволяет производить легирование стали и цветных металлов с большей степенью усвоения титана. На рынке получили распространение брикетированные титансодержащие лигатуры из порошков титана и его сплавов.

Титановые порошки хорошо формуется и спекаются, поэтому методами порошковой металлургии возможно изготовление различных деталей, пользующихся спросом на рынке.

В настоящее время в мировой авиационной промышленности стала широко применяться порошковая технология титановых сплавов. Это связано с широким внедрением на ведущих моторостроительных предприятиях современного оборудования, позволяющего производить серийные партии деталей методом селективного лазерного спекания и осуществлять технологии, направленные на ремонт ответственных деталей газотурбинных двигателей.

В ближайшей перспективе спрос на тонкозернистые, сферичные и однородные титановые порошки будет существенно увеличен в связи с бурным внедрением аддитивных технологий.

1. Сырье для получения титановых порошков, основные способы получения и требования к качеству

Основным сырьем для производства титановых порошков является губчатый титан. Для производства титановых порошков в России используется титановая губка производства «АВИСМА» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (Пермский край, Россия).

Помимо губчатого титана, сырьем может служить диоксид титана, который подвергается восстановлению гидридом кальция.

Имеющиеся стандарты выделяют 4 типа титановых порошков:

- титан пористый, порошок – ТПП (ТУ1791-449-05785388-2010);
- порошок титановый (ТУ 14-22-57-92);
- порошок титановый химический (ТУ 48-10-78-83 с 7 изменениями);
- порошок титановый электролитический (ТУ 48-10-22-85).

В настоящее время в России подавляющий объем производимых титановых порошков относится к 1-му типу – «титан пористый, порошок» (ТПП), их выпускает ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».

Такой порошок получают измельчением титановой губки. В зависимости от свойств изготавливают порошки 8-ми марок: ТПП-1 – ТПП-8 (таблица 1 и Приложение 1). Форма частиц порошка – чешуйчатая, округлая, иглообразная. Для порошка с округлой (овальной) формой частиц к обозначению марки порошка добавляется буква «А», например, ТПП-3А.

Диапазон крупности порошков составляет от $-5+0$ мм (ТПП-1) до $-0,16+0$ мм (ТПП-8).

Таблица 1. Требования к качеству титановых порошков марки ТПП

Марка	Фракция, мм	Массовая доля фракции, %, не менее	Химический состав, %			
			Титан	Массовая доля примесей, %, не более		
				Железо	Азот	Хлор
ТПП-1	$-5+0$	80	основа	1,8	0,30	0,30
ТПП-2	$-3,2+0$	80	основа	1,8	0,30	0,30
ТПП-3	$-3,2+1,0$	80	основа	0,4	0,08	0,10
ТПП-4	$-1,0+0$	80	основа	1,0	0,20	0,20
ТПП-5	$-1,0+0,63$	70	основа	0,5	0,15	0,15
ТПП-6	$-0,63+0,306$	65	основа	0,8	0,25	0,25
ТПП-7	$-0,306+0,16$	60	основа	1,1	0,50	0,45
ТПП-8	$-0,16$	60	основа	2,1	1,10	0,50

Источник: данные ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»

Порошки титана, получаемые из отсеков губчатого титана при его переработке, отличаются высоким содержанием основных примесей. Как видно, в соответствии с техническими условиями на пористый порошок титана (ТПП),

примесь железа во фракции -0,16 мм может находиться в пределах от 0,5 до 2,1%, а содержание хлора в этом материале не должно превышать 0,5%.

Это выше содержания железа и хлора в порошке титановом химическом марки ПТХ 8-1 (ТУ 48-10-78-83) и значительно выше уровня соответствующих примесей в порошке титана марки ПТМ (ТУ 14-22-57-92).

Высокое содержание примесей в порошках марки ТПП ограничивает их применение в наукоемких и технологичных сферах производства по сравнению с порошками титана, получаемыми кальциетермическим и электролитическим способами.

В небольших объемах производится порошок титановый восстановлением диоксида титана гидридом кальция. Выбор гидрида кальция в качестве восстановителя объясняется высокой активностью кальция, позволяющей восстанавливать практически все окислы металлов и неметаллов независимо от их термодинамической активности. При этом не образуются твердые растворы и химические соединения кальция с восстановленными металлами.

Характеристики порошков марок, произведенных этим способом, отвечают требованиям ТУ 14-22-57-92 и приведены в таблицах 2 и 3. Насыпная плотность порошков марок ПТК, ПТС находится в пределах 0,6-1,0 г/см³; ПТМ, ПТОМ – в пределах 0,9-1,4 г/см³. Уплотняемость порошков при давлении 200 МПа составляет 2,5-2,8 г/см³, при давлении 600 МПа – 3,3-3,5 г/см³.

Таблица 2. Требования к качеству порошков титановых согласно ТУ 14-22-57-92

Марка порошка	Массовая доля, %, не более						
	N	C	H	Fe, Ni	Si	Ca	Cl
ПТК-1	0,07	0,05	0,35	0,35	0,10	0,08	0,003
ПТК-2	0,20	0,05	0,35	0,35	1,00	0,08	0,003
ПТС-1	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,08	0,004
ПТС-2	0,20	0,05	0,35	0,40	1,00	0,08	0,004
ПТМ-1, ПТМ-2	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,08	0,004
ПТМ (А)-2, ПТМ-3	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,05	0,004
ПТМ (А)-3	0,20	0,05	0,35	0,40	1,00	0,08	0,004
ПТОМ-1	0,08	0,05	0,40	0,40	0,10	0,08	0,004
ПТОМ-2	0,20	0,05	0,40	0,40	1,00	0,08	0,004
ГТ	-	-	не менее 3,5	-	-	-	-

Примечание: ПОМ - очень мелкий; А - для микротехники; Г - гидрированный; цифры 1-3 отражают различия в массовых долях примесей;

Т - титановый; К - крупный; С - средний; М - мелкий.

Источник: Стандартинформ

**Таблица 3. Гранулометрический состав порошков титана
согласно ТУ 14-22-57-92**

Марка порошка	Выход фракции, %, при размере частиц, мкм			
	280, не более	100, не более	45	-45
ПТК-1, ПТК-2	5	остальное		не более 10
ПТС-1, ПТС-2	1	не опр.	не менее 25	остальное
ПТМ-1, ПТМ-2, ПТМ-3	0	2	не менее 15	«
ПТМ (А)-2, ПТМ (А)-3	0	1	15-40	«
ПТОМ-1, ПТОМ-2	0	1	не более 5	«
ГТ	не определяется, зависит от марки исходного порошка			

Источник: Стандартинформ

Крупность таких порошков существенно меньше, чем ТПП – большая часть марок отличается наличием основной фракции менее 45 мкм. Таковую продукцию выпускает АО «Полема» (Тульская обл., Россия).

Порошок, соответствующий требованиям ТУ 14-22-57-92, предназначен для изготовления деталей в часовой и радиоэлектронной промышленности, при производстве фильтрующих элементов для очистки питьевой и минеральной воды от механических примесей, очистки воздуха.

Порошок формуется в изделия сложной конфигурации в жестких пресс-формах и методом гидростатического прессования в эластичных оболочках, хорошо спекается в вакууме и аргоне. Из порошка получают фильтры с пористостью 3-7; 8-10; 10-18 мкм, газопоглотители различной формы, кислотостойкие детали и другие изделия.

Порошок титановый химический, соответствующий ТУ 48-10-78-83 с 7 изменениями, получают из губчатого титана механохимическим, термохимическим (гидрирование-дегидрирование) и плазмохимическим методами.

В зависимости от химического состава, крупности, твердости по Бринеллю (НВ) порошок изготавливают 14 марок (таблица 4): ПТХ - порошок титановый химический; первая цифра отражает тип порошка по крупности, вторая – по величине НВ.

Таблица 4. Требования к качеству порошков титановых химических

Марка	Фракции, мм	Отклонение от нормы, %, не более		Массовая доля примесей, %, не более			
		крупнее	мельче	Fe	Cl	N	H
ПТХ-1-1	-3,0+1,0	10	10	0,3	0,06	0,05	0,1
ПТХ-1-2	-3,0+1,0	10	15	0,8	0,07	0,08	0,2
ПТХ-2-1	-1,0+0,63	10	10	0,3	0,06	0,05	0,1
ПТХ-2-2	-1,0+0,63	10	15	0,8	0,08	0,08	0,2
ПТХ-3-1	-1,0+0,18	10	10	0,3	0,07	0,05	0,1
ПТХ-3-2	-1,0+0,18	10	15	0,8	0,09	0,08	0,2

Марка	Фракции, мм	Отклонение от нормы, %, не более		Массовая доля примесей, %, не более			
		крупнее	мельче	Fe	Cl	N	H
ПТХ-4-1	-0,63+0,18	10	10	0,4	0,08	0,08	0,1
ПТХ-4-2	-0,63+0,18	10	15	0,9	0,09	0,08	0,3
ПТХ-5-1	-0,45+0,18	10	10	0,8	0,10	0,10	0,4
ПТХ-5-2	-0,45+0,18	10	15	1,0	0,12	0,12	0,6
ПТХ-6-1	-0,18	15	-	0,8	0,09	0,08	0,2
ПТХ-6-2	-0,18	30	-	1,8	0,10	0,20	0,5
ПТХ-7-1	-0,18	15	-	0,9	0,09	0,08	0,5
ПТХ-7-2		30		1,8	0,10	0,20	0,9

Примечание. По требованию или по согласованию с потребителем выпускаются партии порошка, насыщенные водородом; содержание водорода гарантируется технологией.

Источник: Стандартинформ

Содержание влаги в порошках марок ПТХ-6-1, ПТХ-6-2, ПТХ-7-1, ПТХ-7-2 находится в пределах 20-30%. Удельная поверхность порошков марок ПТХ-6 и ПТХ-7 – не менее 0,2 м²/г.

Порошок титановый электролитический можно получить электролизом расплавленных солей при переработке низкосортного губчатого титана (марки ТГ-ТВ). Этот порошок характеризуется пластинчатой и осколочной формой частиц.

Для получения мелкозернистых порошков титана используют метод, основанный на электролизе низших хлоридов титана TiCl₃, TiCl₂ в электролите из расплавленной смеси KCl и NaCl. Анодом служит титановая губка с твердостью НВ 100-110 или титан ВТ1. Катодные осадки титана после измельчения и сушки отличаются высокой чистотой, содержание газов в них меньше 1·10⁻³%.

Характеристика порошков титана электролитического (ПТЭ) приведена в таблице 5. В зависимости от гранулометрического состава порошки обозначают буквами «К» (крупный), «С» (средний) и «М» (мелкий). Цифры 0; 1; 2, стоящие после указанных букв в марке порошка, соответствуют группам в зависимости от состава и твердости по Бринеллю.

Порошки марки ПТЭМ после седиментационной обработки содержат не более 15% фракции -80 мкм. Для порошков ПТЭС по требованию потребителя регламентируется насыпная плотность (1,4-2,0 г/см³).

Порошки, выпускаемые электролитическим способом, предназначены для выпуска порошковых материалов и изделий, в частности, при производстве сварочных и наплавочных электродов, газопоглотителей; как наполнитель антикоррозионных покрытий на основе эпоксидной смолы; для изготовления колец для реакционных колонн; для получения гидридов, карбидов, нитридов титана.

Считается, что электролитические титановые порошки обладают наибольшей пластичностью, дают меньшую усадку при спекании и позволяют получать более плотные порошковые изделия.

Технология по производству электролитического титанового порошка опробовалась в ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».

Таблица 5. Требования к качеству порошков титановых электролитических

Марка	Фракции, мм	Отклонение от нормы, %, не более		НВ, не более	Содержание примесей, %, не более					
		крупнее	мельче		Fe	Cl	N	O	C	Si
ПТЭК-1	-5+0,63	10	15	120	0,06	0,06	0,03	0,06	0,02	0,02
-2	-5+0,63	10	15	155	0,10	0,08	0,04	0,08	0,02	0,02
ПТЭС-0	-0,63+0,18*	2	10	100	0,04	0,05	0,03	0,05	0,01	0,01
-1	-0,63+0,18	2	10	120	0,06	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02
-2	-0,63+0,18	2	10	155	0,10	0,08	0,04	0,08	0,02	0,02
ПТЭМ-1	0,18	5	-	-	0,08	0,06	0,03	-	0,03	0,04
-2	0,18	5	-	-	0,20	0,15	0,05	-	0,03	0,04

* - доля фракции -0,08 мм не более 9%

Источник: Стандартиформ

В последнее десятилетие для получения титановых порошков предложен целый ряд технологий:

- PRP процесс (Великобритания), основанный на кальциетермическом восстановлении предварительно брикетированного TiO_2 ;
- FFC-процесс (Великобритания) – электролиз в расплаве хлорида кальция с использованием катода из предварительно сбрикетированного TiO_2 и графитового анода;
- MER-процесс (Materials Electrochemical Research Corporation, Великобритания) – предполагает смешивание исходного TiO_2 -содержащего сырья с графитсодержащим материалом и связующим или углеродом. Процесс проводят в среде инертного газа или в вакууме в температурном диапазоне 1200–2100 °С. Синтезированный полуфабрикат используют для изготовления композитного анода при получении металлического титана;
- OS-процесс (Япония) – является результатом объединения электролиза и кальциетермического восстановления смеси оксидов.

Эти процессы основаны исключительно на использовании в качестве исходного сырья TiO_2 . Все описанные способы обладают рядом недостатков, основным из которых является необходимость выщелачивания порошка титана из исходного брикета.