

SLM® материалы

Титан

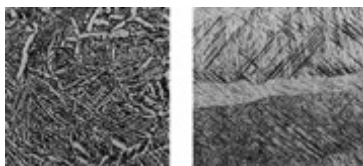
Титан был открыт впервые в 1791 году в Англии. Спустя почти 150 лет титан начал представлять интерес для коммерческих целей благодаря процессу Кролля. Титан (Ti) с атомным номером 22 в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева обозначается как переходный металл. Титан находится на 10-м месте по распространенности в природе. Он отличается высокой стойкостью к коррозии и соотношением от низкой плотности к высоким механическим свойствам. Чистый титан имеет плотность 4,54 г/см³ и температуру плавления 1677 °С.

Свойства материала

- высокая прочность при незначительном весе
- высокая стойкость к коррозии
- хорошая биосовместимость
- незначительное тепловое расширение
- хорошо поддается механической обработке

Применение

- биоматериал для имплантантов
- авиационная и космическая промышленность
- автоспорт
- художественное литье
- кораблестроение



Структура материала



Корпус для гидросистемы из титана.
Быстрое изготовление опытных образцов



Индивидуальный имплантат для австралийской пациентки

Детали, изготовленные из титана по SLM-технологии, имеют однородную плотную структуру. При необходимости структуру можно подвергнуть термообработке для достижения желаемых свойств.

Механические свойства	TiAl6Nb7*	TiAl6V4*	Чистый титан
Предел прочности на растяжение, МПа	1185 (±30)	960 (±30)	> 290
Условный предел текучести, МПа	1100 (±35)	815 (±40)	> 180
Твердость	39,4 HRC (±2)	37,3 HRC (±2)	> 120
Относительное удлинение при разрыве, %	11-18	10-18	> 20
Теплопроводность при 20 °С, Вт/(м*К)	7	7,1	22,6
Шероховатость поверхности, X/Y мкм	14 (±2)	14 (±2)	14 (±2)
Шероховатость поверхности, Z мкм	36 (±4)	36 (±4)	36 (±4)

*Значения для подвергнутых отжигу образцов

Инструментальная и нержавеющая сталь

Уже 2000 лет тому назад люди искали материалы для изготовления лезвий, которые были бы не только твердыми, но и прочными. С развитием промышленности в начале 19 века началась быстрая разработка сталей и сплавов, в результате чего, в конечном счете, расширился перечень известных инструментальных и нержавеющих сталей. С помощью термообработки этих материалов достигается высокая твердость верхнего слоя с содержанием углерода 0,5-1,5%. При целенаправленном применении компонентов сплава свойства этих материалов точно регулируются. Даже коррозионностойкие стали можно получить таким способом.

Нержавеющие стали характеризуются низким содержанием азота и фосфора: менее 0,025%. Сегодня эти материалы широко используются в инструментальном производстве. Но благодаря SLM технологии значительно расширяется спектр их применения и переработки.

Свойства материала

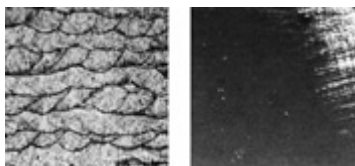
- высокая твердость и высокая прочность (ковкость)
- хорошая стойкость к коррозии
- хорошо поддается механической обработке

Применение

- формы для литья под давлением
- имплантанты
- посуда и хозяйственные товары
- судостроение
- шпиндели и винты

Сплавы

- 1.2709*
- 1.4404 (316L)
- 1.2344 (H13)
- 1.4542 (17-4PH)*
- 1.4410 (M333)
- 1.7228 (50CrMo4)*
- 1.4541 (CLC 18-10Ti)*
- 1.4313 (CrNiMo13-4)*



Структура материала



Вставки для форм с каналами охлаждения, расположенными по контуру для повышения эффективности.

Детали, изготовленные из стали по SLM-технологии, имеют однородную плотную структуру. Благодаря особенности процесса построения можно получить твердость, которая не может быть достигнута при обычной термообработке. В процессе последующей обработки достигается желаемое состояние деталей.

Механические свойства	1.2344 (H 13)	1.4404 (316L)	1.2709
Предел прочности на растяжение, МПа	1730 (±30)	625 (±30)	1110 (±30)
Предел текучести, МПа	-	525 (±30)	985 (±30)
Твердость	54 HRC (±2)	237 HV (±4)	51 HRC (±2)
Работа удара, Дж	-	75 (±4)	-
Теплопроводность, Вт/(м*К)	25.6	15	15
Шероховатость поверхности, X/Y мкм	13 (±2)	16 (±2)	12 (±2)
Шероховатость поверхности, Z мкм	34 (±4)	38 (±4)	35 (±4)

*Характеристики материала в стадии подготовки

Алюминий

Алюминий (Al, атомный номер 13 в периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева) относится к группе легких металлов и не встречается в природе в самородной форме. Алюминий добывают из боксита. Боксит находится на 3-м месте по распространенности элементов в природе.

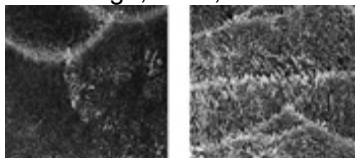
Алюминий имеет плотность $2,7 \text{ г/см}^3$ и температуру плавления $660 \text{ }^\circ\text{C}$. Из-за невысокой прочности он применяется в виде сплавов. Обычные легирующие добавки – кремний, магний, марганец и цинк. Чистый алюминий легко поддается обработке обычным способом. Окись алюминия также широко распространена как керамика.

Свойства материала

- невысокая плотность
- хорошая способность к легированию
- легко поддается формовке, литью, механической обработке
- высокая тепло- и электропроводность

Сплавы

- AlSi12
- AlSi10Mg*
- AlSi7Mg*
- AlSi9Cu3*
- AlMg4,5Mn0,4*



Структура материала

Применение

- автомобильная промышленность
- авиация и космонавтика
- предметы широкого потребления



Масштабная модель приводного гребного винта для гоночных лодок для измерения характеристик

Детали, изготовленные из алюминиевых сплавов по SLM-технологии, имеют однородную, не содержащую пор структуру. Благодаря особенности процесса построения можно получить твердость, не типичную для алюминия. В процессе последующей термообработки достигается желаемое состояние деталей.

Механические свойства	AlSi12
Предел прочности на растяжение, МПа	409 (± 20)
Предел текучести, МПа	211 (± 20)
Твердость	105 НВ (± 1)
Относительное удлинение при разрыве, %	5.1
Шероховатость поверхности, X/Y мкм	15 (± 2)
Шероховатость поверхности, Z мкм	34 (± 4)

*Характеристики материала в стадии подготовки

Кобальт-хром

Сплавы кобальт-хром относятся к стандартным сплавам, применяемым в медицине и стоматологии.

Благодаря высокой твердости и хорошей эластичности сплавы кобальт-хром часто используются для изготовления зубных протезов. Это связано также с хорошей переносимостью данного материала во рту. Поскольку материал очень вязкий, его часто льют и меньше обрабатывают.

Кроме того, он применяется для изготовления протезов, коленных и бедренных имплантантов.

Свойства материала

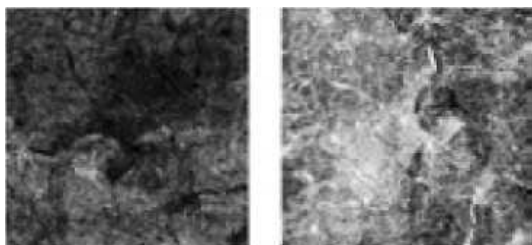
- высокая вязкость
- высокая прочность
- хорошая биосовместимость
- высокая стойкость к коррозии

Применение

- стоматология: мосты и коронки
- медицина: имплантанты
- высокотемпературные области

Сплавы

- CoCr ASTM F75



Структура материала



Мост и коронки из сплава кобальт-хром

Детали, изготовленные из сплава кобальт-хром по SLM-технологии, имеют однородную, не содержащую пор структуру. Поскольку сплав кобальт-хром очень тяжело обрабатывается, благодаря SLM-технологии обеспечивается возможность изготовить детали из данного материала быстро и недорого.

Механические свойства	CoCr ASTM F75
Предел прочности на растяжение, МПа	1050 (± 20)
Предел текучести, МПа	835 (± 20)
Твердость	35 HRC (± 1)
Теплопроводность, Вт/(м ² К)	11-14
Шероховатость поверхности, X/Y мкм	17 (± 2)
Шероховатость поверхности, Z мкм	29 (± 4)

Inconel

Несмотря на то, что материал Inconel 718 был разработан еще в начале 60-х годов прошлого столетия, он является наиболее используемым материалом для изготовления деталей авиационных двигателей с рабочей температурой ниже 650 °С. Речь идет о поддающемся закалке сплаве нихром, который содержит также в значительной мере железо, ниобий и молибден. В небольшом количестве в состав входит также алюминий и титан. Сплав Inconel обладает высокой стойкостью к коррозии, высокой прочностью разрушению, очень хорошей свариваемостью и стойкостью к образованию трещин сварных швов. Он имеет хорошие значения предела прочности при растяжении при температуре ниже 700 °С.

Свойства материала

- высокая стойкость к коррозии
- высокая механическая прочность
- высокая динамическая способность выдерживать температурные нагрузки до 700 °С
- хорошая свариваемость

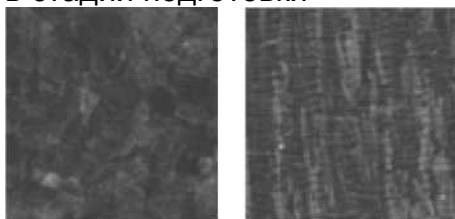
Области применения

- авиационная промышленность
- газовые турбины
- ракетные двигатели
- космонавтика
- ядерная энергия
- насосы
- инструменты

Сплавы

- Inconel 625
- Inconel 718
- Inconel HX (2.4665)*

*Характеристики материала в стадии подготовки



Структура материала



Турбинная лопатка нового поколения с конформными внутренними каналами охлаждения для повышения мощности реактивных двигателей

Фиксаторы для подающих трубопроводов в турбореактивном двигателе

Inconel

Механические свойства	HX	Inconel 625	Inconel 718
Предел прочности на растяжение, МПа	910	680	1200
Условный предел текучести, МПа	400	410	950
Относительное удлинение при разрыве, %	35	30	24
Теплопроводность при 20 °С, Вт/(м*К)	11.6	11,4	11,5
Шероховатость поверхности, X/Y мкм	14	14	15
Шероховатость поверхности, Z мкм	28	28	30