



ADDITIVE MINDED-2024: «ШИРОКО. СИСТЕМНО. РЕНТАБЕЛЬНО»

Д. С. Трубашевский, основатель компании «Логика слоя»

Традиционно в конце января ООО «Экспо Фьюжн» параллельно выставке Ruplica организует выставку и конференцию аддитивных технологий (АТ) в промышленности Additive Minded. Текущий год не стал исключением. С 23 по 25 января в Москве в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне (павильон 3) в режиме нон-стоп проходила очередная конференция под амбициозным лозунгом «Широко. Системно. Рентабельно», который, как оказалось, был более чем оправдан сделанными на ней докладами. В этом можно убедиться из приведенного ниже их краткого обзора.

1. **День первый (23.01.2024): шаг к мечте.**
2. **День второй (24.02.2024): сильные идеи.**
3. **День третий (25.01.2024): делать и не бояться.**

Выводы.

1. ДЕНЬ ПЕРВЫЙ (23.01.2024): ШАГ К МЕЧТЕ

«Широко. Системно. Рентабельно» – так, собственно, и открыл конференцию Additive Minded-2024 **Дмитрий Трубашевский**, модератор мероприятия и одновременно автор данного обзора, стараясь год от года делать свое выступление все более емким и насыщенным (см. титульное фото). Спикер последовательно рассказал о многочисленных зарубежных проектах, в том числе тех, которые доступны любому инженеру практически в гараже, продемонстрировал «гул» и электризацию про-

странства от новых прорывных проектов, с разгромным счетом выигрывающих у уже привычных технологий в скорости, точности и мультиматериальности производства. При этом докладчик «подбодрил» российских разработчиков, утверждая, что им вполне по силам создать новые продукты, способные перевернуть привычное отношение к ним промышленников, которых в АТ часто отпугивают малая серийность, высокая стоимость, необходимость постобработки, испытаний и сертификации. Совместно с Клубом производителей Сколково, RnD-платформой Сколково и проектом «Логика слоя» в России была введена в строй уникальная «Экосистема АТ», на которой уже резидентствует свыше 250 отечественных компаний. Более подробно ознакомиться с данной и другими презентациями, представленными на конференции Additive Minded-2024, можно с помощью приведенного в настоящем обзоре QR-кода.

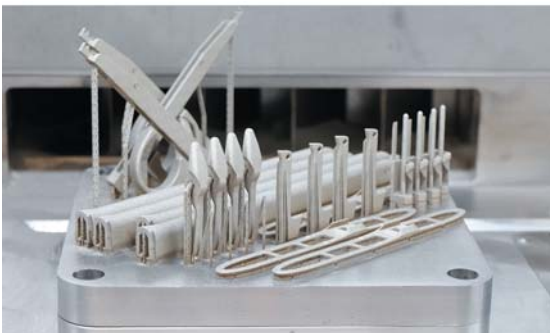


Ознакомьтесь с презентациями докладчиков

РИС. 1. ▶
Выступает
Дмитрий Антонов
(источник:
«Экспо Фьюжн»)



РИС. 2. ▶
Примеры
пластиковых
изделий
сложной формы,
напечатанных
по АТ синтеза
на подложке
на принтере
производства
«ОНСИИТ»



Дмитрий Антонов, заместитель генерального директора по развитию ООО «ОНСИИТ», в очередной раз порадовал (и заставил напрячься конкурентов!) достойными, мирового уровня, разработками компании, специализацией которой являются технологии синтеза на подложке полимерных (PBF/SLS) и металлических (LB-PBF) порошков (рис. 1 и 2). Широкий бэкграунд основателей компании помог им реализовать эти две технологии, популярные у предприятий-потребителей и являющиеся своеобразным золотым стандартом качества. Среди их общих преимуществ – отсутствие заметной слоистости изделий и поддержек для печати. Доступная стоимость 3D-принтеров, мощные лазеры, встроенный вакуумный сбор и система просеивания и рециркуляции порошка – движение в сторону автоматизации производства, что позволяет прогнозировать монтаж многих десятков и даже сотен подобных 3D-принтеров на цифровых фабриках будущего.

Михаил Родин, генеральный директор ООО «НПО «3Д-Интеграция» (i3D) – одного из ведущих отечественных игроков на рынке АТ, привел в своем выступлении глубокий анализ российского рынка и выявил его слабые места. Вместе со своей командой он представил свое видение самых важных АТ. «3Д-Интеграция» активно разрабатывает оборудование для лазерного (LB-PBF) и электронно-лучевого (EB-PBF) синтеза металлов и сплавов на подложке, фотополимеризации в ванне керамических паст (DLP), струйной печати связующим металлов, песка и ПММА, а также метрологические сканеры. Высокая инвестиционная активность, в том числе в проектах с участием государства, нацеленность на результат, мощная и опытная команда, уверенность в будущем рынка и своей компании зарядили многих оптимизмом по поводу перспектив инновационного развития АТ в нашей стране. Чтобы точнее оценить масштабы деятельности данной компании, следует обратить внимание на созданный в прошлом году «Московский цифровой завод», входящий в группу компаний i3D, организацию производства песчано-полимерных принтеров FZHL в России, контрактное производство и обратное проектирование СПИН.

Евгений Матвеев, генеральный директор ООО «Ф2 Инновации», подробно рассказал о возможностях АТ путем экструзии гранулированных термопластов (FGF). Эту АТ компания активно внедряет на промышленных



ONSINT SM400

Объем печати:
400×400×500 мм
Производительность: 4 л/ч
CO₂-лазер: 100 Вт



ONSINT SM500

Объем печати:
530×530×550 мм
Производительность: 6 л/ч
CO₂-лазер: 100 Вт



ONSINT SM800

Объем печати:
850×500×500 мм
Производительность: 15 л/ч
Два CO₂-лазера:
по 100 Вт каждый



ONSINT SM200

Объем печати: 200×200×200 мм
Производительность: 0,8 л/ч
CO₂-лазер: 30 Вт



ONSINT SM300

Объем печати: 300×300×400 мм
Производительность: 2,2 л/ч
CO₂-лазер: 60 Вт

предприятиях страны (рис. 3). Секрет ее подхода прост: если нужна точная печать без погони за скоростью – используйте AT FFF (печать филаментом), а если требуется высокая производительность процесса печати крупногабаритных изделий – добро пожаловать в мир FGF (печать гранулятом) (табл. 1).

Таблица 1. Общая сравнительная характеристика двух AT термопластами – филаментом (FFF) и гранулятом (FGF)



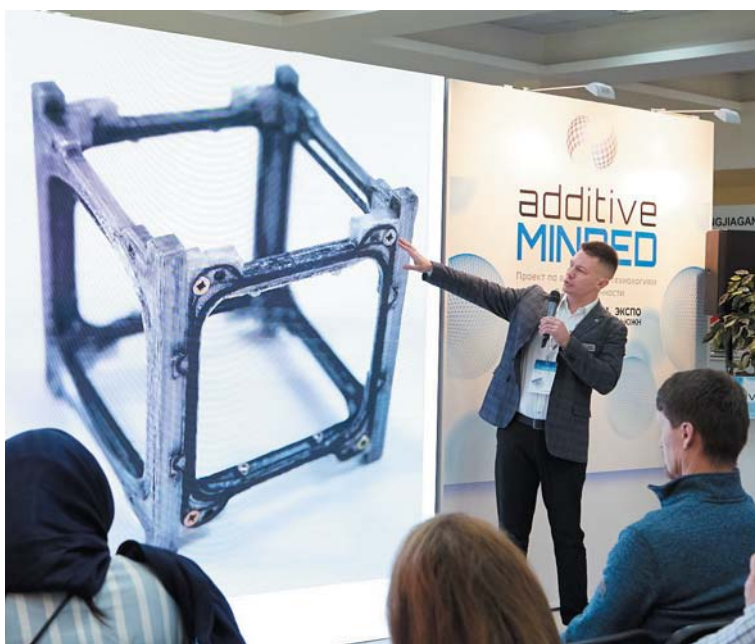
AT	Схема	Характеристика
FFF		<ol style="list-style-type: none"> 1. Печать мелких изделий. 2. Более высокое качество поверхности. 3. Более высокая стоимость материалов. 4. Низкая производительность печати
FGF		<ol style="list-style-type: none"> 1. Печать крупногабаритных изделий. 2. Более низкое качество поверхности. 3. Более низкая стоимость материалов. 4. Высокая производительность печати

РИС. 3. ▶
Выступает
Евгений Матвеев
(источник:
«Экспо Фьюжн»)



РИС. 4. ▼
Выступает
Роман Савченков
(источник рис. 4 и 5:
«Экспо Фьюжн»)



Дмитрий Королев, технический директор ООО «ОБЖЕКТРОНИКС», в своем интригующем докладе «Ожидание и реальность. Как достигаются заявленные параметры и за что стоит переплатить?» раскрыл недостатки российских и азиатских потребительских FFF-3D-принтеров. Докладчик пришел к поразительному выводу о том, что компоновочные и функциональные решения этих принтеров никуда не годятся. В результате их использования страдают надежность, точность, а также ставится под сомнение качественная работа с высокотемпературными термопластами. И вот для этих целей его командой был разработан принтер Objectronics F300, который уже несколько лет дорабатывается для соответствия санкционно закрытой линейке Fortus компании Stratasys.

“**Замена металла на композит, наполненный рублеными или непрерывными армирующими волокнами, оправдывает себя в авиастроении, космонавтике, а также в производстве товаров спортивного и специального назначения**”

Роман Савченков, директор ООО «Анизопринт Рус», в очередной раз убедил присутствующих в том, что сегодня без композитной печати не обходится ни одно инновационное производство (рис. 4). Замена металла на композит, наполненный рублеными или непрерывными армирующими волокнами, оправдывает себя в авиастроении, космонавтике, а также в производстве товаров спортивного и специального назначения. Более того, 3D-печать, несмотря на невысокую производительность, может обеспечить получение продукции любой сложности, а если потребуется серийное производство, то пока на этот вопрос у спикера есть ответ: «Обзаводитесь 3D-фермами».

Андрей Берюхов, директор бизнес-направления «Аддитивное производство» ООО «Горизонт покрытий», уделил особое внимание постобработке после металлической печати синтеза на подложке. Вроде как и не удивил – ведь все знают, что современные

3D-принтеры для металла – это отличный инструмент для быстрого получения высококачественных заготовок с отличным металлургическим качеством. С другой стороны, с наскаку проблему постобработки не всегда получается решить оперативно и самостоятельно. Поэтому компетентность *Андрея* должна помочь многим «слоеделам» в борьбе за потребителя, ждущего от АТ чего-то большего.

Евгений Копылов, руководитель центра производства «Московского цифрового завода», часто визуализирует, как должно работать цифровое производство – демонстрирует вихрь, в который вовлекается окружение. Так и есть, потому как СПИН (Специальные производства и новации), являясь площадкой контрактного производства, успешно осуществляет проекты, в которых цифра, гибкость, обратное проектирование и 3D-печать ставятся во главу угла. Доклад *Евгения* в точности соответствовал просьбе модератора – представлять реализованные собственной командой на территории России кейсы. Остановить СПИН на конференции было очень сложно – ребята явно словили волну и успешно ее покоряют.

Гарегин Асланян, ведущий специалист АО «Центр аддитивных технологий» (ЦАТ), бесцеремонно окунул всех в океан инжиниринга, реинжиниринга и системного инжиниринга, заодно напомнив слушателям стандартизированные определения этих понятий (см. справку. – *Прим. ред.*). Цель – обозначить проблему, заключающуюся в отсутствии границ у обратного проектирования, но которые тем не менее существуют благодаря качественному обучению, НИР и ОКР. И во всем этом ЦАТ позиционирует себя первым в России. Трудно не согласиться.

Станислав Максименко, специалист отдела продаж ООО «ЗДВиЖн», обосновал тезис о том, что программное обеспечение VoxelDance Additive – отличная альтернатива ушедшему с российского рынка комбайн-слайсеру Materialise Magics. Стремление Китая подражать Западу нашло воплощение в VoxelDance, причем так удачно, что приемлемая стоимость и достаточный функционал очень жестко пресекают попытки других продуктов как-то соперничать с ним.

Александр Перес, директор по развитию ООО «Атеко», в рамках своего доклада с провокационным названием «Химия, полимеры и композиты, или Как уколоть конку-

СПРАВКА

Инжиниринг (engineering): инженерно-консультационная деятельность, содержанием которой является решение инженерных задач, связанных с созданием или совершенствованием продукции, систем и (или) процессов.

Примечание. Предметом инжиниринга является не продукция (конечный результат производства), не проектирование и не производство продукции, а интеллектуальный процесс решения творческих (инженерных) задач, связанных с проектированием и организацией процессов производства продукции (выполнения работ, оказания услуг).

Реинжиниринг (reengineering): оптимизация системы организации и управления хозяйственным процессом, которая основана на принципах ориентации на весь процесс, на качественный скачок, на ликвидацию закомплексованности в бизнесе, на использование существенно более эффективных технологий.

Системный инжиниринг (systems engineering): междисциплинарный методический подход, регулирующий общую техническую и организационную деятельность по преобразованию набора потребностей клиентов, их ожиданий и ограничений в продукцию и поддержание этого решения в течение всего жизненного цикла.

рентов» без излишней скромности заявил, что на российском рынке нет более качественных и инновационных полимерных FFF/FGF-материалов и даже материалов для литья под давлением, чем у Ateco (рис. 5). Анонсируемые в рамках прошедшей выставки и конференции 3D-принтеры компании для АТ FFF/FGF изрядно пощекотали нервы конкурентов, а экосистема «материал/3D-принтер» и опытная авторитетная команда, плотно сотрудничающая с компаниями CMS (Италия) и Arkema (Франция), а также с Институтом Фраунгофера (Германия) и Институтом пластмасс (Россия), заставили всех поверить в появление нового заметного игрока в сфере продуктов для аддитивного производства. В процессе выступления спикер привел множество примеров напечатанных изделий различных габаритов и назначения, некоторые из которых представлены на рис. 6.



▲ РИС. 5. Выступает Александр Перес

▼ РИС. 6. Шестерня (а) и крупногабаритная оснастка для выкладки (б), напечатанные из микрогранул ПАБ марки Ultran, наполненных углеродными волокнами (источник: Ateco)



“Есть серьезные основания полагать, что мы станем свидетелями активного роста АТ с инвестициями до 13,2 млрд руб/год к 2030 г.

Дарья Дмитриева, генеральный директор Академии аддитивных технологий «Цифра Цифра», довела до сведения слушателей предупреждение о том, что если они не начнут активно вовлекаться в программы повышения квалификации, проводимые опытными экспертами, то увязнут в рутине и не смогут свободно ориентироваться в современных и перспективных технологиях (рис. 7). А это, в свою очередь, может повлиять на адекватность подбора оборудования для решения специфических производственных задач. Кроме того, есть серьезные основания полагать, что мы станем свидетелями активного роста АТ с инвестициями до 13,2 млрд руб/год к 2030 г. (рис. 8). И вместе с этим должна кратно увеличиться численность работников, занятых в отрасли, которая сегодня, по разным оценкам, составляет от 2000 до 4500 чел.

РИС. 7. ▾
Выступает Дарья Дмитриева
(источник: «Экспо Фьюжн»)

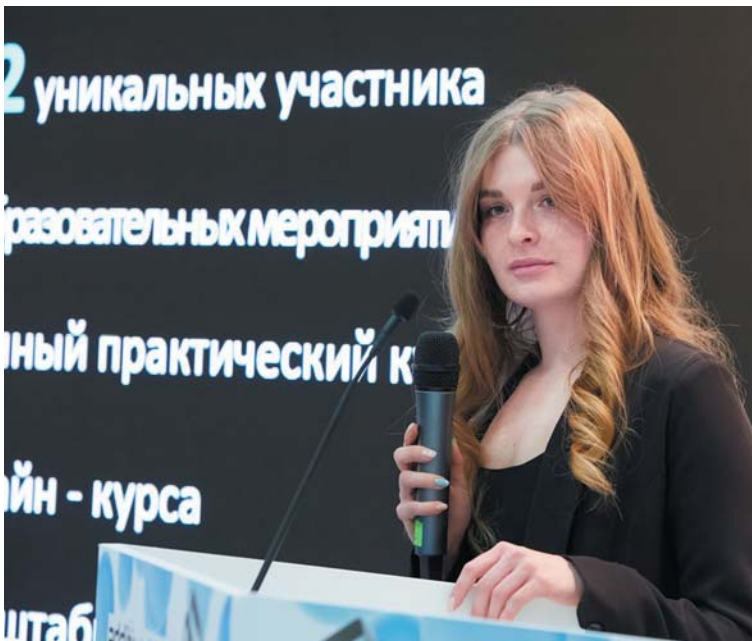
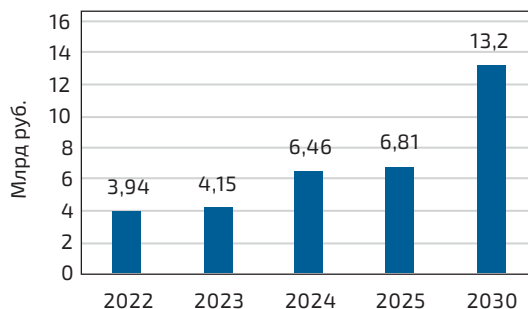


РИС. 8. ▶
Динамика развития
российского
рынка АТ с 2022
по 2030 г. (2024 –
прогноз)
(источник: доклад
Д. Дмитриевой)



2. ДЕНЬ ВТОРОЙ (24.02.2024): СИЛЬНЫЕ ИДЕИ

Андрей Щавлев, руководитель направления аддитивных технологий ООО «Офисная Техника Джетком», рассказал о применении 3D-принтеров SoonSer в литейном производстве. Сегодня продвинутые предприятия используют АТ для указанных целей и гордятся этим, ведь такой метод позволяет изготавливать высоко-сложную продукцию, которую невозможно получить по стандартным технологиям. Однако есть и те, кто задействует АТ для изготовления производственной оснастки – как многократного, так и однократного использования, т. е. быть расходником. И вот здесь перед требовательными промышленниками открывается целый мир возможностей. Одна из таковых заключается в печати выплавляемой или выжигаемой оснастки. Первая из них изготавливается из технического воска, а вторая – из специальных полимеров, имеющих низкую зольность. Но и это не все. Некоторые полимеры имеют особенность расширяться при высокой температуре в печи, а это может повлиять на разрушение керамической формы. Поэтому инженеры, зная эту особенность, в автоматическом режиме заполняют тело деталей пространственными ячейками. В результате при выжигании продукты сгорания заполняют пустые полости с ячейками, и поломки форм в этом случае не происходит.

Денис Подсобляев, руководитель направления АТ ООО «ИНФАБ», проинформировал об успехах компании BLT, которая сегодня занимает, пожалуй, первое место в Китае по качеству LB-PBF принтеров и, соответственно, объему их продаж. С его слов, в Китае уже произошла революция в 3D-печати, а количество 3D-принтеров для печати металлами в центрах аддитивного производства (ЦАП) часто составляет 100–400 ед. К сожалению, в России мы пока не увидим в одном месте даже десятка принтеров, работающих по такой технологии, и пока что поставки носят единичный характер. ■

(Продолжение следует)

Additive Minded-2024: «Widely. Systematically. Cost-effective»

D. S. Trubashevsky
Traditionally, at the end of January, Expo Fusion company, in parallel with the Ruplastica exhibition, organizes an exhibition and conference of additive technologies Additive Minded. This year was no exception. From January 23 to January 25, a regular conference was held non-stop in Moscow at Expocentre Fairgrounds on Krasnaya Presnya under the ambitious slogan «Widely. Systematically. Cost-effective», which, as it turned out, was more than justified by the reports made on it. This can be seen from the above review.
(To be continued)