

Центр прототипирования Зеленограда

Маршов Владимир
КП «КРЗ»



На базе инновационного территориального кластера "Зеленоград" функционирует уникальный инфраструктурный проект – Центр прототипирования. Созданная кластером структура способна быстро и качественно выполнять проектирование и изготовление прототипов высокотехнологичных изделий с помощью современных аддитивных технологий.



- PolyJet – это технология струйного послойного нанесения жидких на основе акрила фотополимеров на печатную основу;
- Достижимая точность +/- 0,02 мм или +/- 0,085 мм;
- Размер изделий - 342 x 342 x 200 мм;
- Широчайший спектр доступных материалов:
 - серия непрозрачных материалов семейства Vero;
 - серия эластичных материалов Tango;
 - медицинский материал MED610;
 - Жесткие непрозрачные Digital ABS;
 - имитация полипропилена Durus White;
 - термостойкий - RGD525;
 - прозрачные - VeroClear и RGD720.
 - Сотни Цифровых материалов;

Области применения

1. Визуализация, изготовление прототипов, максимально близких к конечному изделию.
2. Имитация многослойного литья
3. Изготовление мастер моделей для последующего изготовления силиконовой формы.
4. Изготовление неразборных сборок, конструкций и механизмов в одном цикле построения.



- FDM (Fused Deposition Modeling) - моделирование методом осаждения расплавленной нити;
- Рабочая зона - 406 x 355 x 406 мм;
- Толщина слоя - 0.127 – 0.330мм;
- Достижимая точность - +/- 0,127 мм или +/- ±0,0015 мм на мм;
- Используемые материалы – ABS, ASA, PC, Nylon12.



Области применения

- Применение – визуализация, концептуальное моделирование, функциональное тестирование, производство оснастки, мелкосерийное производство конечных изделий
- Аппарат использует материалы, обладающие продвинутыми механическими, температурными и химическими свойствами
- Полученные детали точные, стабильные, не деформируются, не дают усадку и не впитывают влагу
- Материалы устойчивы к воздействию окружающей среды и не меняют своих свойств со временем

- Система аддитивного производства металлических изделий методом селективного лазерного плавления
- Материалы: нержавейка, титан, алюминий
- Область построения деталей:
250 x 250 x 280 мм (x, y, z)
- Толщина слоя: 20 – 80 мкм
- Гарантированная точность получаемого изделия по всей длине не менее 0,05мм

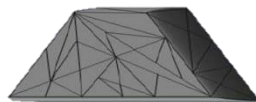
Предпосылки к применению

- Опытное производство
- Мелкосерийное производство
- Высокая стоимость создания по классической технологии
- Высокий процент брака
- Скорость производства опытного образца.

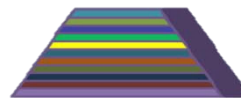




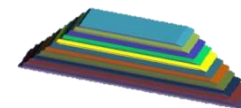
Трехмерная модель
полученная в CAD



Преобразование в STL

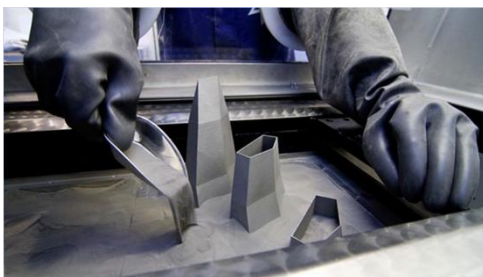
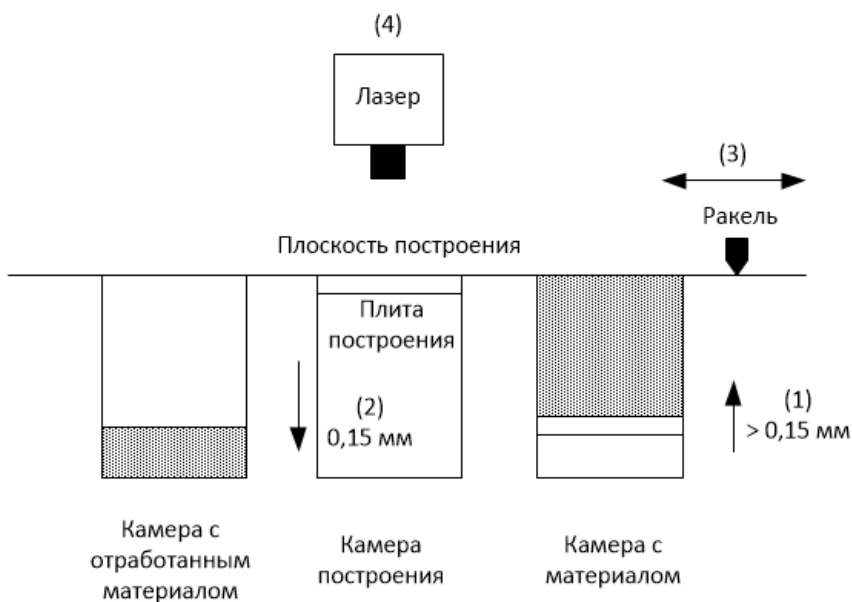


Файл «разрезается» на слои



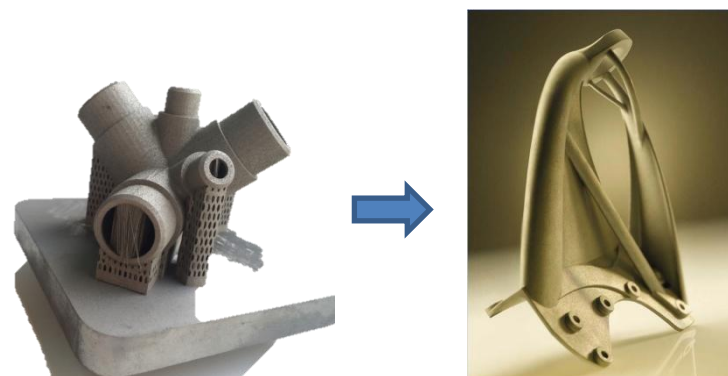
Печать на принтере
слой за слоем

Процесс послойной печати

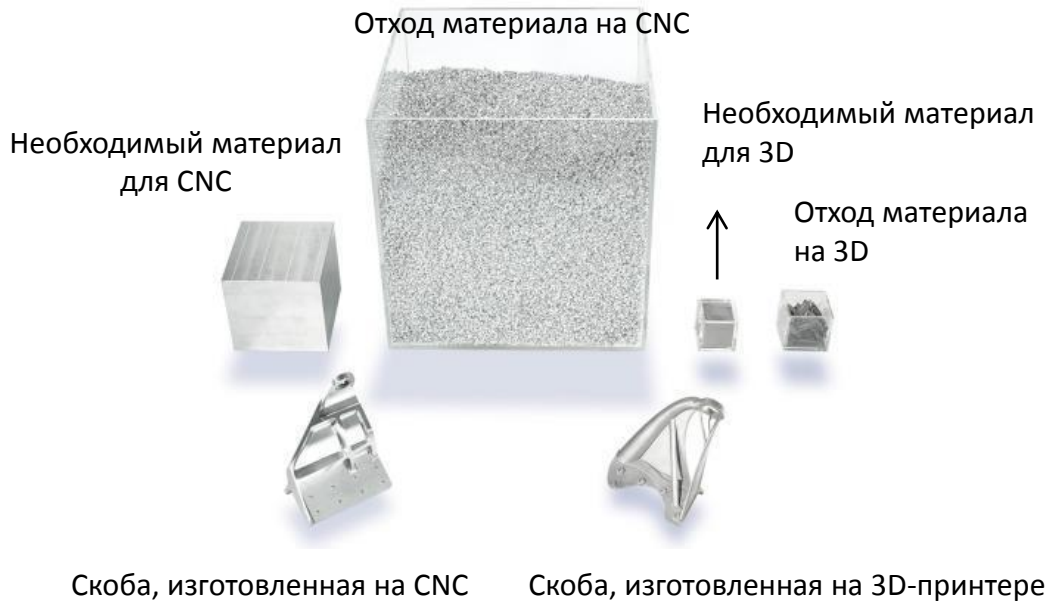


Последующая обработка деталей

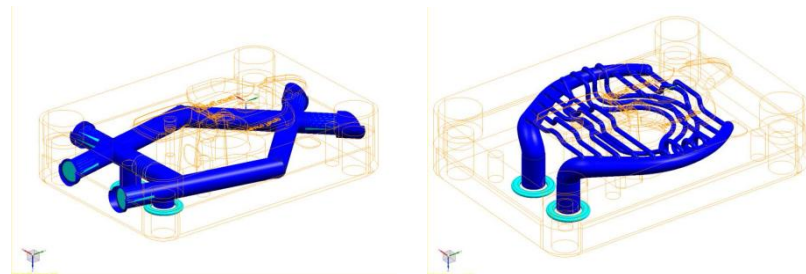
- Термообработка
- Пескоструйная обработка
- Гидроабразивная полировка
- CNC-фрезерование
- Электрохимическая полировка
- Виброшлифовка



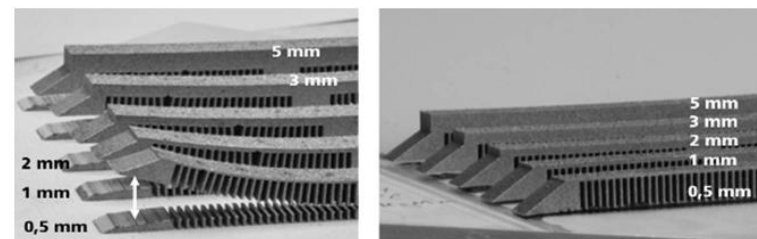
Экономия материала



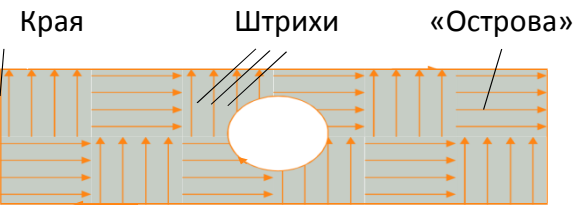
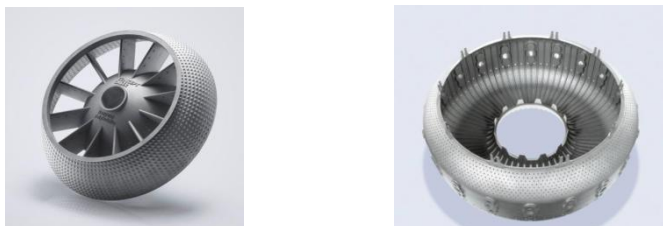
Изготовление внутренних каналов



Внутренние напряжения



Сложная геометрия деталей



Стохастическое «островное» экспонирование



Преимущества

- Скорость изготовления. Снижение времени изготовления на 30%
- Сложная геометрия деталей.
- Не требуется изготовление электродов, а как следствие не тратится время на разработку и написание программ для ЧПУ.
- Изготовление внутренних охлаждающих каналов

Последующая обработка деталей

- Термообработка
- Пескоструйная обработка
- Гидроабразивная полировка
- ЧПУ-фрезерование
- Шлифовка
- Виброшлифовка
- Электрохимическая полировка

Ограничения метода

- Точность изготовления 0,05мм.
- Максимальный размер вставки или формообразующей 250 x 250 x 280 мм
- Качество поверхности после печати.
- Требуется финишная обработка
- Твердость получаемого изделия 40 HRC
- Требуется финишная обработка

- Для особо ответственных изделий и по требованию заказчика предлагается после построения деталей произвести неразрушающий контроль геометрии изделий на 3D сканере.
- Точность измерения от 30 до 50 мкм в зависимости от размеров и геометрии детали.
- Возможность обратного реинжиниринга. На 3D сканере сканируется деталь. По полученному облаку точек строится копия детали с использованием современных CAD систем.

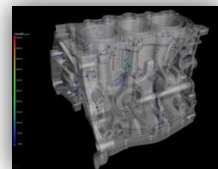


Исходное изделие

3D сканирование

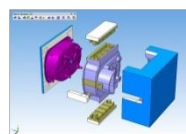
CAD модель

3D-печать прототипов из фотополимеров



Мастер модель

Контроль геометрии



Небольшая серия

Производство

Печать металлической формообразующей

CAD

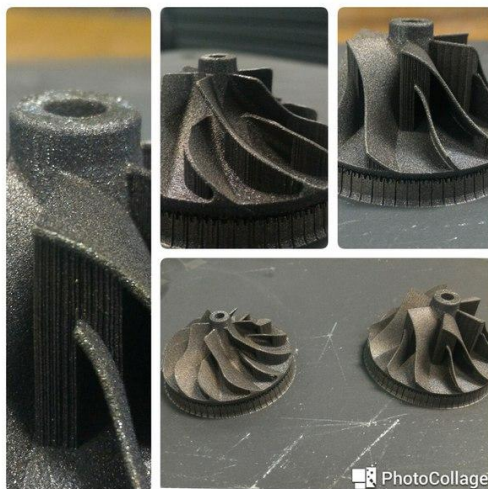
3D печать термопластичным материалом



Слепок челюсти



Втулки из прозрачного
материала



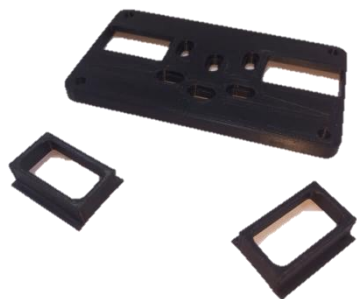
Импеллер для насоса



Лабиринтное уплотнение



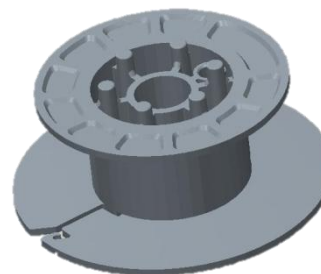
Корпус РЭА



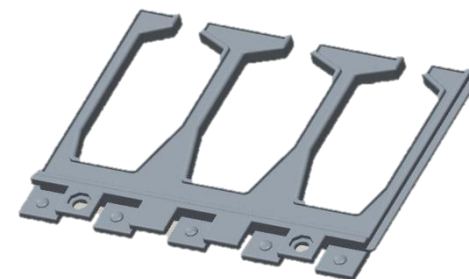
Приборная панель



Крышка корпуса
датчика



Катушка



Организатор кабельных
сетей

Деталь системы вспомогательной подачи кислорода

Самолет: Eurofighter Typhoon
Заказчик: BAe Systems GmbH
Кол-во: ~ 100 шт. в год

Требования к детали:

- Давление до утечки - 200 атм
- Давление до разрыва - 400 атм

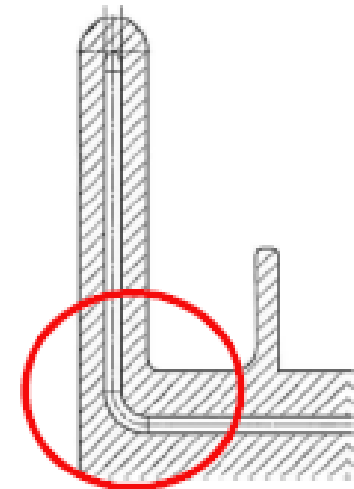
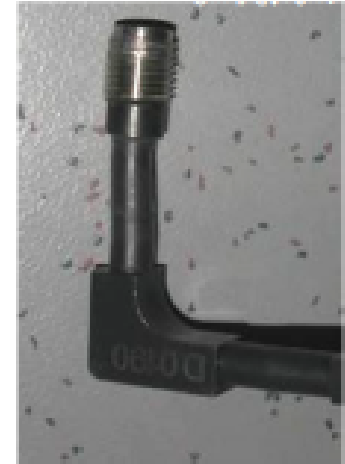


Традиционный производственный процесс

- Внутренний канал имеет угол в 90° → расслоение газового потока
- Отдельные трубки свариваются на полуавтоматическом станке → Проблемы качества (утечки)

Аддитивная технология

- Совмещение всех функций в одной детали, не требуется сборка и сварка
- Внутренний канал получил скругление угла для обеспечения стабильного ламинарного потока



Финишные операции

- Удаление порошка из внутреннего канала
- Снятие деталей с платформы
- Удаление поддерживающей структуры
- Механическая обработка фланца и уплотняемых поверхностей
- Термическое удаление заусенцев и облоя
- Хромирование

Достигнутые преимущества

- Отсутствие брака (утечек)
- Сокращение времени производства
- Снижение себестоимости





- Алюминиевая скоба, изготовленная традиционно
- 332 г

Экономия веса
140 г
42 %

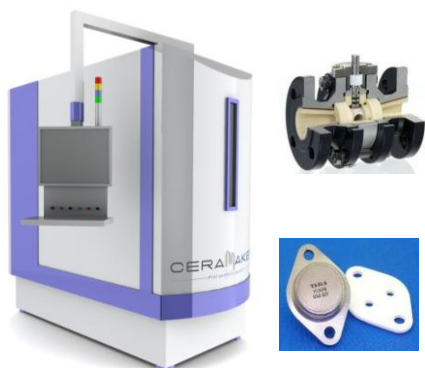


- Титановая скоба, изготовленная по аддитивной технологии
- 192 г

16 скоб в самолете



Экономия веса 2.240 г



3D-печать из керамики



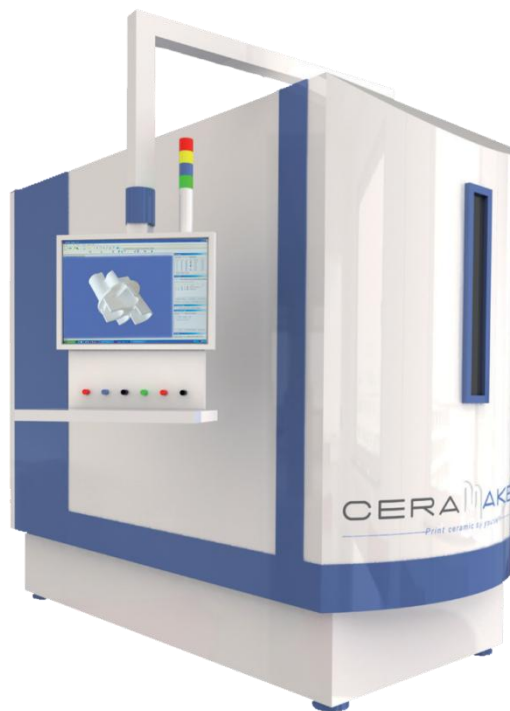
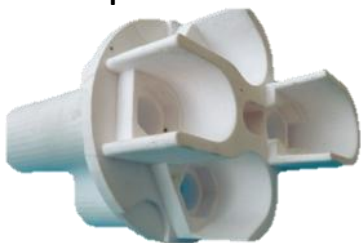
Постобработка прототипов из
порошков металлов



3D-печать из литейного
воска

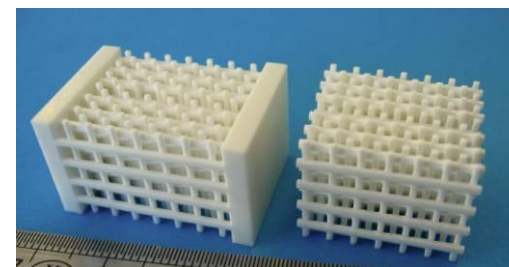
Al_2O_3

- Изоляторы
- Жаростойкие опоры
- Стержни



ZrO_2

- Тигли
- Литейные сопла
- Жаропрочные покрытия



ZrO_2 3Y / ZrO_2 ZTA

- Ювелирные изделия
- Медицина

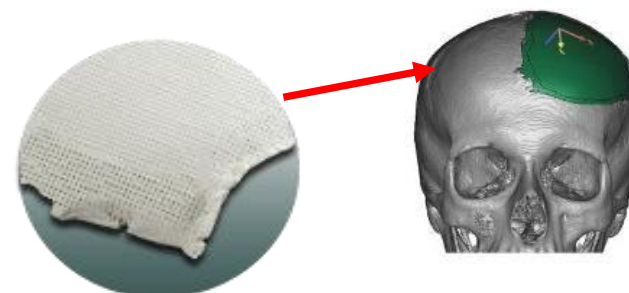


НАР (Гидроксиапатит)

[нерастворимый]

ТСР (три кальций фосфат)

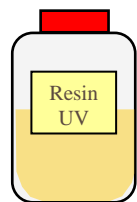
[растворимый]



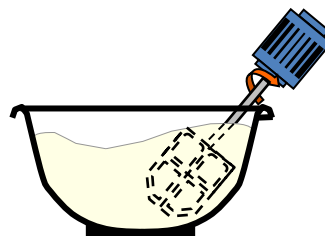
Приготовление пасты



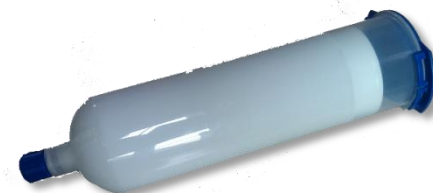
Керамический
порошок



Фотополимер,
компаунды



Смешивание и
гомогенизация



Заполнение
картриджей

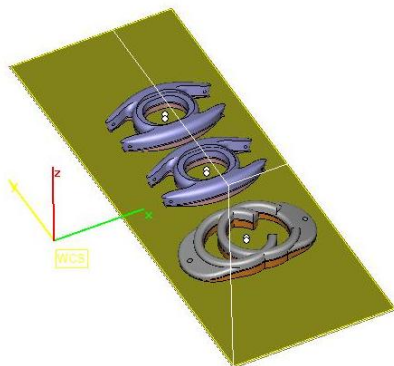
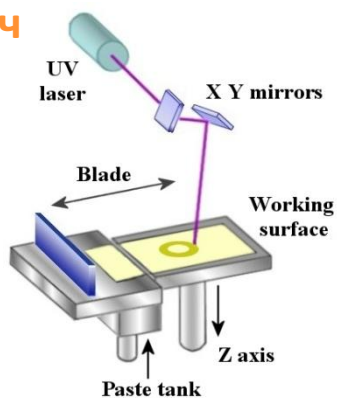
- Минимум 5 компонентов
- Низкая вязкость при нанесении
- Высокая вязкость после нанесения
- Содержание керамики в пасте ~80% m / ~55% V
низкая усадка, малые деформации, высокая
точность
- Высокая реактивность пасты быстрая печать

3D печать

SLA: 350 x 300 x 140



~27 ч



Очистка

Воздух + сольвент



~0,5 ч

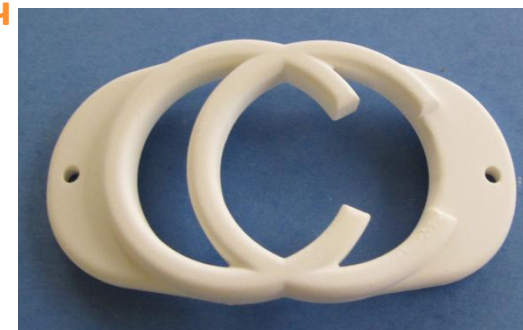


Удаление связующего

T ~ 600 °C



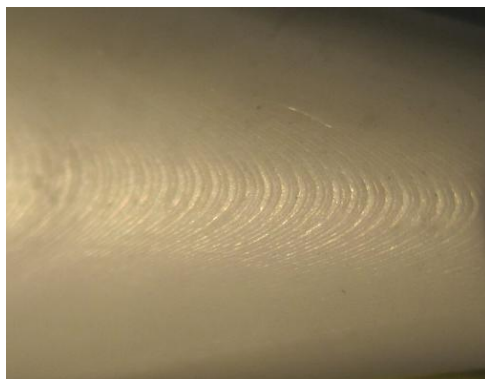
~73 ч



Пескоструйная обработка



~0.5 ч



Спекание

$T \sim 600\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 1.750\text{ }^{\circ}\text{C}$



~ 24 ч



Пост-обработка

Фрезерование,
полировка



$Ra \sim 1 \dots 2$



$Ra \sim 0.02 \dots 0.04$

Спасибо за внимание !

Маршов Владимир Сергеевич

Руководитель Центра прототипирования

Тел. +7 495 989 10 44

Моб. +7 915 200 19 50

Сайт: <http://www.skat3D.ru>

e-mail : zelcp@technounity.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЛЕ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Ti6Al4V

Предел текучести R_e ¹	900 – 1200 Н/мм ²
Предел прочности при растяжении R_m ¹	1100 – 1300 Н/мм ²
Относительное удлинение A ^{1,2}	5 – 10%
Модуль Юнга ³	около 110 кН/мм ²
Коэффициент теплопроводности λ ³	7 Вт/м*К
Коэффициент термического расширения ³	$9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

¹Предел прочности испытан при 20 °С по методу DIN EN 50125.

²Дополнительная термообработка увеличит значение удлинения до разрыва

³Характеристика в соответствии с ТУ на материал фирмы-изготовителя.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЛЕ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

316L

Предел текучести R_e ¹	470 Н/мм ²
Предел прочности при растяжении R_m ¹	570 Н/мм ²
Относительное удлинение A ^{1,2}	> 15 %
Модуль Юнга ³	около 200 кН/мм ²
Коэффициент теплопроводности λ ³	около 15 Вт/м*К
Твердость ⁴	20 HRC

¹Предел прочности испытан при 20 °С по методу DIN EN 50125.

²Дополнительная термообработка увеличит значение удлинения до разрыва

³Характеристика в соответствии с ТУ на материал фирмы-изготовителя.

⁴Твердость определена по методу DIN EN ISO 6508.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЛЕ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

AlSi10Mg

Предел текучести R_e ¹	170 – 220 Н/мм ²
Предел прочности при растяжении R_m ¹	310 – 325 Н/мм ²
Относительное удлинение A ¹	2 – 3 %
Модуль Юнга ²	около 75 кН/мм ²
Коэффициент теплопроводности λ ²	120 – 180 Вт/м*К
Коэффициент термического расширения (комн. темп.) ²	$20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

¹Предел прочности испытан при 20 °С по методу DIN EN 50125.

²Характеристика в соответствии с ТУ на материал фирмы-изготовителя.