



РУСАТОМ
АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

РОСАТОМ

Интегральный подход к развитию и внедрению АТ в промышленности.

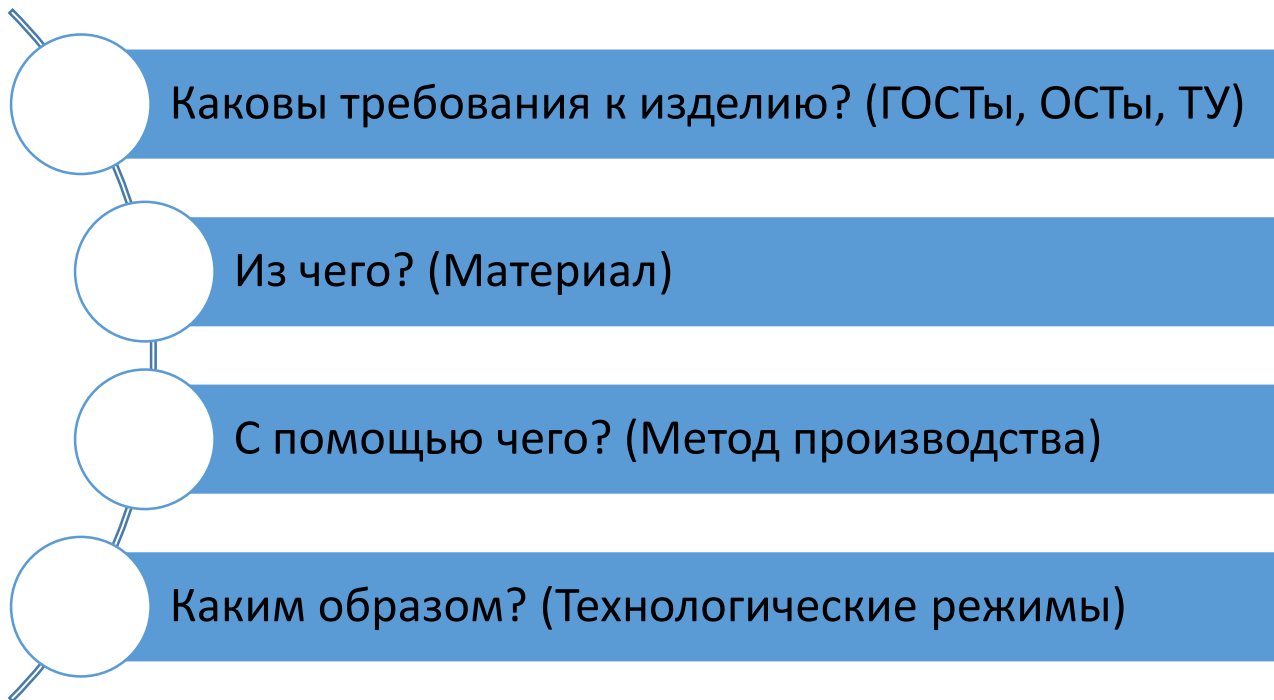
Опыт отраслевого интегратора ГК «Росатом»

Андрей Берюхов

Руководитель центра аддитивных технологий, к.т.н.

Ключевые аспекты развития АТ

Какие главные вопросы стоят перед разработчиком и изготовителем изделия?



Ключевые аспекты развития АТ – видение «РусАТ»



Разработка материалов для АП



Технология (установка «Капля»)

- Газодинамическое распыление расплава
- Газ-энергоноситель: Ar
- Производительность (все фракции): 10÷15 кг/час
- Материалы: нержавеющие стали, жаропрочные никелевые сплавы
- Местоположение: ООО «НПО «Центротех» (г. Новоуральск, Свердловская обл.)

Материалы

- Нержавеющие стали
- Марки: 12X18H10T, 08X18H10T
- Фракция:
 - 10÷63 мкм (SLM);
 - 45÷200 мкм (DMD).
- Содержание O_2 : не более 0,1%



Оборудование для АТ. SLM 3D-принтеры (1/5)

Демонстрационный образец SLM 3D-принтера RusMelt300M



Величина	Значения
Рабочая зона построения	290x290x290 мм
Кол-во лазерных источников	2 шт.
Тип лазерного источника	Иттербиевый волоконный
Мощность лазерного источника	2x500 Вт
Сканирующая система	3-х осевая
Кол-во сканаторов	2 шт.
Материалы (сплавы)	Нержавеющие стали, никелевые сплавы
Производительность (по стали)	20..30 см ³ /ч
Тип ПО (производитель)	RusMelt (ООО «РусАТ»)

- Введен в эксплуатацию (ЦАТ ООО «РусАТ», г. Москва) – июль 2021.
- Назначение:
 - демонстрация возможностей технологии SLM и оборудования потенциальным заказчикам;
 - носитель узлов и платформа для испытаний в рамках НИР/ОКР по разработке оборудования и материалов;
 - печать сувенирной продукции и тестовых образцов.

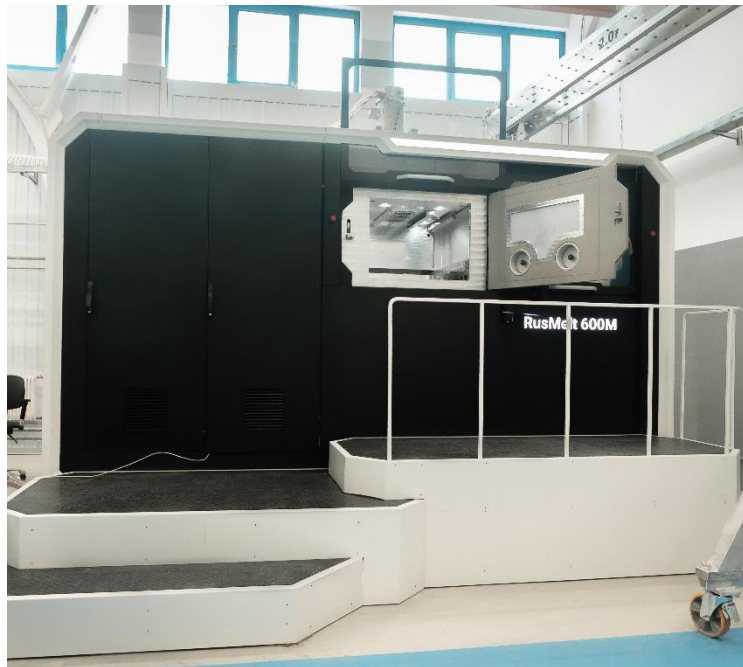
Оборудование для АТ. SLM 3D-принтеры (2/5)

Демонстрационный образец SLM 3D-принтера RusMelt300M



Оборудование для АТ. SLM 3D-принтеры (3/5)

Опытный образец SLM 3D-принтера RusMelt600M



Величина	Значения
Рабочая зона построения	590x590x500 мм
Кол-во лазерных источников	3 шт.
Тип лазерного источника	Иттербиевый волоконный
Мощность лазерного источника	2x500 Вт, 1x1000 Вт
Сканирующая система	3-х осевая
Кол-во сканаторов	3 шт.
Материалы (сплавы)	Нержавеющие стали, никелевые сплавы
Производительность (по стали)*	до ..100 см ³ /ч
Тип ПО (производитель)	RusMelt (ООО «РусАТ»)

* Примеч.: Проектное значение.

- Планируемый ввод в эксплуатацию (ЦАТ ООО «РусАТ», г. Москва) – сентябрь 2022.
- Назначение:
 - носитель узлов и платформа для испытаний в рамках НИР/ОКР по разработке оборудования и материалов;
 - печать тестовых образцов;
 - отработка технологических режимов сплавления.

Оборудование для АТ. SLM 3D-принтеры (4/5)

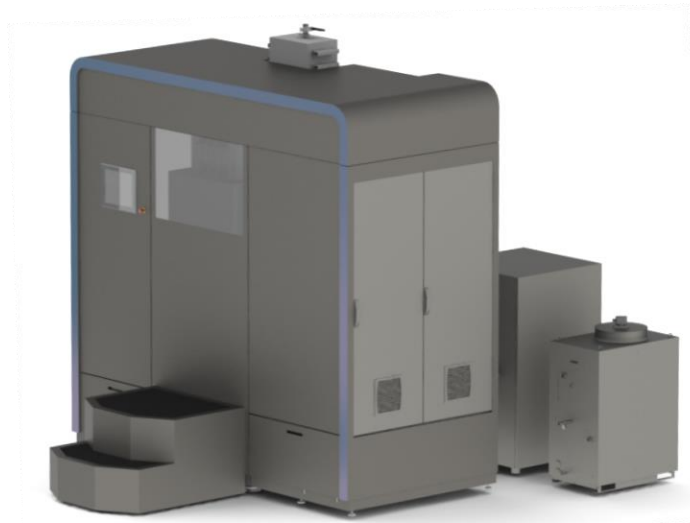
Разработка модернизированных версий SLM 3D-принтеров RusMelt 300M и RusMelt 600M

SLM 3D-принтер RusMelt 300M ver. 2.0



- Этап ТП (весна 2022)
- Сборка и испытания ОО – конец 2023
- Организация серийного выпуска – 2024.

SLM 3D-принтер RusMelt 600M ver. 2.0

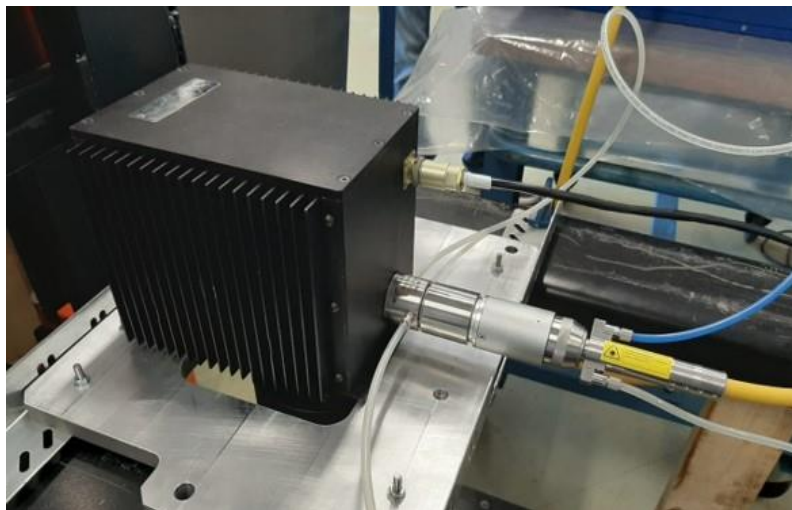


- Этап ТП (лето-осень 2022)
- Сборка и испытания ОО – конец 2023
- Организация серийного выпуска – конец 2024.

Оборудование для АТ. SLM 3D-принтеры (5/5)

Разработка комплектующих для SLM 3D-принтеров

2-х осевой сканатор



Величина	Значения
Размер рабочей зоны (поле сканирования)	1000x1000 мм
Максимальная мощность лазера	1000 Вт
Максимальная скорость сканирования	10 м/с
Разрешение	Не более 12 мкрад

Модельный ряд лазерных источников



Величина	Значения
Тип	Иттербиевый волоконный
Диапазоны мощности	200, 400, 700, 1000 Вт
Длина волны	1070 нм
Качество пучка, параметр M ²	1,2 (не более)

Оборудование для АТ. ЕВАМ-технология

Опытный образец установки ЭЛУНП (ЕВАМ)

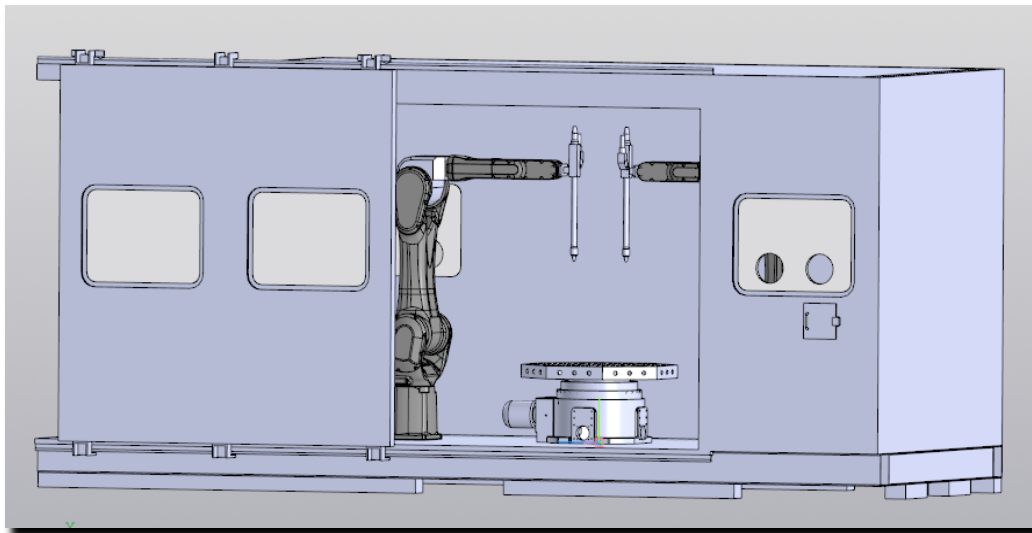


Величина	Значения
Размеры области построения	1500x1200x1400 мм
Диаметр планшайбы поворотного стола	1200 мм
Диаметр применяемой проволоки	0,8..3,0 мм
Скорость подачи проволоки	0,1..20 м/мин
Мощность источника	60 кВт
Тип генератора частиц	ЭЛП с термокатодом косвенного накала
Рабочее ускоряющее напряжение	60 кВ
Время работы катода ЭЛП до замены	100 ч
Вес установки	23 т

- Планируемый срок завершения ПНР (ЦАТ ООО «РусАТ», г. Москва) – март 2022.
- Окончание первого этапа отработки режимов выращивания (12X18H10T) – декабрь 2022.

Оборудование для АТ. DMD-технология

Опытный образец установки DMD



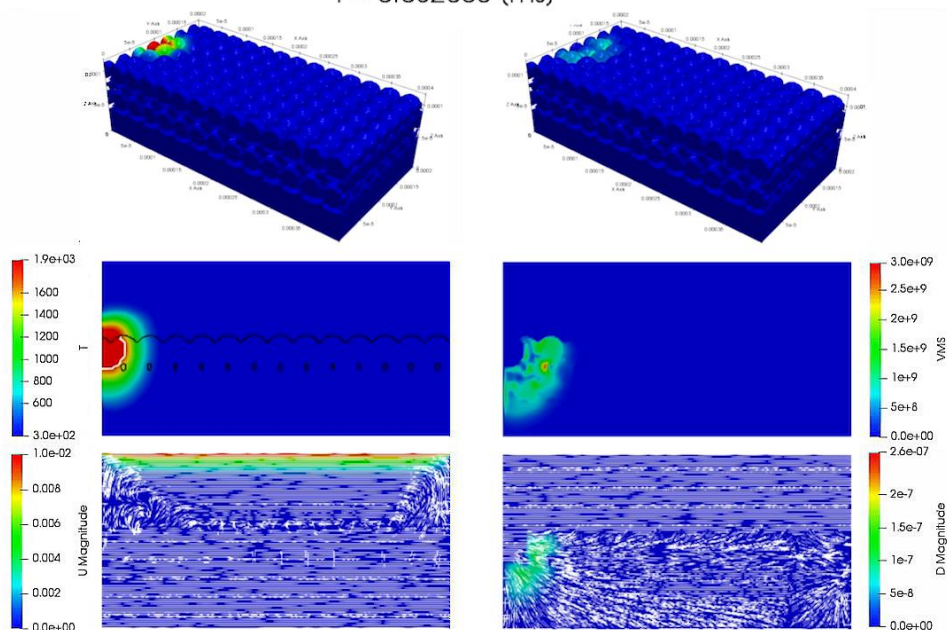
Величина	Значения
Максимальный размер выращиваемого изделия: - Диаметр - Высота	2000 мм 1000 мм
Максимальная масса выращиваемого изделия	6000 кг
Тип лазера	Иттербиевый волоконный
Количество лазеров	2 шт
Мощность лазера	2х4000 Вт
Количество РТК	2 шт
Производительность	2,5 кг/ч
Радиус действия РТК	1853 мм

- Планируемый срок завершения ПНР (ЦАТ ООО «РусАТ», г. Москва) – декабрь 2022.
- Окончание первого этапа отработки режимов выращивания (08X18H10T) – октябрь 2022.

Программные продукты (CAD/CAE/CAM) (1/2)

Проект «Виртуальный 3D-принтер»

$t = 0.032000$ (ms)

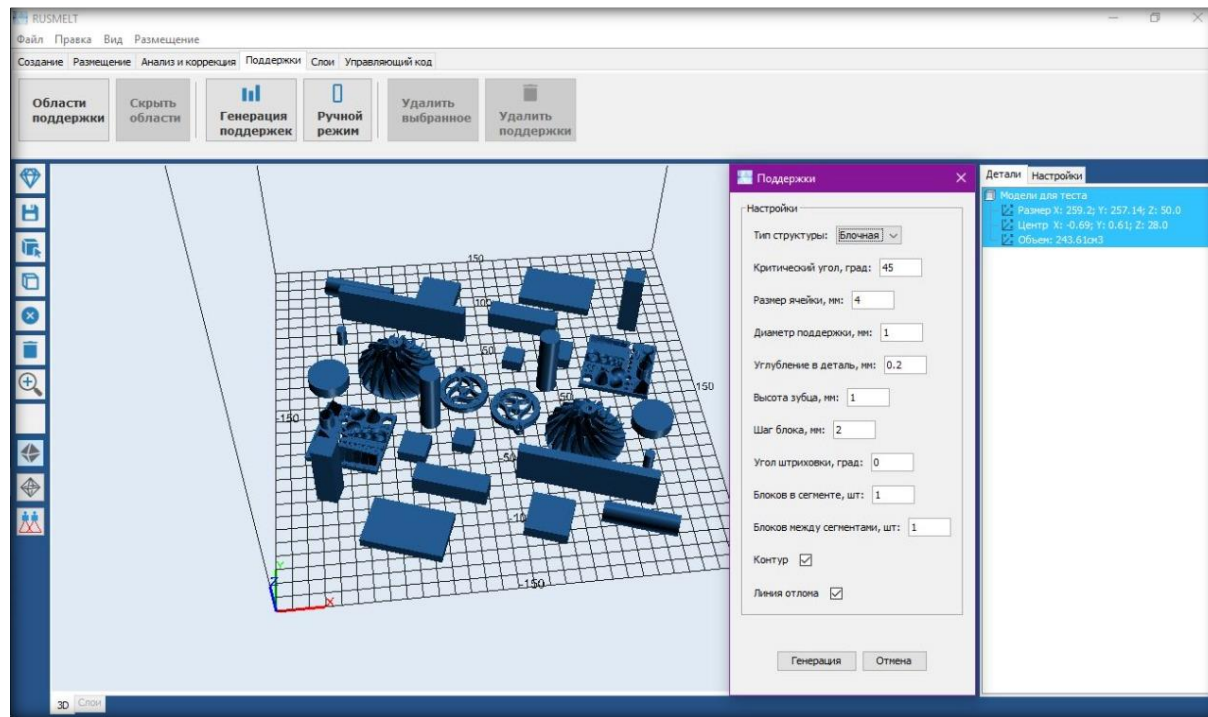


Моделирование процесса SLM 3D-печати:

- расчет тепловых деформаций;
- расчет тепломассопереноса в ванне расплава и т.д.

Программные продукты (CAD/CAE/CAM) (2/2)

ПО «Слайсер «RusMelt» (SLM-печать)



CAM-модуль для подготовки УП для работы на SLM 3D-принтерах RusMelt300M и 600M

Отработка технологии 3D-печати изделий (НИР/ОКР)

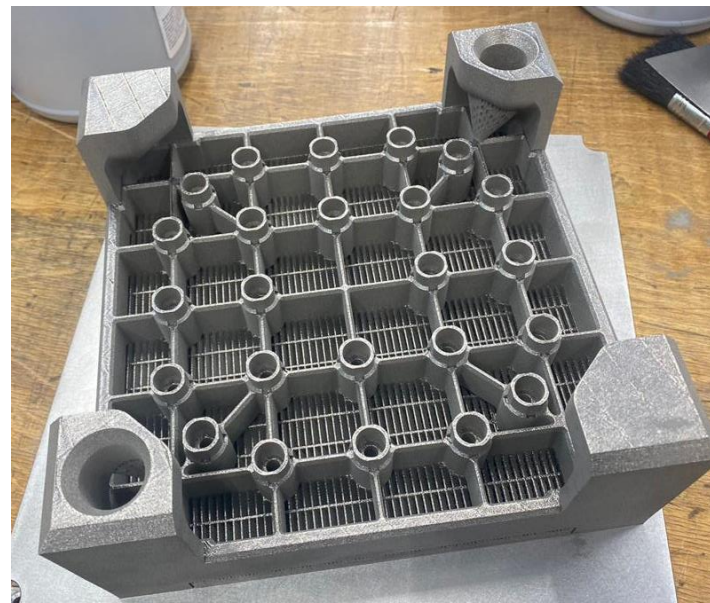
Разработка технологии печати изделия «Антидебризный фильтр (АДФ-2)
для ТВС-К» (Заказчик – АО «ТВЭЛ»)

Образцы фрагментов геометрии (RusMelt300M)



- Материал – 12X18H10T (ООО «НПО «Центротех»)
- Время печати – 40 ч.

Изделие АДФ-2 (3D Systems DMP 350)



- Материал – 12X18H10T (ООО «НПО «Центротех»)
- Время печати – 62 ч.

Работы по внедрению АТ в рамках ГК «Росатом»



Поставка DMD-установки в АО «ОКБМ имени И. И. Африкантова»



- Дата поставки – ноябрь 2021
- Изготовитель: ИЛИСТ СПбГМТУ

Оснащение лаборатории 3D-печати образовательного центра «Сириус» (г. Сочи) FDM-принтерами «FORA-150» (10 шт.)



- Дата поставки – декабрь 2021
- Изготовитель: ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (ГК «Росатом»)

Участие в разработке федеральных стандартов по АТ



РУСАТОМ
АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
RUSATOM

Сотрудники ООО «РусАТ» участвуют в работе Технического комитета №182



- На текущий момент разработано и утверждено 38 документов.
- ООО «РусАТ» является разработчиком 12 утвержденных стандартов
 - 2020 год – 7;
 - 2021 год – 5 (один совместно с ФГУП «ВИАМ»).
- В процессе разработки (планируется утвердить в 2022 году) – 5 стандартов
- В планах на 2022 год – работа по 5 стандартам.

Кадровый вопрос в АП

Ежегодная внутриотраслевая конференция «Аддитивные технологии»



- Представители 25-ти предприятий ГК «Росатом»
- Кол-во участников – 80 чел.

- 2-я по счету конференция прошла 13-14 мая 2021 года на площадке ЦАТ ООО «РусАТ»





РУСАТОМ
АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

РОСАТОМ

Спасибо за внимание!

Берюхов Андрей Владимирович

Руководитель центра аддитивных технологий, к.т.н.

Тел.: +7 (495) 988-82-82, доб. 7242

Моб. тел.: +7 (912) 291 19 22

E-mail: avberyukhov@rosatom.ru

www.rosatom-additive.ru

25.01.2022