

▸ DDM Lab

Интегратор комплексных решений для
аддитивного производства

3DMP® – проволоочная наплавка для промышленных применений



3DMP®

Быстро | Просто | Экономно

GEFERTEC

Дмитрий Трубашевский, директор по продажам
+7 916 950-21-89 | sales@ddmlab.ru | www.ddmlab.ru



ВПК



МАШИНОСТРОЕНИЕ



АВИАЦИЯ



АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ



ТРАНСПОРТ



ЭНЕРГЕТИКА, НЕФТЕ- И
ГАЗОДОБЫЧА



ОБРАЗОВАНИЕ

① MBJ
MJ3DP/SPJ

струйное нанесение связующего

① BJ

струйное нанесение связующего

② DED-P
LMD/DMD

прямой подвод энергии и материала

② DED-P
Cold Spray/TKF

прямой подвод энергии и материала

② DED-W
EBF3/EBAM

прямой подвод энергии и материала

② DED-W
WAAM/RPD

прямой подвод энергии и материала

② DED-W
LWC

прямой подвод энергии и материала

③ FD
FSLD/MELD

экструзия материала

③ Metal FDM
BMD

экструзия материала

③ FDM
FFF

экструзия материала

③ Pellet FDM
FGF/BAAM/SEAM

экструзия материала

③ CC* FDM
CFC/CFF/μAFP

экструзия материала

③ PEM
PDM/EOD/EFF

экструзия материала

④ NPJ

струйное нанесение материала

④ MJM
MJP

струйное нанесение материала

④ DOD

струйное нанесение материала

⑤ LB-PBF
LBM/SLM/DMLS

синтез на подложке

⑤ EB-PBF
EBM/EBSM

синтез на подложке

⑤ SLS

синтез на подложке

⑤ MJF

синтез на подложке

⑥ SL
UAM

листовая ламинация

⑥ SL
LOM

листовая ламинация

⑦ ML
LMM

фотополимеризация в ванне

⑦ DLP
LCD/LIFT/DLS

фотополимеризация в ванне

⑦ SLA

фотополимеризация в ванне

1

- Авиастроение
- Космонавтика



2

- Энергетика
- Двигателе-строение



3

- Мастерские
- Транспорт
- Нефтегазовая



4

- Судостроение



5

- Оснастка
- ОПК
- РТК
- ТОиР



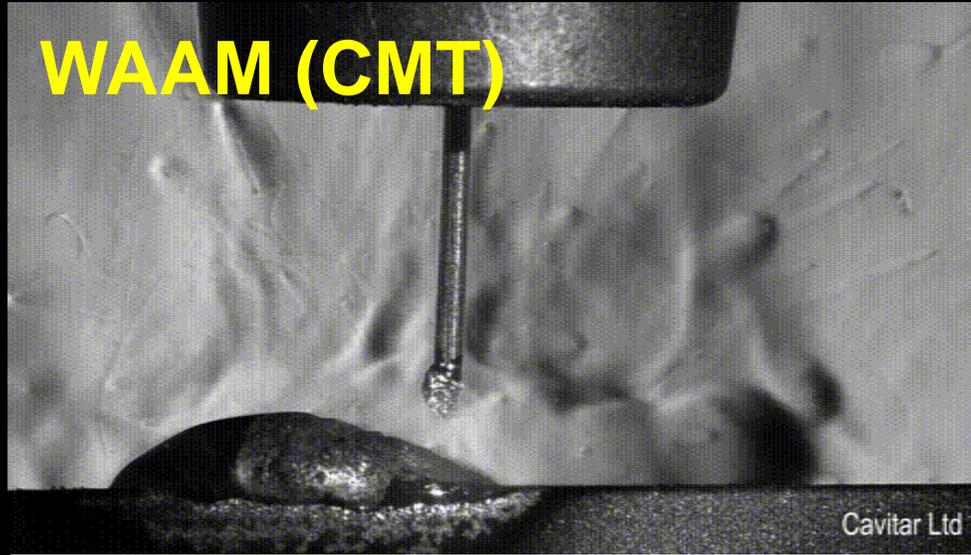
6

- Арт-дизайн
- Архитектура
- Институты



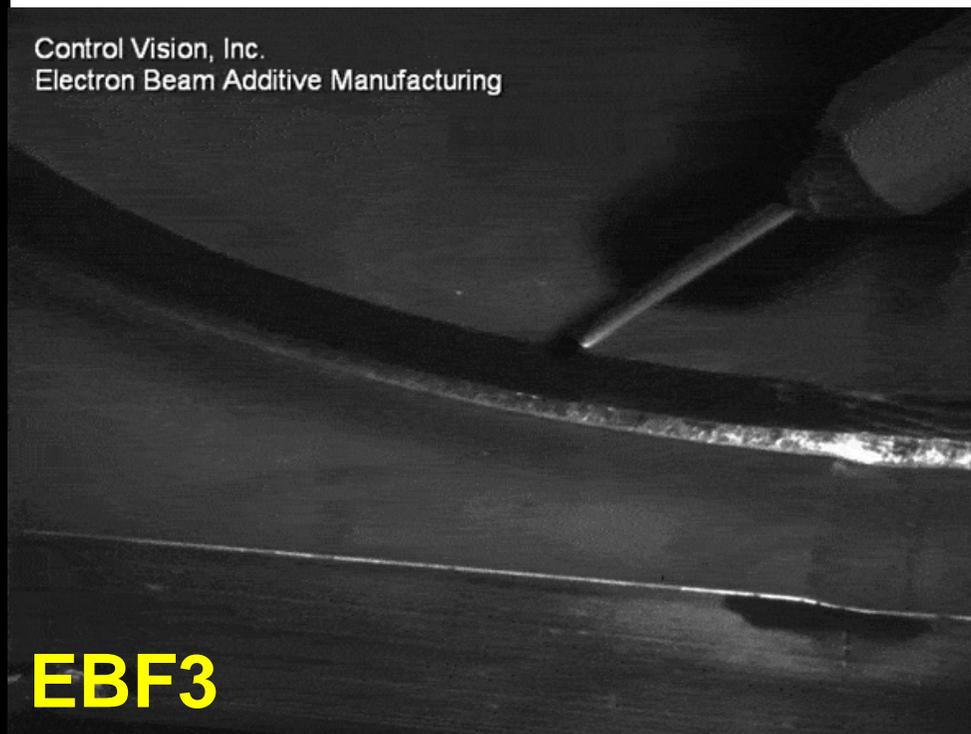
Как?

WAAM (CMT)



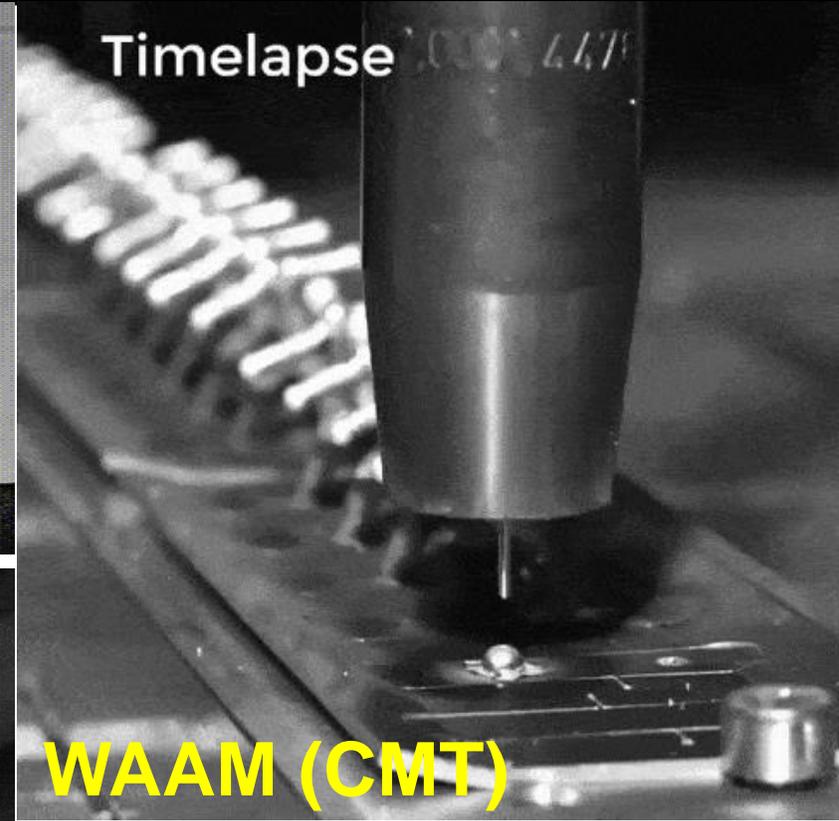
Cavitar Ltd

Control Vision, Inc.
Electron Beam Additive Manufacturing

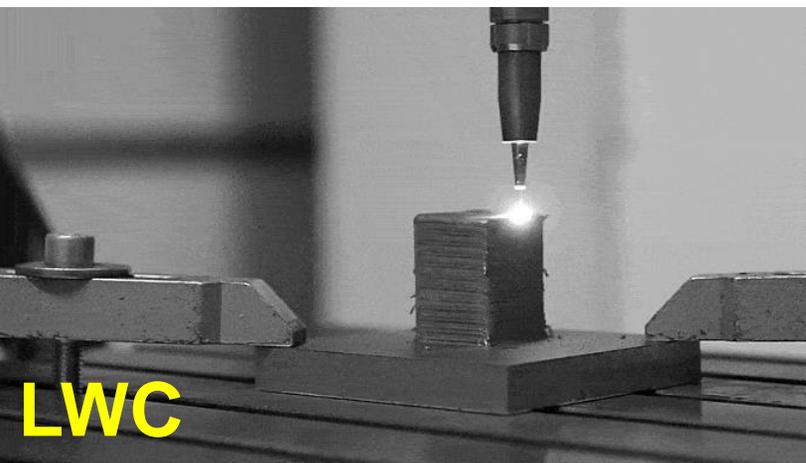


EBF3

Timelapse

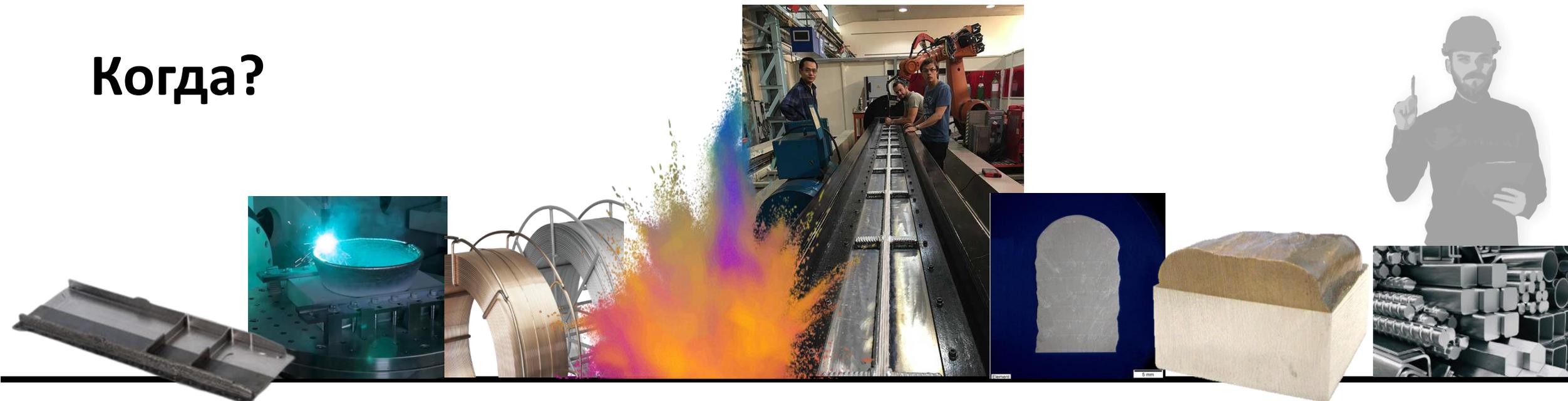


WAAM (CMT)



LWC

Когда?



1,4-2

>3,5 кг

>100

>5 раз

∞

!

>2

!

Коэффициент
использован-
ного
материала

Скорость
наплавки

Материалов

Стоимость
материалов
дешевле, чем
при
использовании
других АТ

Длина
деталей

Лучшие
механические
свойства,
отсутствие
пористости и
термических
трещин, дендритная
структура

Много-
материальная
печать

Безопас-
ность и
хранение



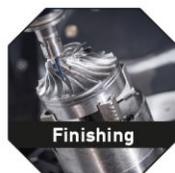
3DMP - ПРОРЫВНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ПРОВОЛОЧНОЙ НАПЛАВКИ

Kingsbury

GEFERTEC



BAHN

gom
a ZEISS company

3DMP® - ЭТО...

Быстро.

Просто.

Экономично.



Материалы и скорость наплавки

Стали

1.2343 | S z Fe3 (инстр. сталь)*
 X38 CrMoV 5 3 (инстр. сталь)
 X45CrSi9-3
 (инструментальная сталь)
 S Fe 4 60 stp 4
 X1 CrNi 19 9 (нержавеющая сталь)
 X5 CrNiMn 18 8 (нержавеющая сталь)
 X2 CrNi 24 12 (нержавеющая сталь)
 X2 CrNiMo 19 12 (нержавеющая сталь)
 X2 CrNiMoN 22 8 3 (высоколегированный
сплав CrNi – дуплекс)
 X2 CrNiMoN 22 8 3 (нержавеющая сталь)
 X5 CrNiMn 18 8
 G3Si1 (малоуглеродистая сталь)
 G4Si1 (малоуглеродистая сталь)
 100NiMoCr
 1.3990 (инвар)*
 X45CrSi9-3
 S Fe 4 60 stp 4

450 см³/ч (3,5 кг/ч)

Никелевые сплавы:

Nickel 36
 NiCr19NbMo | Inconel718
 NiCr22Mo9Nb | Inconel625

450 см³/ч (3,5 кг/ч)

Титановые, медные сплавы:

3.7165 (Ti6Al4V/ Grade 5)
 2.0921 (на основе меди)

900 см³/ч (4 кг/ч)

Алюминий:

3.0805 (Al99,5Ti)
 3.2245 (4043 AlSi5)
 3.2315 (6082 AlMgSi1)*
 3.2371 (4018 AlSi7)
 3.3206 (6063 AlMgSi0,7)
 3.3536 (5754 AlMg3)
 3.3548 (5183 AlMg4,5Mn)
 3.3556 (5356 AlMg5)
 3.3546 (5087 AlMg4,5MnZr)

600 см³/ч (1,6 кг/ч)

Скорость наплавки зависит от материала и геометрии детали. Чем тоньше и качественнее наплавка – тем медленнее построение.

Самый тонкий слой:

- Сталь: ширина 3 мм, высота 1,5 мм,
- Титан: ширина 8 мм.

* В процессе испытаний

SIEMENS

Корпус подшипника

Замена фрезерования

- Сокращение объема стружки
- Экономия на высокой стоимости материала
- Сокращение износа инструмента
- Сокращение времени

Классическое производство (лезвийная механообработка)

Материал: 1.4305



Заготовка
85 кг
1.000 €



ЧПУ фрезерование
67 кг (80%)
3.500 €



Конечная деталь
18 кг
4.500 €

Вес:
Стоимость:

3DMP®

Материал: 1.4316



Заготовка (6.5 ч)
25 кг (3D-печать: 17 кг)
750 €



ЧПУ фрезерование
7 кг (28%)
1.250 €



Конечная деталь
18 кг
2.000 €

Вес:
Стоимость:



Корпус редуктора

Аддитивное производство из стали

- Производство изделия, близкого по форме к заданному
- Сокращение механообработки
- Экономия уже с 1 изделия
- Легкая корректировка изменений

Классическое производство (лезвийная механообработка или литье)

Материал: сталь 1.4370

Проблемы с фрезерованием:

- Много стружки
- Высокая нагрузка токарного и фрезерного оборудования
- Большие затраты на закупку материалов

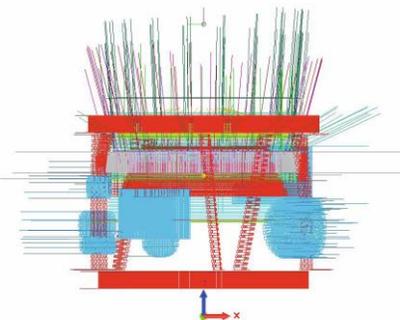
Проблемы с литьём:

- Рентабельно только при большой партии
- Потребуется изготовление новых форм при появлении каких-либо изменений в конструкции

- Новая конструкция изделия, оптимизированная по весовым характеристикам, не может быть произведена должным образом по традиционной технологии

3DMP® (arc405)

Материал проволоки: сталь 1.4370, \varnothing 1,2мм



CAM модель



Напечатанное изделие

Вес изделия (кг): 35

Время печати (ч): 31,6



Частично
отфрезерованное
изделие

Применение:
станкостроение

Вырубной штамп

Аддитивное производство для заготовительного производства

- Быстрое получение заготовки вырубного штампа с улучшением прочностных характеристик
- Экономия производственных операций, например, закалки
- Сокращение необходимого времени точения / фрезерования

Классическое производство (лезвийная механообработка и литье)

Материал: сталь 1.4718

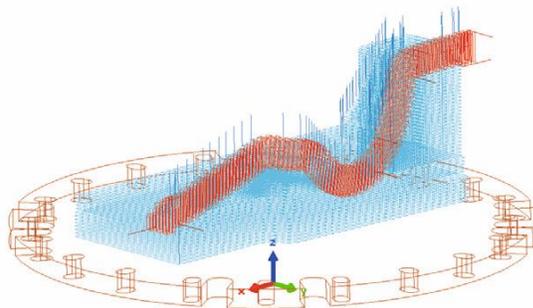
Проблемы с фрезерованием:

- Длинные сроки поставки отлитой детали
- Много производственных этапов
- При разработке часто вносятся многочисленные изменения, которые требуют быстрой реализации
- Длинные сроки снабжения – невозможно осуществить короткий цикл производства

Применение:
автомобильная
промышленность

3DMP® (arc405)

Материал проволоки: сталь 1.4316, 1.4718



CAD/CAM модель



Напечатанное изделие

Проволока: 1.4316 | Ø 1,0 мм; 1.4718 | Ø 1,0 мм

Вес изделия (кг): 1.4316 | 14,1; 1.4718 | 1

Время печати (ч): 8,50



Крышка крепления подшипника

Аддитивное производство для ремонта

- Печать близкой по форме заготовки в кратчайшие сроки вне зависимости от количества изделий в партии
- Сокращение требуемого времени на чистовую токарную или фрезерную обработку

Классическое производство (литье и лезвийная механообработка)

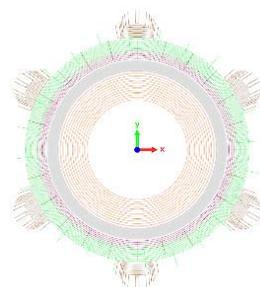
Материал: сталь 1.4430 (Сталь ОК 63.30/CrNiMo)

- Год создания локомотива: 1964-1974
- Крышка крепления подшипника (буксовый узел) отсутствует в каталоге доступных деталей DB AG
- Отсутствие доступности деталей на складе или на рынке может привести к простоя локомотива при выходе его из строя
- Требования к запасным частям:
 - Возможна продажа только партии изделий
 - Срок поставки составляет несколько месяцев

Применение: ремонт

3DMP® (arc405)

Материал проволоки: сталь 1.4430 (CrNiMo), Ø 1,0 мм



САМ модель



Напечатанное изделие
Общий вес изделия (кг): 13,2
Время печати (ч): 7



Конечное изделие

Турбокомпрессор для судового
дизеля

Аддитивное производство для двигателей

- Гибко настраиваемый процесс производства заготовок точно во время
- Сокращение необходимого времени точения / фрезерования
- Сокращение объема стружки

Классическое производство (лезвийная механообработка)

Материал: сталь 1.4370

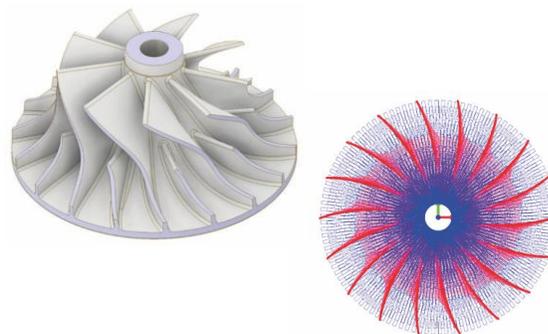
Проблемы с фрезерованием:

- Большой объем стружки → высокая стоимость механообработки
- Высокая стоимость хранения ковеного материала
- Длительный срок поставки материала
- Значительное использование металлообрабатывающего оборудования

Применение: судостроение

3DMP® (arc405)

Материал проволоки: сталь 1.4370, Ø 1,0 мм



CAD/CAM модель



Напечатанное изделие
Размеры (мм): D=290, B=120
Вес изделия (кг): 19,4
Время печати (ч): 7,00



Частично
механообработанное
изделие

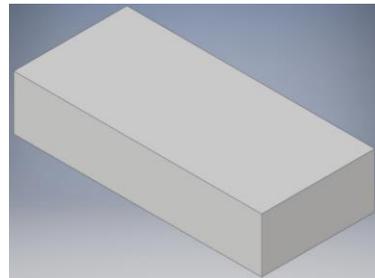
Кронштейн

Аддитивное производство из титана

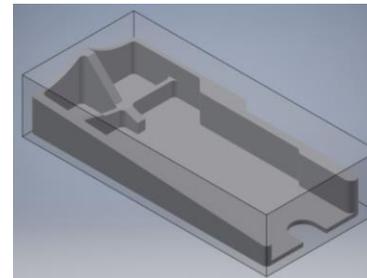
- Сокращение объема стружки
- Экономия на высокой стоимости материала
- Сокращение износа инструмента
- Сокращение времени
- Заменаковки

Классическое производство (лезвийная механообработка)

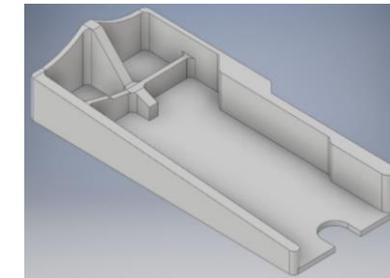
Материал: Ti6Al4V



Заготовка
14.4 кг



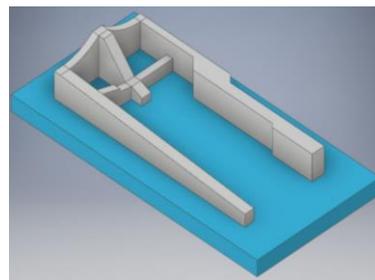
ЧПУ фрезерование
Стружка: 12.3 кг



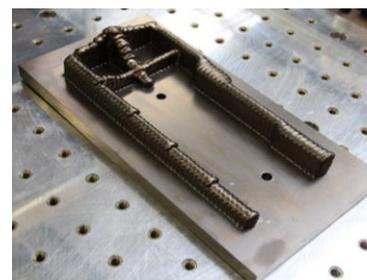
Конечная деталь
2.1 кг

3DMP®

Материал: Ti6Al4V



Модель с припуском
Напечатанная деталь: 1.7 кг
Деталь + плита: 2.8 кг



ЧПУ фрезерование
Стружка: 2.4 кг



Конечная деталь
2.1 кг



Aircraft Philipp

Лонжерон

Аддитивное производство для авиации

- Сокращение стоимости изготовления оснастки
- Сокращение черновой и чистовой обработки
- Сокращение степени использования материалов (buy-to-fly) с >10 до <2

Классическое производство (лезвийная механообработка)

Материал: титан

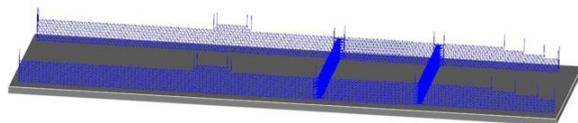
Проблемы с фрезерованием:

- Высокая стоимость оснастки
- Высокие затраты на черновую механообработку
- 96% стружки: титановый блок - 36 кг → конечное изделие - 2,5 кг

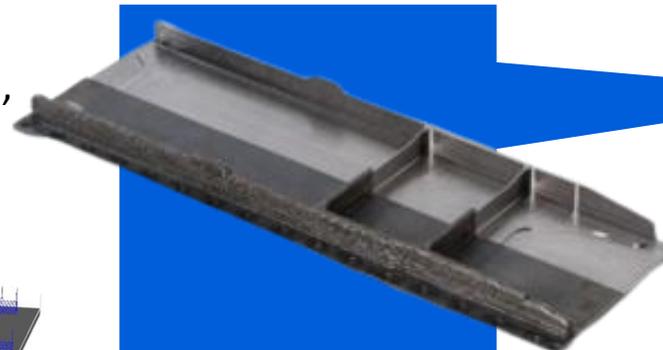
- Применение: авиастроение
- Компонент проходит одобрение
- Лонжерон на самолете Bombardier CRJ
- Часть подвески силовой установки
- Компонент 1 класса - без него самолет не может подняться в небо

3DMP® (arc603)

Материал проволоки: титан,
Ø 1,2 мм



CAM модель



Частично отфрезерованное изделие
Размеры (мм): Д=772, Ш=230, В=25,4
Вес изделия (кг): 2,70
Время печати (ч): 2,25

Лопатка турбины приливной
электростанции

Энергетика

- Материал: CuAl8
- Клиент использует литье
- Массивное, тяжелое изделие
- Малые нагрузки – можно использовать меньший вес
- Полая часть с 3DMP



2.0921 | CuAl8

Гребные винты

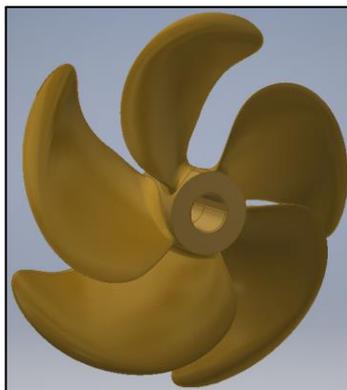
Аддитивное производство для судостроения

- Быстрое изготовление дефектных деталей для уменьшения простоев судов
- Хорошая альтернатива литью с длительным сроком поставки и высокой стоимостью пресс-форм
- Новые материалы



Гребной винт судна#1:

- Объем: 8500 см³
- Вес: 67 кг
- Скорость наплавки: 280 см³/ч
- Время наплавки: 30 ч
- Материалы: 1.4370 и 2.0921/CuAl8

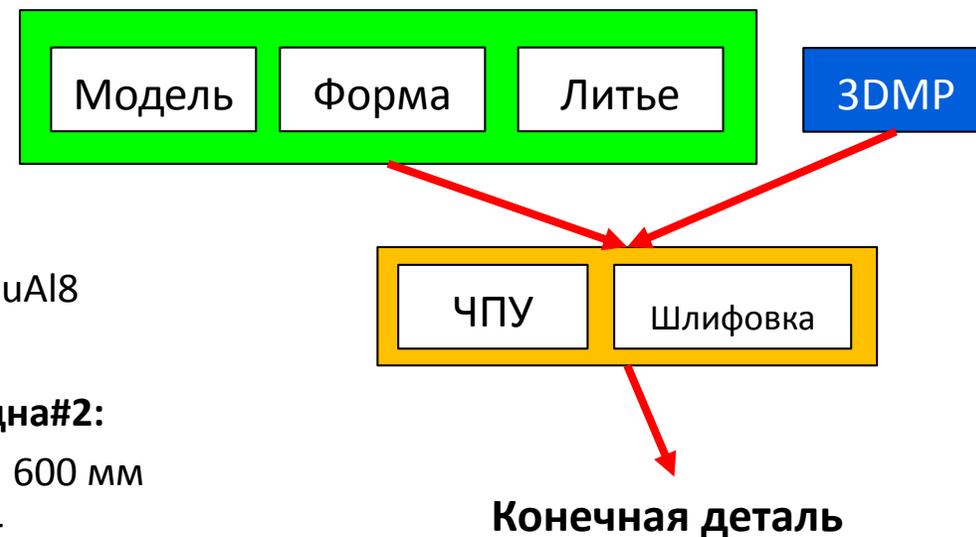


Гребной винт судна#2:

- Диаметр: 600 мм
- Вес: 43 кг
- Время наплавки: 15 ч
- Материалы: CuAl9Ni5

- Применение: судостроение
- Быстрее срок производства
- Меньше стоимость
- Припуск 2-4 мм (при литье – 60 мм)
- Гибкость
- Меньше дефектов (3DMP- стабильный процесс)
- Выбор нового материала/материалов

Поры, раковины, другие литьевые дефекты



Гребные винты

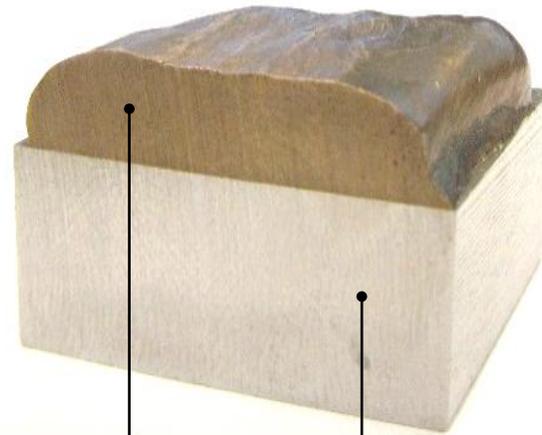
Аддитивное производство для судостроения

- Сравнение SLM/3DMP
- Материал SLM: 1.4404
- Материал 3DMP: 1.4462
- Вес: 7 кг



3DMP® Оснастка, инструмент

- Быстрое изготовление
- Мульти-материальность
- Износостойкие покрытия
- Внутренние каналы охлаждения



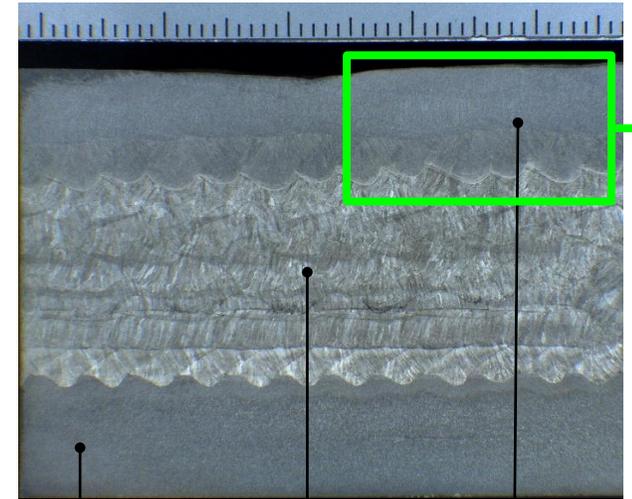
Медный сплав
(2.0921)

Нерж. сталь
(1.4301)



Сталь-дуплекс
(1.4462)

Мягкая сталь
(1.0045)



Твердый сплав
(1.4718) 58 HRC

Нерж. сталь
(1.2343) 55 HRC

Мягкая сталь
(1.2367) 45 HRC

Микрофотография одного слоя 1.4718

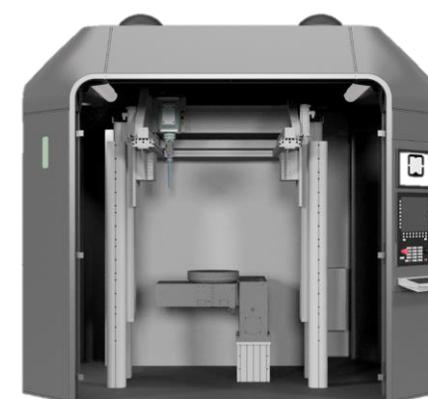


Оборудование GEFERTEC

Оборудование в 3-х или 5-и осевом исполнении дает максимальную гибкость для производства изделий объемом до 3000 л. Универсальность оборудования позволяет осуществлять аддитивное производство малых или крупно размерных высококачественных деталей.



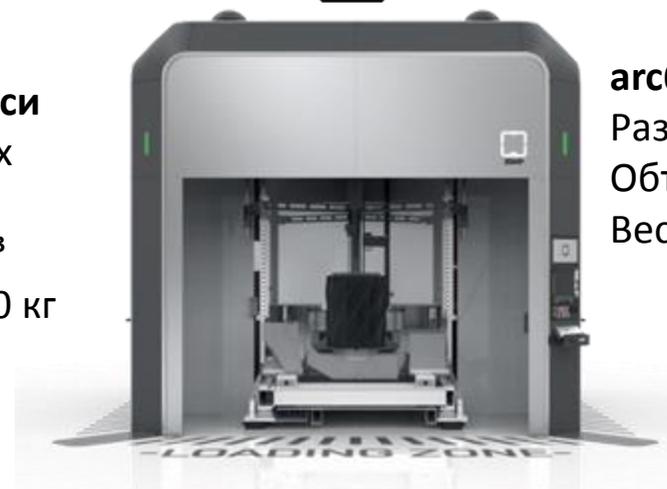
arc403 | 3 оси
 Размер:
 0,8x0,9x1,0 м
 Объем: 0,6 м³
 Вес: до 800 кг



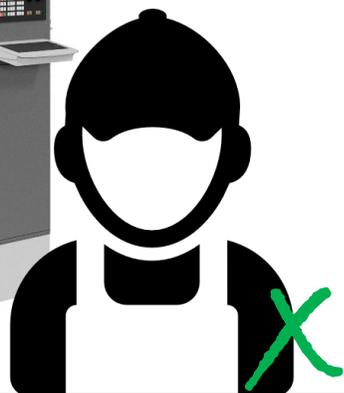
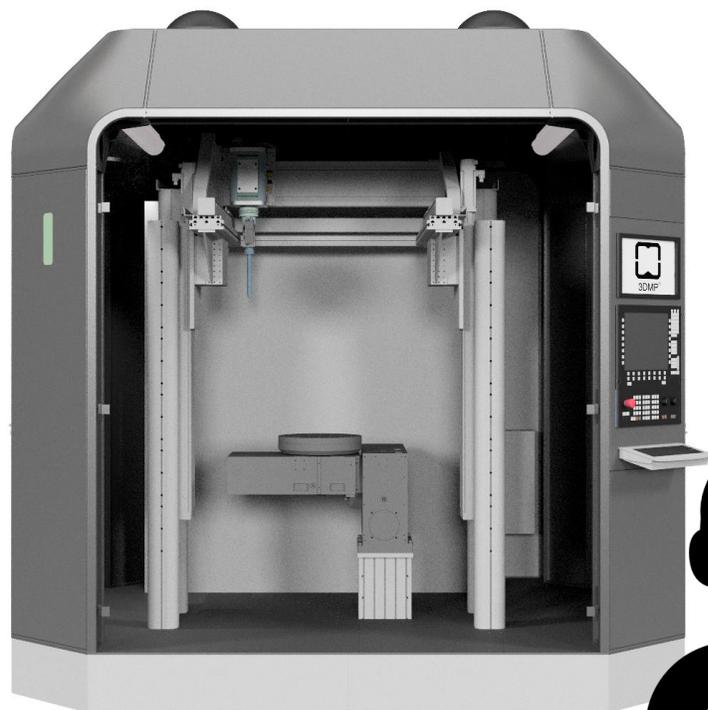
arc405 | 5 осей
 Размер: Ø 0,72x0,45 м
 Объем: 0,012 м³
 Вес: до 150 кг



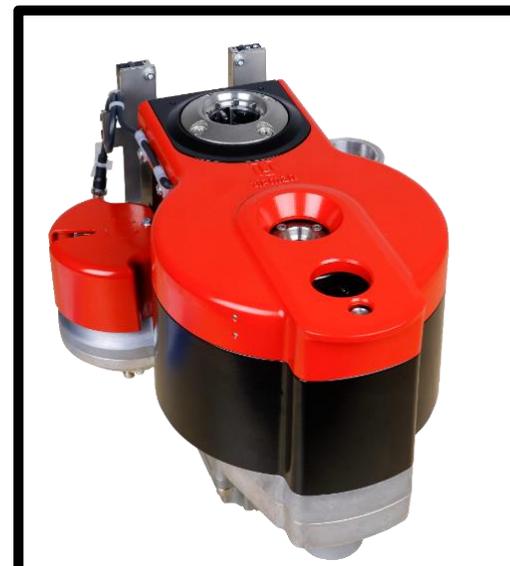
arc603 | 3 оси
 Размер: 1,2x
 1,5x1,6 м
 Объем: 3 м³
 Вес: до 3000 кг



arc605 | 5 осей
 Размер: Ø 0,9x0,7 м
 Объем: 0,8 м³
 Вес: до 420 кг



Средства автоматизации 3DMP®



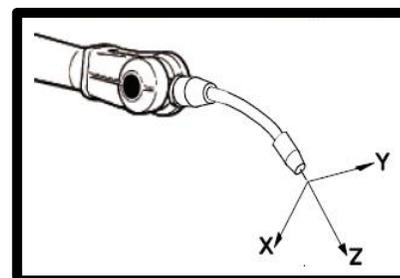
Переключение
контактных
наконечников



Станция очистки
горелок



Сокпит



Измерение TCP

3DMP® Cockpit

3DMP® Cockpit позволяет оператору станка, а также руководству получать полный контроль за производственными и машинными данными всего парка станков

Обзор функций

- ✓ Обзор данных станков
- ✓ Отображение хода производства деталей
- ✓ Индикатор уровня газа и количества проволоки
- ✓ Отображение состояния станка
- ✓ Видео в реальном режиме времени процесса печати
- ✓ Статистическая оценка производства деталей (будет доступна в версии 1.0 QM Manager)
- ✓ Статистическая оценка рабочих данных систем arc (будет доступна в версии 1.0 QM Manager)
- ✓ Отображение сообщений об ошибках
- ✓ Уведомление по электронной почте (находится в разработке)
- ✓ Индивидуальная адаптация Cockpit под потребности заказчика
- ✓ План технического обслуживания (находится в разработке)

3DMP® Cockpit можно использовать на смартфоне, планшете или ПК

- ✓ Ресурсосберегающий мониторинг производства
- ✓ Простая оценка производства деталей
- ✓ Определение потенциальных мощностей станков



3DMP® Cockpit. Полный контроль за работой оборудования

DDM Lab | Интегратор управленческих и
производственных технологий

www.ddmlab.ru

