

еДАЙДЖЕСТ

Производственные инновации для профи

ЛЕРТО
МЫ ♥ INDUSTRY3D

Зона печати – стройка



lerto.ru

Мышление инженера

Рынок АП по металлам. Ажиотаж – всё

Процветающая индустрия АП по металлам
в Китае: взгляд со стороны

Освещаем главные новости и тренды в сфере промышленных аддитивных технологий, 3D-сканирования, метрологии, автоматизации и цифровизации современных производств.

Содержание

Мышление инженера	6
Зона печати – стройка.....	10
Рынок АП по металлам. Ажиотаж – всё	18
Процветающая индустрия АП по металлам в Китае: взгляд со стороны.....	24
Надёжность – наивысшая ценность.....	31
АМТ-16: еще и собеседник.....	34
ClearVox – когда всё всем станет ясно	40
Промдизайн – это и инженерия, и творчество, и наука	42
Рама без рамок ограничений.....	48
Как помочь детали не напрягаться	50
McLaren: зарождение нового класса суперкаров.....	52

Дайджест

Номер 6, июль 2024 г.

Версия от 31 июля 2024 11:28 AM.

Страниц: 55.

Размещается на медиа-ресурсе INDUSTRY3D на некоммерческой основе.

Издатель: медиа-ресурс INDUSTRY3D, web: <https://industry3d.ru>.

По вопросам сотрудничества и рекламы пишите на info@industry3d.ru.

Редакция:

главный редактор: Дмитрий Трубашевский,

моб.: +7 (916) 950-21-89, e-mail: chief_editor@industry3d.ru;

шеф-редактор: Светлана Бакарджиева,

моб.: +7 (910) 938-25-50, e-mail: busido.63@mail.ru.

Дизайн и верстка: Дмитрий Фадеев.





INDUSTRY 3D

аддитивные технологии и 3D-решения

— единственный российский новостной медиаресурс о промышленном аддитивном производстве с **собственным экспертным мнением.**

Партнерские предложения:

Подготовка статей, обзоров, интервью, освещение важных событий.

Гибкие тарифные планы по сотрудничеству в любом формате.



industry3d.ru

Пишите на info@industry3d.ru.



LEAP71 – первый пошёл

Инженеры из компании LEAP71 успешно протестировали ракетный двигатель, созданный с помощью ИИ!

Особенностью разработки двигателя керолокс (Kerolox) является то, что он спроектирован с помощью большой вычислительной инженерной модели человека. Практически впервые в мире при разработке двигателя такой сложности не использовалась традиционное программное обеспечение САПР.

В двигателе использовалась смесь жидкого кислорода (окислителя), горючего окисляющего регенеративно-теплообменника, расположенные под углом вокруг камеры сгорания. Смешивались с помощью инновационной головки с коаксиальными завихрителями.

Интересно, что весь проект начался с выбора топлива за две недели, осуществлён за менее чем две недели. Создание же новой модели двигателя в Nopton RP с возможностью ИИ занимает всего несколько минут!

В результате испытаний двигатель мощностью 20 000 лошадиных сил и казал себе безупречным уже с первого запуска, демонстрируя его длительную работу. Время горения было ограничено только количеством доступного топлива и длилось 12 секунд.

В реализации данного сложнейшего проекта особенно хотелось бы отметить коллаборацию нескольких компаний и института:

1. AMSC Smith, используемое собственное оборудование, помогло напечатать мировой двигатель по технологии LPBF.
2. Эксперимент производится в сотрудничестве с британской командой Space Systems of the University of Sheffield. Ракетчики из Шеффилда предоставили множество практических отзывов и сыграли важную роль в превращении начального на 3D-принтере медной заготовки в по-настоящему рабочий двигатель.
3. Команда Airborne Engineering Ltd блестяще провела тестовую кампанию.

Совсем скоро команда, работающая над этим проектом, поделится с общественностью более подробными результатами своего большого труда. Множество данных, которые были получены в результате тестирования, будут переданы в Nopton RP и позволят разработчикам обучать и корректировать модель. Модель двигателя также была размещена в Picosk – названии геометрического ядра компании с открытым исходным кодом.

Все чаще сегодня в аддитивном и в целом в инновационном масштабе сообщество инженеров мы наблюдаем, как рутинные и даже оригинально творческие задачи передаются и успешно решаются с помощью генеративного ИИ. Есть уверенность, что человек в ближайшем будущем будет решать стратегические задачи, а инженеры – создавать



ИИ-двигатель керолокс с испытательном стенде

О КОМПАНИИ:

LEAP71

LEAP71 предоставляет инженеринговые услуги в авангарде новой области вычислительной инженерии. В компании используют программные алгоритмы для разработки следующего поколения сложных физических объектов: молекул, полученных с использованием самых передовых производственных технологий, таких как аддитивное производство.

Airborne Engineering Ltd

Airborne Engineering Ltd (AEL) была основана в 2001 году для проектирования, испытаний и производства бортового приборостроения. Они предоставляют услуги по испытаниям ракетных двигателей, использующих различные виды твердого, жидкого и газообразного топлива. Они разрабатывают специальные испытательные стенды и системы управления, тестируют форсунок и сопла, оценивают эффективность новых видов топлива и материалов. Компания является одним из ключевых производителей

Слово главного редактора



Июль 2024 года — лучшее время для самообразования, изучения значимых для российской промышленности новостей об аддитивных технологиях. Редакция Индустрия3Д прикладывает все усилия, чтобы российский читатель оперативно получал максимально полезную информацию.

Наш секрет прост и сложен одновременно. Наши статьи — это коктейль из технологий, для приготовления которого мы используем только лучшие и проверенные ингредиенты. Отыскать и отфильтровать самое качественное и интересное — не тривиальная задача. Однако мы намеренно выбрали для себя этот тернистый путь, ведь наша цель — осведомление и настройка на передовые российские и глобальные решения топ-менеджмента предприятий. Если ваши руководители ещё не читают нас, — срочно исправьте это:).

Середина лета нас воодушевила и расширила горизонты нашего вещания. Мы слушали, давали экспертную оценку и рассуждали на тему промдизайна, инженерии, строительства, разработки отечественных жемчужин, рассказывали о завидных кейсах и даже о неудачных примерах управления компаниями... Нас и исследование KAT (k-at.ru)

сегодня цитируют популярные издания с большой армией подписчиков: Моноколь, Коммерсантъ, Аддитивные технологии. Говорят же, что аддитивное производство — это настоящая Вселенная. Постигайте её с нами — бескомпромиссным ресурсом по промышленным аддитивным технологиям с собственным экспертным мнением.

За семь месяцев работы новой редакции над проектом Индустрия3Д мы многое для себя поняли, сплотили вокруг нашего ресурса энтузиастов и соратников, смогли убедиться в пристальном внимании конкурентов, но самое главное — нашли свой стержень и убедились в правильности выбранного курса.

Сегодня мы вступаем в новый этап развития нашей команды, у нас появляются проекты, которые мы намерены также успешно развивать. По этой причине мы чуть-чуть реже будем с вами встречаться на площадке нашего ресурса, но оставляем за собой право высказывать своё экспертное мнение в отношении самых интересных и перспективных идей. Помогайте нам в этом, предлагайте темы для публикаций, становитесь блогерами. Мы ждём всех, но публикуем лучших!

Подписывайтесь на наши группы и каналы в соцсетях:

Телеграм: t.me/infoindustry3d

Вконтакте: vk.com/media_industry3d

Дзен: dzen.ru/industry3d



Additive Manufacturing Technologies

Российский производитель
и интегратор аддитивных
технологий



+7 (495) 109 11 91 | office@am.tech | am.tech

Контакты:

- ▶ вебсайт: <https://k-at.ru>.
- ▶ моб.: +7 993 255-81-22.

KAT клуб
аддитивных
технологий

© 2024. Клуб аддитивных технологий.



3D - ИНТЕГРАЦИЯ

Группа компаний i3D —
системный интегратор
промышленных 3D-решений



+7 (495) 108 60 68 | 3d@i3d.ru | i3d.ru

Мышление инженера

Как 3D-печать помогает реализовывать сложные проекты



clck.ru/3C7v8W

«Ъ-Наука» поговорил с Михаилом Родиным, генеральным директором НПО «3D-Интеграция», о том, что такое аддитивные технологии, при чем здесь итальянский скульптор и как можно интегрировать промышленные 3D-решения в производство.

— Что такое аддитивные технологии?

— Национальный стандарт дает достаточно емкое определение аддитивному производству, называя его процессом изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала слой за слоем. Общее понятие аддитивного производства исходит из глубины веков и означает метод создания объектов синтезом, выращиванием или добавлением материала. Сюда же можно отнести кирпичную кладку, кулинарию и даже часть терраформирования, отвечающую за создание холмов. В более привычной субтрактивной модели производства материал, наоборот, слоями удаляется с заготовки до получения нужной формы. «Я беру камень и отсекаю все лишнее», — говорил скульптор Микеланджело Буонарроти.

Очередной популярный термин — 3D-печать — обычно отождествляется с электронным взаимодействием между

ЭВМ и 3D-принтером, то есть символизирует цифровой интерфейс между разработчиками моделей и устройствами, синтезирующими детали из определенного материала.

— В чем принципиальные отличия аддитивных технологий и традиционного производства?

— Очевидно, что сами по себе аддитивные технологии подобны спичкам или зажигалке, которые чудом могли оказаться на необитаемом острове у выживших после кораблекрушения. И если на острове нет деревьев и хвороста, то грош цена источникам огня. Однако если есть то, что может гореть, они могут стать одним из средств для выживания.

Чтобы лучше себе представить сферы и отрасли применения этих технологий, следует обратиться к имеющимся постулатам и опыту сравнения с классическими или традиционными технологиями. Самое главное отличие сводится к самому процессу: традиционные станки выбирают материал из заготовки, а 3D-печать позволяет наращивать материал только там, где он нужен, по инженерным расчетным моделям. Попробуйте объединить детали сборки в одну, а затем оптимизировать ее с помощью ИИ до получения бионической формы, для облегчения веса заполнив ее тело ячеистыми пространственными структурами, и вы поймете, что свобода проектирования по-настоящему стала возможна только с приходом аддитивных технологий. Отсюда логично предположить, что отходов при таком производстве гораздо меньше.



Теплообменник, спроектированный с помощью вычислительной инженерии с возможностями ИИ
Фото: LEAP71

Недостатки тоже имеются. Например, далеко не всегда на 3D-принтерах можно получить деталь необходимого качества поверхности по чертежу. Напечатанной заготовке потребуется провести финишную постобработку ответственных поверхностей. Будьте готовы к тому, что от технологии и технолога-аддитивщика будет зависеть в конечном итоге качество тела детали: от качества проковки до неудовлетворительной задачам пористости. Ну и, конечно, массовое производство с трудом удастся аддитивным технологиям: все-таки с оснасткой и скоростями традиционных станков это сделать гораздо проще. Даже несмотря на то, что 3D-принтеры могут выпол-

нять несколько операций одновременно, включая мультиматериальность за один цикл построения.

— Как, на ваш взгляд, это направление будет развиваться в дальнейшем?

— С каждым годом список приверженцев аддитивных технологий, сфер и отраслей их применения расширяется. Достаточно лишь одного раза, успешного проекта, и конструкторское бюро, цех машиностроительного производства, литейное производство, клиника, фаблаб, вуз, НИИ, общеобразовательная школа, кулинарный дом обретут в лице этих технологий верного соратника с бесконечным потоком идей. Вот некоторые из таких «поклонников»: авиастрое-



Оценка перспективного объема рынка АТ в России в горизонте до 2027 года, млн руб.

ние и авиационное двигателестроение, медицина и стоматология, космонавтика и ракетостроение, автомобилестроение, техническое обслуживание и ремонт, ОПК и многие другие.

В правительстве уже убедились, что отечественные аддитивщики в труднейшей для этой сферы ситуации не сдались, выстояли и продолжают развиваться, несмотря на то что они относительно молоды, в чем-то даже наивны, не имели достаточной финансовой подушки безопасности в последние непростые годы, но вместе с тем решительны, дерзки и амбициозны. Российские реалии, в которых мы все находимся, меняют жизнь продвигающих аддитивную повестку компаний, и мы с каждым днем становимся независимее и сильнее. И теперь уже — с опорой на новые меры господдержки. Президентом России подписан закон, создающий правовые основы для разработки мер стимулирования развития инжиниринговых услуг и промышленного дизайна. Теперь компании из этой сферы смогут рассчитывать на господдержку, а производители получают качественные услуги по проекти-

рованию заводов, разработке дизайна и созданию прототипов. Готовится к открытию разработанная Минпромторгом РФ новая программа субсидирования части затрат заказчиков на покупку российского инженерного и промышленного софта, а также поддержки заказчиков программно-аппаратных комплексов для ускорения программ цифровизации. Экосистеме российского софта для аддитивки уже есть что предложить.

Да, многие промышленные предприятия пока осторожничают с внедрением цифровых технологий, сетуя на недостаток финансов и отсутствие квалифицированных кадров. И это в определенном смысле объективные причины. Но также работает и человеческий стоп-фактор: топ-менеджмент многих компаний согласен на риски только при условии получения быстрого результата в виде крутого роста прибыли, работать на перспективу в течение условных пяти лет они не готовы. Да и далеко не все в регионах вообще знают о существовании на рынке нужных им цифровых решений. Здесь чувствуется в том числе недоработка интеграторов



Фото: генеральный директор НПО «3D-Интеграция» Родин Михаил

технологий 3D-печати.

Событие, произошедшее весной 2024 года, можно назвать эпохальным для отечественной аддитивки. Клуб аддитивных технологий представил результаты проведенного им масштабного комплексного исследования российского рынка технологий аддитивного производства. Аналитике подверглись 3D-принтеры, 3D-сканеры, материалы, а также центры 3D-печати. По оценке экспертов, за 2022–2023 годы рынок вырос на 60,1% и составил 15,5 млрд руб.

Можно с уверенностью сказать, что большие возможности аддитивных технологий и высокие темпы их роста создают новую производственную реальность, когда основным ограничением является не функционал и «продвину-

тость» технологического оборудования, а мышление инженера. Если же инженер умеет проектировать аддитивные детали, а также активно использует оптимизационную алгоритмическую инженерию, то такой симбиоз не оставляет никаких шансов традиционным технологиям, особенно для сложных деталей. Государственное регулирование и достаточное количество российских технологий и ассортимента оборудования из проведенного исследования дают нам надежду на технологический суверенитет отрасли уже в самое ближайшее время.

Подготовлено при поддержке экспертов НПО «3D-Интеграция»

<https://www.kommersant.ru/doc/6835317>

Коммерсантъ

Зона печати – стройка



clck.ru/3CBLrC

Как гласит мировая история АП, первый строительный 3D-принтер появился ещё в 1939 году благодаря Уильяму Уршелю. Он вместе с соратниками напечатал первое бетонное здание в Вальпараисо, штат Индиана. За последующие 85 лет технологии в этом сегменте, безусловно, ушагали далеко вперёд. Однако, судя по тому, что за эти десятилетия в городах мира не выросли кварталы и жилые массивы, возведённые посредством 3D-печати, аддитивному производству в этом сегменте до сих пор не удалось составить конкуренцию традиционной кирпичной и крупнопанельной стройке.

Сейчас ситуация меняется. В том числе потому, что на стороне аддитивщиков от строительства теперь играют автоматизация, роботы, искусственный интеллект и другие драйверы современной индустрии. Дело за тем, чтобы, грамотно их используя, вырваться за рамки считавшихся до сих пор непреодолимых ограничений для АП в строительной отрасли. Серьёзный шаг в этом направлении сделала компания «Лерто», резидент «Сколково», создавшая инновационный строительный 3D-принтер для печати бетоном

по технологии сухой подачи смеси, где автоматический бетоносмеситель встроен в экструдер. Принтер Лерто выведен на рынок, где он пользуется всё более широким спросом. Собеседник редакции Industry3D — изобретатель, основатель компании «Лерто» Алексей Розов.

– Расскажите о том, как вы пришли к идее создания принтера Лерто.

– Если кратко — опытным путём. Мы напечатали два здания большими принтерами порталной конструкции в полевых условиях, осознали на практике все минусы этой технологии и поняли, почему строительная 3D-печать стоит на месте в течении 10 лет, не считая соло-проектов от энтузиастов.

Исходя из нашего четырёхлетнего практического опыта мы проанализировали, что мешает разумному внедрению технологии 3D-печати в строительную отрасль, на основе чего продумали концепт и Лерто-принтер, что, как мы надеемся, сдвинет строительную 3D-печать с мёртвой точки.

– А можно поподробнее о том, что препятствует использованию АП на стройках?

– Строительная печать загнала себя в ловушку тем, что сфокусировалась на печати несъёмной опалубки большими принтерами, которые печатают внутри себя. В чём подвох?

Печатая дом целиком, они получают длинный периметр. Для увеличения производительности есть два пути: увеличить скорость перемещения экструдера, тем самым сократив время



Фото: генеральный директор ООО «Лерто»
Розов Алексей

прохождения периметра, либо увеличить высоту слоя, тем самым уменьшив количество периметров в одном этаже. Но с увеличением скорости им приходится уменьшать фигурность и детализацию, потому что на поворотах большие принтеры вынуждены замедляться из-за их большой массы, а после их прохождения снова ускоряться. Поэтому печатная архитектура всё больше похожа на традиционные формы, с которыми она не может конкурировать в цене. В итоге мы получаем застой в аддитивном строительстве, а принтерами пользуются, как дорогими игрушками.

Для 3D-печати зданий и сооружений сейчас в основном используются принтеры порталной конструкции, монтируемые на стройплощадке. И здесь одна из основных уязвимостей — зависимость этой технологии от погодных условий. Россия — северная страна с долгой зимой и частыми затяжными дождями в более тёплые времена года. А летом палящий зной, бывает, не даёт выходить днём из укрытия по несколько дней подряд.



Фото: префабы на месте строительства

Всё это препятствует печати бетоном на улице. Например, на объекте осталось работы всего на один день, чтобы допечатать здание, но здесь погода портится, и стройка встаёт. Сильный ветер — не печатаем, жара — тоже нет, ночные заморозки — могут испортить печать и требуют затрат на добавки в бетон. В результате простаивает дорогостоящее оборудование, без дела сидит бригада, сроки работы на следующем объекте отодвигаются. Эти риски превращаются в затраты, что снижает эффективность принтера и увеличивает сроки его окупаемости.

И сама технология очень трудоёмкая, неэкологичная и небезопасная для работников. При этом производители принтеров не афишируют, скорее, зачастую скрывают трудоёмкий процесс подготовки, самой печати и необходимость промывки всего комплекса оборудования в конце печати — а попробуйте-ка справиться с налипшим застывающим бетоном! К тому же в некоторых принтерах необходимо регулярно ручную



Фото: две совмещенные головки Лерто для компактной и независимой печати

загружать бетон в бункер. Таким образом, многие из тех, кто приобрёл это оборудование, не вникнув в процесс, часто после первой же печати разочаровываются, выставляют б/у принтеры на продажу...

– Чем в этом плане принципиально отличается принтер Лерто?

– Портальные принтеры замешивают бетон в одном устройстве, затем перекачивают его по шлангу другим устройством, затем третьим выдавливают, формируя изделие. Роборука такой машины сложна в управлении, требует специальной подготовки работника. В принтере Лерто весь этот комплекс встроен в единую автоматическую систему замешивания смеси с водой и автопромывки. То есть, он сам подаёт сухую смесь в печатающую головку, затем замешивает бетон в носике прямо перед выдавливанием. После печати промывает сам себя опять же в автоматическом режиме всего одним литром воды. Оператору вручную надо промыть только носик (сопло) принтера.

Работает наша машина от обычной розетки 220В. В помещении, где печатают на принтерах Лерто, всегда чисто. Тот малый объём отходов отстает в ведре. После чего чистая вода сливается, а осадок утилизируется как твёрдый отход.

Принтер Лерто печатает не на улице, а в стабильных цеховых условиях круглый год. Мы имеем дело не с длинным периметром печати, а изготавливаем отдельные небольшие элементы будущих сооружений по префаб технологии, где один оператор управляет четырьмя машинами. Изготовленные компактные формы можно легко доставить, куда требуется.

Наш принтер выполнен по SCARA кинематике и печатает рукой-манипулятором рядом с собой. Поставляется он в сборке. Все провода спаяны и подключены. После монтажа остаётся только вставить вилку в розетку и начать печать. Принтер Лерто легко перевозить и просто монтировать.

Таким образом, мы действительно вывели 3D-печать бетоном на новый уровень.

И теперь на нашу технологию серьёзный спрос, мы уже загружены предзаказами на четыре-пять ближайших месяцев. И это притом, что нашей компании сейчас всего год!

– И что особо радует – это ведь отечественная разработка! А компоненты вашего принтера – тоже российские, или...?

– Принтер Лерто мы стараемся проектировать из компонентов российского производства. Алюминиевые профили, листовая алюминий, подшипники, сальники, метизная группа – всё принципиально отечественного производства. Есть элементы, которые пока не удалось заменить, и их мы вынуждены закупать у дружественных стран. В целом же стремимся к технологической независимости.

Свои принтеры печатаем на принтерах. Для этой цели мы сразу выбрали фотополимерную печать, как основу, благодаря чему у нас такие лёгкие, и такие инновационные принтеры. Сейчас уже выпускаем вторую версию принтера, при этом некоторые узлы этой машины прошли огромное количество модернизаций, порой, доходящее до восьми. Да, не каждая последующая версия этих узлов была лучше предыдущей, но для нас здесь ценен сам опыт: если обновление получилось чуть хуже того, что было раньше, значит, в этом направлении дальше не идём, развиваем то, где напрашиваются улучшения.

– Софт у вас свой или покупной?

– Программное обеспечение Лерто – это адаптированный open source, что позволяет использовать передовые разработки мирового уровня, то есть автоматически ПО принтеров Лерто регулярно обновляется.

Например, у Лерто появился Телеграм-бот, при этом компания не потратила на его разработку ни одного человеко/часа.

Есть компании, которые разрабатывают платы управления для 3D-принтеров под конкретную прошивку. Лерто использует для своих принтеров топовые платы этих компаний, не тратя время и средства на их разработку. Динамично внедряя самые передовые разработки мирового уровня.

WiFi web control даёт удалённое управление принтерами, где высококвалифицированный персонал может управлять с любой точки мира, а работники на местах – обслуживать машины.

– На оборудовании чьего производства печатаете свои принтеры?

– Полимерные машины у нас китайские, на этот момент у нас просто не было реальных альтернатив. В позапрошлом году вышел Anycubic, самый большой из домашних принтеров, а в прошлом году мы закупили партию этих машин и создали у себя полимерную студию. Там изначально требование — высокая культура производства. И когда к нам приезжают партнёры, клиенты, — а в последние месяцы это случается минимум два раза в неделю,



Фото: промывка фотополимерных деталей

— гости всегда удивляются, насколько там у нас всё чисто, аккуратно, как удачно всё продумано. В студии смонтирована вытяжка рекуперации, там легко дышится, не пахнет смолами. Впечатляет гостей и автоматизация бизнес-процессов, CRM-система, видеонаблюдение. Рабочие файлы у нас хранятся на собственном сервере. На каждой детали, которую мы для принтера производим, свой порядковый номер, дата производства. И если вдруг у кого-то из клиентов случайно сломается какая-то деталь, он просто находит в базе её номер, ставит нас в известность о поломке, указав её номер, и мы в любой момент напечатаем точно такую же и ему высылаем. И даже если человек через три года купит наш б/у принтер, он всегда сможет без проблем его восстановить с нашей помощью до работоспособного состояния.

– Кто и для чего ваши принтеры покупает? Проектные, архитектурные бюро или строительные организации? Кто сейчас ваш основной клиент?

– Сначала скажу о тех, кому мы стараемся не продавать принтеры. Бывает, обращаются к нам люди, ещё только помышляющие об открытии собственного бизнеса, которым со стороны показалось, что технология печати бетоном — это очень просто, и с помощью

нашего принтера он вмиг обогатится. Таким объясняем, мол, нет, это так не работает, принтер — это не волшебная палочка. И обычно разубеждаем. Нам ведь тоже неинтересно, чтобы такой пользователь, обанкротившись через несколько месяцев, потом обвинял в своих неудачах наше оборудование, подрывая его репутацию.

Совсем другой разговор, когда к нам обращается компания, которая уже несколько лет, а иной раз даже и десяток лет, занимается малыми архитектурными формами, имеет развитое производство и налаженный сбыт, и теперь хочет расширить свой ассортимент. Такие клиенты покупают у нас сразу четыре принтера и учат одного оператора ими управлять. И затем успешно внедряют у себя эту технологию. Мы, кстати, стимулируем покупку именно четырёх принтеров, потому что это максимально эффективно для работы.

– А насколько сложно освоить такое же производство, как у вас? Были ли попытки перекупить у вас технологию? И, кстати, она запатентована, ваша интеллектуальная собственность защищена?

– Мы принципиально её не патентуем, поскольку понимаем, что мы просто в одиночку не справимся с рынком. Ведь эта технология настолько удобная и простая, ну, например, как перфоратор: только их придумали, и они в кратчайшие сроки оказались в каждом доме. Так что логично, что и нас будут копировать всеми доступными методами, захотим мы этого, или нет. Так есть ли смысл сопротивляться?

– Нет, одно дело – цивилизованно приобрести и копировать, а другое...

– Нашу технологию уже хотят купить три зарубежные компании, с которыми мы

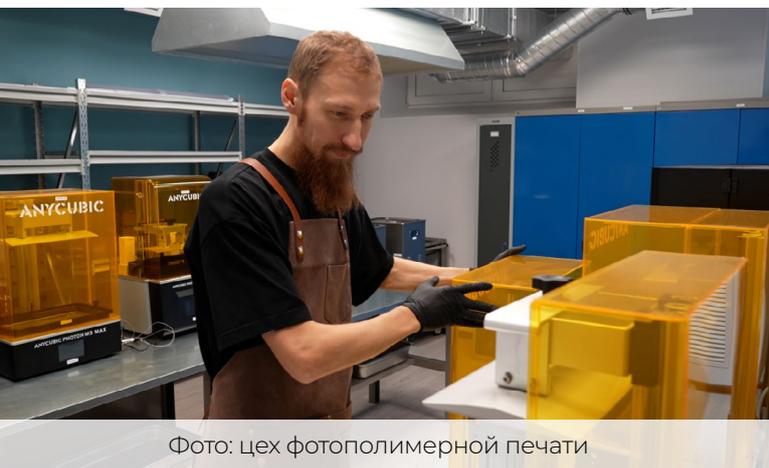


Фото: цех фотополимерной печати



Фото: популярны для заказа объекты культурного и исторического наследия

ведём переговоры на разных стадиях о лицензионном производстве. Это компании из ОАЭ, Бразилии и Германии. Проявляют большой интерес и компании из Китая – смотрят наши ролики на YouTube, прислали нам чек-лист с вопросами о принтере и его применении. Мы исходим из того, что чем шире эта технология будет использоваться, тем большим будет спрос и на наше оборудование тоже.

– Итак, вы изобрели «перфоратор». А что дальше – в каком направлении будете развивать ваш принтер? Усложнять? Добавлять опции? Ориентироваться на какие-то новые продукты?

– Компания Лерто идёт к полной автоматизации 3D-печати бетоном. Наша цель на перспективу — построить полностью автоматический завод по производству МАФ и Префаб. Цементовоз привозит готовую сухую смесь и выгружает её в силос. Оттуда в автоматическом режиме она подаётся в принтеры, которые подключены к водопроводу и цистернам с необходимыми добавками. Поддоны автоматически подаются к

принтеру, и он печатает изделие. Затем поддон с изделием перевозится в пропарочную камеру, затем на покраску, сушку и на автоматический склад.

Оператору нужно сформировать цифровой план производства. Завод сам прогнозирует время готовности каждого заказа. Такое производство сможет работать круглый год в режиме 24/7. Минимум персонала — максимум производительности труда.

Мы сейчас работаем с несколькими профильными научно-исследовательскими институтами, прорабатываем возможности адаптации под наш принтер разных строительных смесей, затрагиваем вопросы общей автоматизации. Ведём переговоры с компаниями, которые занимаются автоматизацией заводов в целом.

– Вы для начала сосредоточились в основном на малых архитектурных формах, декоративных элементах. Чем обусловлен такой выбор?

– Да, мы решили начать именно с них как с наиболее безопасного и гибкого сегмента. А вообще МАФы – это на самом деле



Фото: печать МАФов круглый год в комфортной заводской обстановки

колоссальный рынок, который многие недооценивают. И даже если мы сфокусируемся только на нём, мы не справимся с поставкой такого количества принтеров, которое потребуется, чтобы удовлетворить всё более растущий спрос на 3D-печать в этой сфере.

– Как обеспечиваете и контролируете качество на производстве принтеров?

– Пока что мы изготавливаем принтеры практически штучно – производится всего один принтер в месяц. И каждый тщательно проверяем, тестируем. Нареканий, и тем более рекламаций до сих пор не получали. Сертификатов по ISO наши покупатели с нас пока не требуют. Да ведь мы ещё и не участвуем в тендерах на госпоставки, не работаем с крупными холдингами, наши клиенты – это в основном небольшие частные компании.

– Но наверняка уже вскоре вы начнете работать с муниципалитетами, ведь малые архитектурные формы, которые вы сейчас печатаете, – это то, что обычно закупается через муниципальные заказы. Все эти входные группы, антивандалные скамейки, урны, уличные вазоны, парковые светильники, остановки общественного транспорта, и т.д. А в будущем о промышленном строительстве не задумывались?

– В промышленность мы, конечно, со временем пойдём. Но даже то, что мы производим сейчас, требует глубинной проработки. Взять те же антивандалные скамейки: их ещё надо спроектировать, подобрать материалы, потом протестировать — это ведь небыстрая и довольно энергозатратная работа. А если говорить про стройку — там совсем другой уровень проблем. Всё, что сейчас

на улице печатается на принтерах, — это экспериментальные здания, каждое из них требует долгой и тщательной проверки на пригодность к эксплуатации в качестве жилого либо нежилого. И даже если два здания стоят рядом и напечатаны одними тем же принтерами, одной и той же бригадой и из одинаковых материалов, то нет никаких гарантий, что они оба прослужат одинаковый срок. Ведь на процесс печати влияют и погодные условия, и человеческий фактор, и ещё несколько факторов. Так что гражданское и промышленное строительство — это для нас пока что вопрос на отдалённую перспективу.

К тому же МАФы не сто́ит недооценивать. Это же не только скамейки и урны, это, например, подпорные стенки, это заборы, нового типа, с индивидуальным дизайном. И в этом смысле возможности 3D-печати — это просто подарок для городских архитекторов и ландшафтных дизайнеров. Каждый элемент благоустройства, общественного пространства может быть уникальным. Сейчас тот же ландшафтный дизайн переходит на новый уровень. Раньше ведь как делали? Выравнивали поле, разлиновывали его прямыми линиями, делали тропинки, вдоль них ставили одинаковые фонари, высаживали деревья и кустарники, под ними ставили стандартные скамейки — и всё, вот вам парк. А сейчас к обустройству пространств подходят с фантазией: делают перепады высот, насыпные холмы, чтобы было интересно за них зайти. Чтобы детская зона была ограждена специальным валом, чтобы шум с неё не разлетался по всему парку. Вот парк Галицкого в Краснодаре — это яркий пример чуда. И там сейчас только напечатанных скамеек разных форм — около 100 штук. Кстати, и в Московском зоопарке уже есть напечатанные скамейки.



Фото: МАФ любых форм и размеров

В общем, эти технологии внедряются, и от этого не уйти. В вопрос только в том, кто это будет делать. Ведь сегодня в строительной сфере рабочих рук не хватает тотально. Эксперты от строительной отрасли утверждают, что дефицит кадров составляет 25%. А желающих трудиться в этой сфере немного — кого сегодня привлекает тяжёлый ручной труд? Наша же технология — это автоматизированные процессы, освоить работу на наших принтерах несложно. Так что в наших перспективах мы не сомневаемся. Начинаем с благоустройства и постепенно будем внедрять свою технологию и в другие сегменты строительной отрасли. Например, строить для начала не капитальные жилые дома, а строения для глэмпингов — домики для ночлега, элементы оформления территорий. Планируем уже в этом году реализовать такой проект в Карелии, на его примере покажем, как мы это видим.

Светлана Бакарджиева

Рынок АП по металлам. Ажиотаж – всё.

clck.ru/3CBvMa

За последние тридцать лет аддитивное производство (АП) достигло значительного роста. Тем не менее многие игроки рынка были разочарованы несовпадением фактических текущих объёмов рынка с обещаниями и прогнозами. Сегодня индустрия АП находится на интригующей стадии. В зависимости от вашей точки зрения, опыта и ожиданий она может казаться либо стагнирующей, либо процветающей. Давайте рассмотрим, как перспективы и реальность аддитивных технологий по металлам и сплавам согласуются между собой на примере исследования AMPOWER за 2024 г.

С появлением 3D-принтеров по металлам и истечением срока действия ранних патентов 3D-принтеров по полимерам десять — пятнадцать лет назад ожидалось, что АП изменит правила игры в серийном производстве. Движимые ажиотажом, специалисты и авторитетные консультанты предсказывали бурное развитие рынка со значительным ростом прибыли для каждой крупной компании. Это ожидание подтолкнуло к значительным инвестициям

со стороны глобальных корпораций и значительному финансированию многочисленных стартапов.

Хотя отрасль действительно значительно выросла за последние десятилетия, есть основания полагать, что рынок может достичь своей первой точки насыщения, когда множество компаний предлагают различные технологии, системы, материалы, услуги и программные решения.

Сегодня только около 2 000 установок для АП по металлам из двадцати АТ ежегодно продаются почти 200 OEM-производителями. Это соотношение больше напоминает рынок специализированного оборудования, чем быструю, масштабируемую бизнес-модель. Не от этого ли со стороны некоторых игроков рынка так явно наблюдается разочарование?

Тем не менее многие производители оборудования, пользователи и эксперты уверены в том, что АП по металлам будет продолжать расти на десятки процентов в течение следующих пяти лет.

Обзор рынка АП по металлам

Прошедший год выявил серьёзные проблемы для разработчиков машин АП по металлам, ознаменовавшись усилением конкуренции среди производителей и устойчивым притоком новых участников рынка. Замедление рынка в 2023 году с точки зрения продаж в сочетании с насыщением рынка среди поставщиков, трудностями в дифференциации продукции и опасениями по поводу прибыльности привели



Фото: оператор за работой на аддитивной системе LiM-X260E

к низкой оценке фондового рынка и вызвали дискуссии о консолидации. В частности, поставщики с азиатского рынка все больше стремятся расширить своё присутствие за пределами внутренних границ для привлечения клиентов. Многие пристально следят за китайскими производителями L-PBF машин, быстро расширяющими портфели своих продуктов за счёт увеличения размеров камеры печати, значительного увеличения количества лазеров, конкурентоспособных цен.

В последние месяцы торгующие на бирже компании, такие как Desktop Metal (теперь принадлежит Nano Dimension, Inc.) и Velo3D, столкнулись с низкой оценкой своих акций, вероятно, связанной с низкой прибыльностью.

Эта тенденция подчёркивает более широкие проблемы, с которыми сталкивается отрасль, включая глобальную экономическую неопределённость и высокие капитальные затраты. Это также показывает, что рынок в течение многих лет был переоценён. Не секрет, что многие инвесторы и лица, принимающие решения на высшем уровне, были замечены в рекламе АП по металлам, утверждая публично, что это технологии, которые нельзя игнорировать. Но финансирование и оценки основывались на рыночных показателях, которые прогнозировали необоснованно высокие результаты.

Несмотря на эти трудности, в 2023 году индустрия АП по металлам достигла 14,6% роста, опередив традиционные

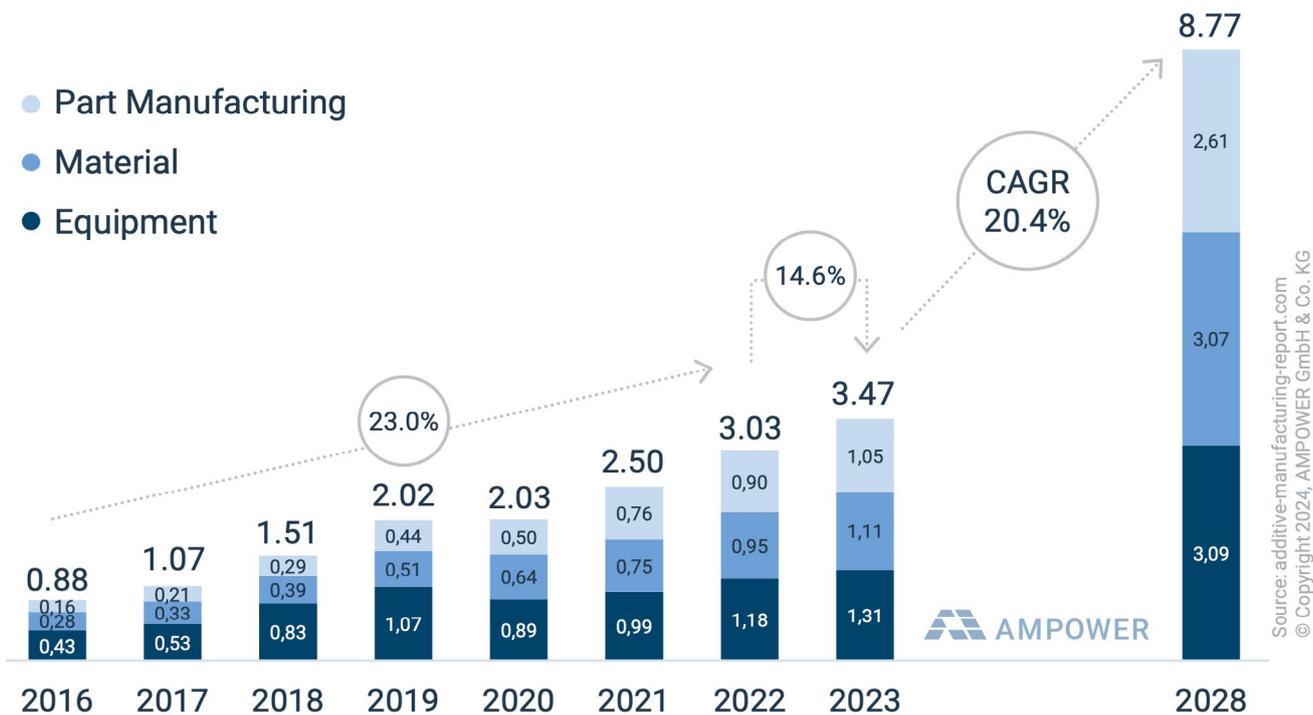


Рис. 1 Рынок АП по металлам в 2023 г. и прогноз на 2028 г.
 (Источник: Отчет AMPOWER за 2024 г.)

секторы производства и продемонстрировав устойчивость в сложных условиях. Прогнозируется оптимистический прогноз с CAGR 20,4% (рис. 1).

Такой существенный рост возможен за счёт внедрения АП во всё большее число промышленных применений. Например, в условиях геополитической напряженности АП может принести выгоду проектам, связанным с ОПК, или комплексным решениям в других секторах.

Общие тенденции рынка аддитивного производства металлов

Поиск доходности

В ситуации, когда рост замедляется, а доход остаётся неопределённым, отраслевое объединение становится всё более вероятным. Например, портфели продуктов различных OEM-производителей L-PBF почти идентичны, что затрудняет разработчикам поиск ниши, в которой они смогут предоставить пользователям уникальное предложение.

С другой стороны, синергия решений разных производственных методов может дать экономию затрат. Например, затраты на продажи и маркетинг в АТ в настоящее время оценивается примерно в 20–30% дохода из-за сложности продукции, а механообработка с ЧПУ требует всего 5–15%. Кроме того, существует потенциал дополнительной экономии средств за счёт синергии в исследованиях и разработках, поскольку компании с L-PBF технологией часто следуют идентичным или схожим направлениям в своих усилиях по развитию для удовлетворения потребностей клиентов.

Больше никаких экспериментов

То, как конечные пользователи внедряют технологию АП, значительно изменилось за последние десятилетия.

В 2000-х годах пионеры приобрели машины в основном для проведения базовых исследований и научно-исследовательских работ для изучения

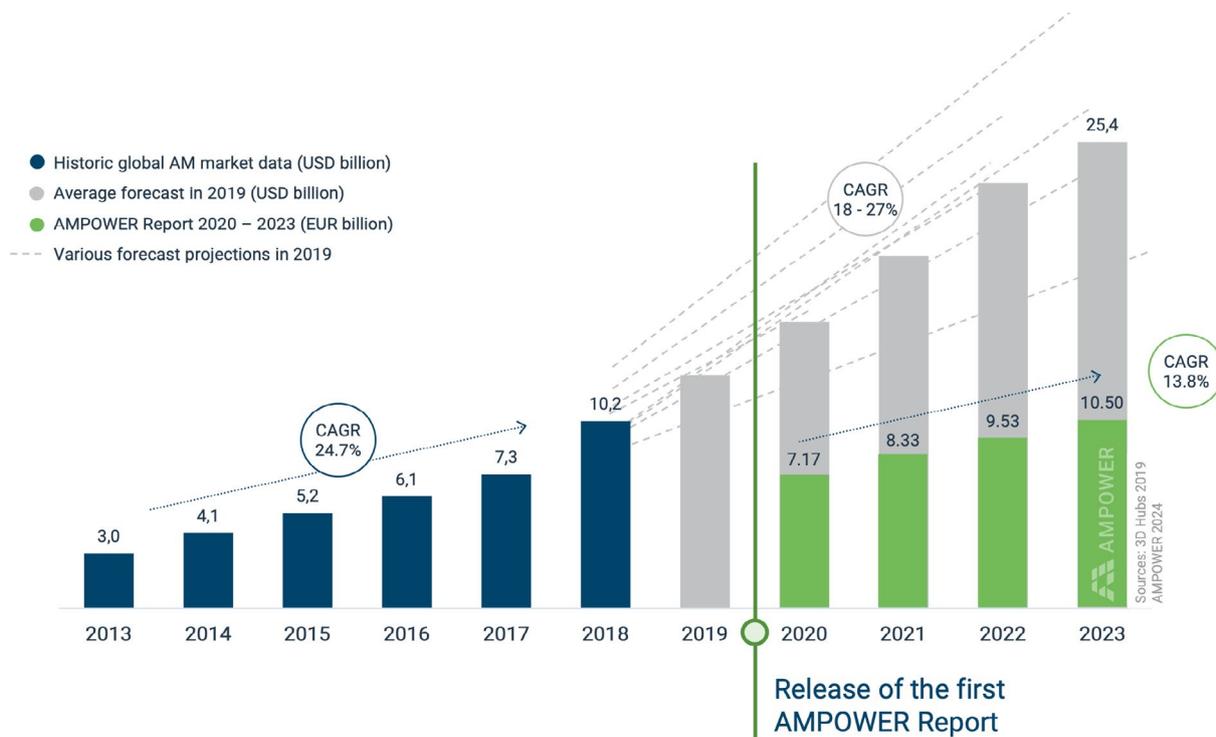


Рис. 2. Качественное сравнение исторических данных и прогнозов рынка металлических и полимерных АТ (Источник: Отчет AMPOWER за 2024 г.)

потенциала технологии. В 2010-х годах наблюдался всплеск закупок принтеров по металлу, вызванных любопытством и страхом упустить следующую большую инновацию, и многие стремились сразу перейти к серийному производству.

Распространённым заблуждением в тот период было то, что технология L-PBF способна заменить обработку на станках с ЧПУ. В действительности же детали для L-PBF часто требуют длительных циклов перепроектирования и оптимизации. Сегодня экспериментирование в основном уступило место стратегическим инвестициям в отрасли с жизнеспособными бизнес-кейсами в конкретных приложениях. Всё чаще сегодня начинают использовать 3D-принтеры по металлу в серийном производстве. Общее понимание в отрасли вопросов стандартизации и квалификации помогло снизить неопределённость и ускорить внедрение.

Прорывные применения всё реже появляются в публичном пространстве, многие проекты конфиденциальны

В отличие от первых лет развития АТ по металлам, когда постоянно освещались предполагаемые прорывы и инновационные скачки, сегодня многие успехи в этой области находятся под грифом секретности. АП по металлам и сплавам часто служит единственным и основополагающим в изготовлении высокопроизводительных компонентов. Например, считается, что Space X обладает большим парком L-PBF оборудования и широко использует АП для создания новых и эффективных компонентов ракет. Однако с 2017 года компания прекратила публичное освещение этой технологии в своих пресс-релизах. Другой пример касается производителей имплантатов — вполне зрелой отрасли, где уже более десяти лет успешно заменяют/дополняют кости напечатанными деталями из титановых,

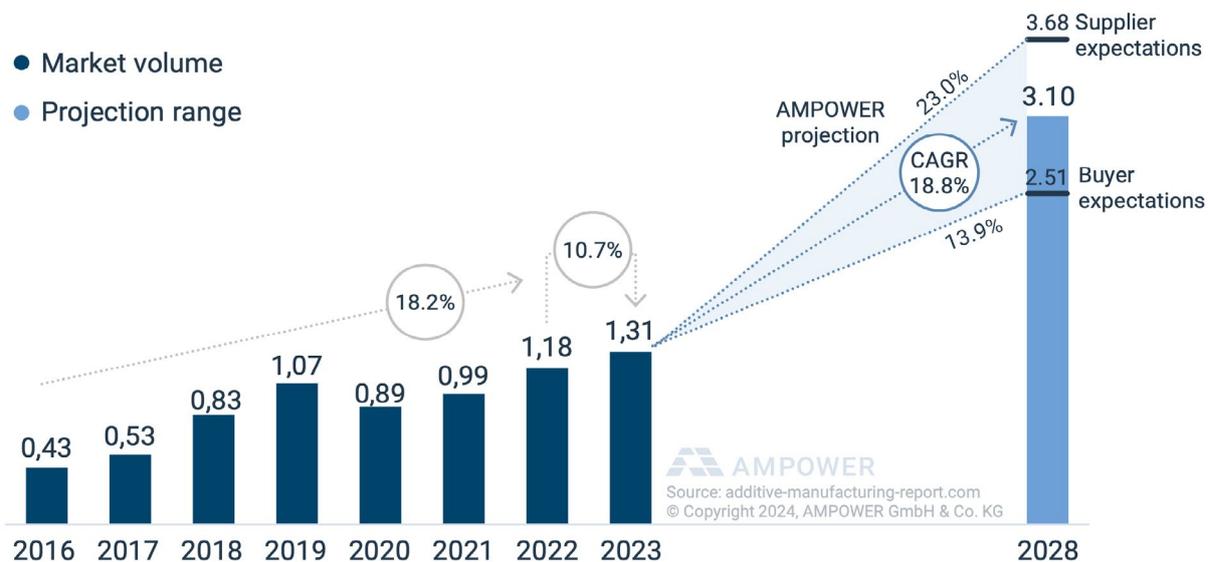


Рис. 3. Рынок металлического АП. Ожидания развития рынка поставщиков и потребителей (Источник: отчет AMPOWER за 2024 г.)

и кобальт-хромовых сплавов. Однако в рекламе своей продукции производители не стремятся указывать на инновационные технологии, а концентрируются на уникальной ценности продукта.

Тем не менее печать металлических компонентов представляет собой очень динамичную и конкурентную среду, в которой каждый год появляется множество новых участников, многие из которых демонстрируют быстрый рост благодаря уникальности и эффективности своих решений. И вот мы становимся свидетелями ситуации, в которой стартапам часто не хватает истинного понимания своей ценности. Они самодовольно делают чрезмерно оптимистичные прогнозы, не отражающие истинный потенциал рынка. Отсутствие прогнозов, основанных на опыте, может усугубить проблему, поскольку они могут в значительной степени опираться на неофициальные данные или неполное понимание рынка. Следовательно, точное использование рыночного потенциала требует тонкого баланса оптимизма,

основанного на исследованиях, и понимания развивающейся природы рынка. В таких условиях сложно справиться с вероятными необоснованными преувеличениями или заниженными прогнозами.

Интересен факт наблюдения того, что завышенные прогнозы и ожидания привели к взаимному наращиванию ожиданий роста: прогнозы поставщиков основывались на завышенных ожиданиях из отчётов, что, в свою очередь, привело к завышенным значениям в отчётах. Ретроспективная оценка нескольких рыночных прогнозов и оценка AMPOWER общего размера рынка полимерных и металлических АМ показана на рис. 2.

Пользователи обычно сообщают о более низких рыночных ожиданиях по сравнению с поставщиками. Например, прогнозы роста доходов от оборудования со стороны поставщиков составляют 23%, тогда как пользователи ожидают роста только на 13,9% в годовом исчислении до 2028 года, как показано на рис. 3.

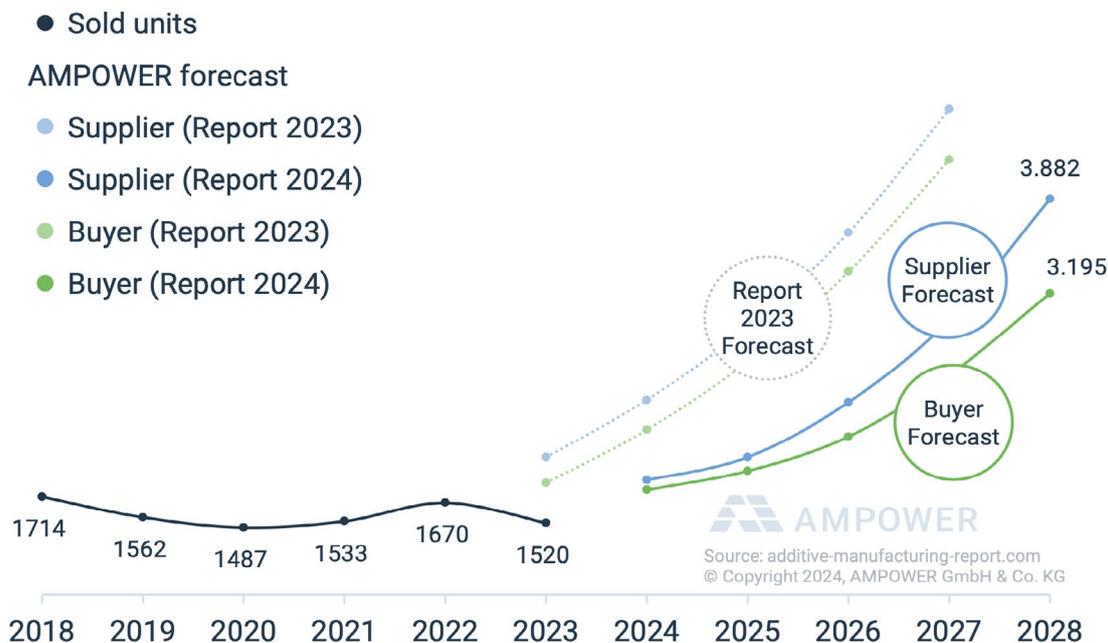


Рис. 4. Динамика продаж L-PBF оборудования по поставщикам и потребителям (Источник: отчет AMPOWER за 2024 г.)

Поставщики скорректировали свои прогнозы роста за последние годы, приняв точку зрения пользователей, которая, как оказалось, ближе к фактической ценности в ретроспективной оценке, как показано на рис. 4 по продажам оборудования L-PBF.

В общем, налицо взросление рынка АП по металлам, его качественная трансформация, которая происходит благодаря потребителю, начинающему во всём разбираться самостоятельно, и

диктующему рыночные правила игры, а не безумство и обещания интересантов шумихи. От этого все только выиграют, ведь индустрия АП из НИОКР и стартапов плавно мигрирует в стан промышленников, для которых важны цифры и долгосрочный эффект. В АП по металлам всё это есть в избытке.

Авторская адаптация идей Максимилиана Мюнша, Эрика Висиска и Маттиаса Шмидт-Лера (AMPOWER).

Дмитрий Трубашевский

Сделано в России – Российское ПО!
AMT-16 - подключил и работай!

Аддитивный комплекс для 3D-печати металлических изделий сложной формы в короткие сроки

+7 (495) 108 60 68
office@am.tech

am.tech

Процветающая индустрия АП по металлам в Китае: взгляд со стороны

clck.ru/3CBVYF

Индустрия аддитивного производства в Китае растет с необычайной скоростью, чему способствует острая внутренняя конкуренция и возрастающая роль технологий АП в национальной промышленной стратегии страны. Джозеф Коуэн, основываясь на недавнем посещении выставки TCT Asia 2024, делится мнением стороннего наблюдателя о том, что происходит в китайской металлургической промышленности. Соперничают ли китайские принтеры с западными с точки зрения возможностей, и как все более сложная геополитическая ситуация влияет на динамику индустрии АП?

Автор подчеркивает, что его выводы не претендуют на то, чтобы считаться мнением эксперта по Китаю, вооруженного структурированной методологией. Они формировались путем широкого знакомства с аддитивкой во многих странах, а также посредством бесед и интервью с многочисленными представителями китайской АП-индустрии.

За Великой стеной

Начнем с того, что связанные с COVID карантинные требования для приезжих в Китай закончились только в начале января 2023 года. Карантин строго ограничивал возможность китайских компаний отслеживать мировые тренды в промышленности, взаимодействовать, делиться опытом. Сегмент аддитивного производства получил в этом смысле особенно болезненный удар в конце августа 2022 года, когда из-за блокировки COVID в Шэньчжэне была отменена выставка TCT Asia, ведущее мероприятие АП в Китае. Запрет от властей последовал за девять часов до ее открытия.

Несмотря на все эти препятствия, китайская АП-индустрия не стояла на месте. Как мы увидим, технологии и бизнес АП за последнее десятилетие поспособствовали тому, что Китай стал важным центром развития АТ и их промышленного применения.

Научная сверхдержава

Аддитивное производство в Китае зародилось в университетских исследовательских программах, начиная с 1990-х годов. Именно исследователи из АП позже основали коммерческие компании.

Разработка АТ китайскими исследователями началась после запуска первых продуктов в США и Европе. EOS была одной из первых иностранных компаний, увидевших потенциал в Китае, и начала там свою деятельность в сотрудничестве



Фото: зал конференций на TCT Asia

с Bright Laser Technologies Co., Ltd. (BLT), хотя впоследствии она также открыла филиал в Китае. BLT была основана в 2011 году и продолжила разработку собственных систем, продажи которых сейчас затмевают компании, с которыми она когда-то сотрудничала.

Во многих отношениях, по самым скромным оценкам, китайское машиностроение в целом практически сравнялось с зарубежными производителями машин. Более обоснованная оценка позволяет говорить, что разрыв заметно сократился, и что, по крайней мере, в некоторых отношениях китайская промышленность опередила своих коллег на Западе.

В целом развитие науки и технологий в Китае было впечатляющим, и эффективность сегмента АП следует рассматривать на фоне общего роста индустрии и достижений в научной деятельности в стране. Китайское производственное мастерство не нуждается в представлении

западным потребителям. iPhone – яркий пример того, как можно успешно использовать продукт, разработанный в другом месте, и производить его в Китае с учетом особенностей, качества и коммерческого успеха как местного производителя, так и западного заказчика, производящего там продукцию.

Новые продукты, разработанные в Китае, пользуются успехом во многих отраслях. Возьмем, к примеру, электромобили, где китайские производители оказывают значительное глобальное влияние, несмотря на то, что многие бренды до недавнего времени были незнакомы потребителям за пределами Китая. В 2023 году Китай обогнал Японию и стал крупнейшим экспортером автомобилей. Компания BYD обогнала Tesla по количеству проданных электромобилей.

Прикладные исследования или разработка продуктов в Китае является одним из приоритетов и источников на-

циональной гордости. Правительство страны активно стимулирует развитие новых отраслей промышленности.

А как насчет фундаментальных исследований? По данным журнала *The Economist*, Китай превратился в научную сверхдержаву. Китай обогнал и США, и Европу по количеству научных работ, опубликованных авторами, проживающими в стране. В области материаловедения, химии и инженерии на долю китайских исследователей приходится более 70% авторов резонансных научных работ; в сфере материаловедения этот показатель превышает 80%.

Нет никаких оснований предполагать, что эти данные будут иными, когда речь пойдет об исследованиях в сфере аддитивного производства. Как ни странно, но те, кто следят за публикациями «AM research», не могли не заметить увеличения числа работ, проводимых китайскими исследовательскими группами или с участием китайских исследователей из зарубежных институтов. Скептики могли бы правильно отметить, что китайские исследователи стимулируются к публикации, на что можно ответить, что исследование все еще должно быть достаточно хорошим, чтобы пройти рецензирование.

Параметры рынка

Рынок АП активен как по полимерам, так и по металлам. Китайские компании добились успеха в технологиях фотополимеризации (VPP) и в экструзии материалов (MEX). Крупные поставщики услуг, занимающиеся аддитивным производством полимерных деталей, активно востребованы по всему Китаю и используют в основном китайские принтеры. Для наших целей остановимся подробнее на самом важном сегменте: металлическом АП.

По данным компании *Context*, которая отслеживает поставки оборудования для аддитивного производства, в четвертом квартале 2023 года китайские поставщики машин L-PBF продали по всему миру больше единиц, чем западные поставщики. Годовой рост продаж китайских поставщиков составил 36%, в то время как продажи западных производителей АП-оборудования снизились на 27%. Аналитики полагают, что есть объяснения неудачам западных поставщиков на международных рынках.

Одной из причин могут быть высокие процентные ставки, которые снижают капитальные затраты. По их словам, неудовлетворенный спрос может привести к развороту этой тенденции, но это станет известно только тогда, когда начнут поступать данные за 2024 год.

Как явствует из материалов *Context* за 2023 год, объем продаж промышленного оборудования в Китае стоимостью 100 000 долларов и более превысил продажи таких машин в Северной Америке. В общей сложности треть промышленного оборудования, проданного в мире, приходится на Китай. На долю Северной Америки пришелся 31% поставок промышленного оборудования. Эта региональная разбивка поставок охватывает рынок как полимерных, так и металлических промышленных машин. *Context* утверждает, что квартальные продажи металлических машин в каждом из последних пяти кварталов составляли от 35 до 45% всех высококачественных машин.

Отчеты *Wohlers Associates*, подразделения *ASTM International*, также подтверждают сильный рост производства систем 3D-печати по металлам в Китае.

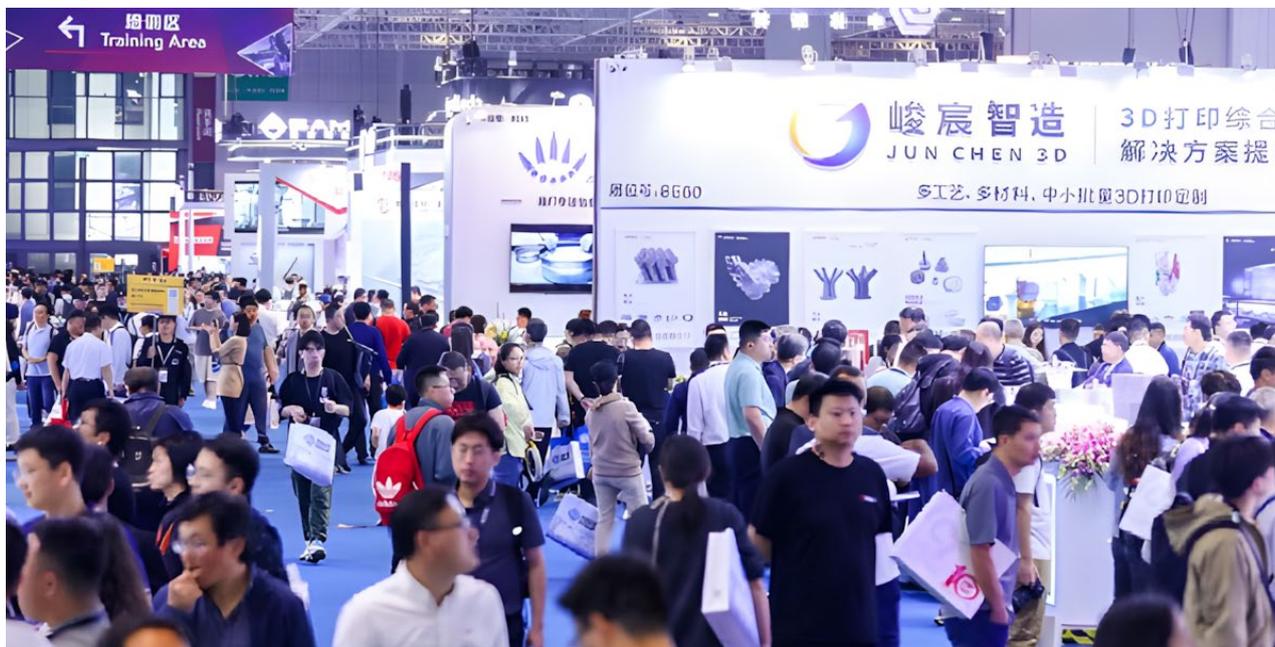


Фото: на TCT Asia 2024 заметными были размеры и изысканность стендов крупнейших компаний (с разрешения TCT Asia/Globus Rapid News Co.,Ltd)

Что продемонстрировала TCT Asia

Прогуливаясь по павильонам выставок TCT Asia в Шанхае в 2023 и 2024 годах, иностранный гость не мог не поразиться количеству конкурентов в целом и в области аддитивного производства металлов в частности. Даже посетитель, имеющий некоторые знания об игроках АП в Китае, столкнется с незнакомыми брендами.

В местных источниках сообщается, что в Китае имеется более шестидесяти поставщиков металлических принтеров АП; в их число входят компании, производящие машины прямого подвода энергии и материала (DED) и печати связующим (MBJ). Компании по производству металлических порошков множатся во многих небольших городах Китая, настолько небольших, что торговая литература доступна только на китайском языке. Компании такого типа далеки от возможности ориентироваться на зарубежные продажи.

Еще одной весьма заметной особенностью мероприятий TCT Asia были

размеры и изысканность стендов крупнейших компаний. Стенды были больше, чем любой из стендов, когда-либо построенных на Formnext, который считается ведущей витриной Запада. Даже инвестиции в торговые выставки в годы, предшествовавшие Covid-19, были успешными, когда такие компании, как GE Additive, EOS, Nikon SLM Solutions и HP, боролись за то, чтобы произвести впечатление.

Многие из этих ведущих китайских компаний по производству принтеров для печати металлом уже активно работают за рубежом и в течение ряда лет принимают участие в международных выставках. В некоторых случаях компании открыли офисы продаж как в Европе, так и в США. Перечень китайских компаний, присутствующих за рубежом, включают BLT, Farsoon и E-Plus 3D, «большую тройку» китайской металлургической промышленности. Эти и другие компании, такие как HBD, Z-Rapid, Easymfg и AmPro, представлены на выставке Formnext. Согласно статистике TCT Asia за 2023 год, менее

Manufacturer	Country	Model	Maximum Build Volume (mm)	Maximum No. Lasers
3D Systems	USA/Belgium	DMP Factory 500	500 x 500 x 500	3 x 500
Velo3D	USA	Sapphire XC 1MZ	Ø600 x 1000	8 x 1000
EOS	Germany	EOS M 400-4	400 x 400 x 400	4 x 400
AMCM/EOS	Germany	AMCM M 4K	450 x 450 x 1000	4 x 1000
Nikon SLM	Germany	NXG XII 600	600 x 600 x 600	12 x 1000
Trumpf	Germany	Truprint 5000	Ø300 x 400	3 x 500
AddUp	France	FormUp 350	350 x 350 x 1000	4 x 500
BLT	China	BLT-S1500	1500 x 1500 x 1200	26 x 500
Farsoon	China	FS1521M	Ø1530 x 1650	16 x 500
E-Plus 3D	China	EP-M2050	2050 x 2050 x 1100	64 x 500
HBD	China	HBD 1000Pro	660 x 660 x 1250	8 x 500

Таблица 1. Отдельные производители металлических L-PBF систем: сравнение максимальных размеров камеры и количества лазеров.

5% посетителей приехали из-за рубежа, более половины из них – из Азии. На выставке TCT Asia 2024 можно было увидеть очень мало европейцев или американцев. Неудивительно, что среди европейцев было много россиян – представителей страны, в которую китайский рынок готов поставлять свою продукцию, в то время как западные страны связаны санкциями.

В 2023 году общее количество экспонентов выросло на 10% по сравнению с показателем 2019 года, а выставочная площадь — на 28%. Это означает, что средний размер стенда на одного экспонента составлял примерно 85 м² против 70 м² в «доковидном» году. Число уникальных посетителей составило около 17 000, что на 50% больше, чем в 2019 году.

Могло ли решение о размещении столь дорогих и сногшибательных выставочных стендов на выставке TCT Asia быть связано с желанием ведущих компаний выйти на международные рынки? Учитывая вышеприведенные данные, это маловероятно. Выставка TCT Asia – самый наглядный показатель или зеркало, в котором отражено состояние

китайской АП-индустрии, – свидетельствует о том, что конкуренция в Китае в значительной степени носит внутренний характер.

Но посмотрим на эту проблему с другого ракурса: насколько активно иностранные компании АМ ведут бизнес в Китае? Лишь 2,8% экспонентов по площади были иностранцами, хотя некоторые иностранные бренды были представлены дилерами и представителями. Только у EOS есть дочерняя компания в Китае.

Итак, учитывая, что в Китае мало иностранных компаний, предлагающих какую-либо конкуренцию, как можно объяснить наличие агрессивной конкурентной среды в Китае? Китайское слово, используемое для описания типа соревнований по АП в Китае, — (нэйцзюань). Формальное определение этого термина — «становиться всё более конкурентоспособным». Конкуренция в АП в настоящее время достигла уровня внутренней гиперконкуренции.

TCT Asia представляет незначительный интерес для международного сообщества АП. В первую очередь это мероприятие, разработанное на основе

китайской конкурентной динамики. Это острая, понятная и агрессивная конкуренция. Крупные компании соперничают за то, чтобы показать себя крупнейшими и лучшими на уровне конкуренции, превосходящем тот, который можно наблюдать среди западных компаний.

Не все компании смогут выйти победителями в такой конкурентной среде. Некоторые поднимутся, другие потерпят крах или даже обанкротятся, а третьи могут пойти по пути консолидации. Это мало чем отличается от конкуренции, которую можно наблюдать в западных странах. Можно сказать, что такой уровень конкуренции является движущей силой китайской промышленности в целом, стимулирует ее расширять границы и производить более качественную продукцию. Иностранным производителям, которые, возможно, сталкиваются с относительно меньшим количеством конкурентов, следует обратить на это внимание. Сильная конкуренция является движущей силой инноваций и улучшений.

Действительно ли больше – это лучше?

Хотя больше – не всегда значит лучше, впечатление, которое создается при непосредственном взаимодействии с ландшафтом металлического АП в Китае, — это гордость, которую компании испытывают, расширяя границы и выводя на рынок устройства, демонстрирующие значительное инженерное мастерство и достижения, даже если их коммерческая жизнеспособность и рыночный потенциал могут быть менее очевидными.

Наличие большего количества лазеров и больших объемов печати – это технологическая визитная карточка, которая

создает имидж превосходства. На рынке с высокой конкуренцией технологическое совершенство помогает создать бренд и обеспечивает коммерческий успех принтеров меньшего размера. Существует рынок крупнотоннажных мультилазерных систем, хотя параметры этого рынка, возможно, еще не определены. Выставочный зал был заставлен огромными деталями, в частности, для аэрокосмического сегмента. Уверенность китайских производителей металлоконструкций в развитии этих технологий очевидна.

Многие задаются вопросом, могут ли китайские принтеры конкурировать с более проверенными машинами западных поставщиков. Неофициальные данные свидетельствуют о том, что разрыв, если таковой вообще существует, между деталями, изготовленными



Фото: напечатанный алюминиевый подрамник электромобиля с решетчатой структурой с толщиной стенок 2 мм и на 20% легче, чем литой. Размеры детали: 1230 x 845 x 337 мм (с разрешения BLT)

на китайских станках, и деталями, изготовленными на международных брендах, в лучшем случае незначителен. Детали и требования к применению имеют значение, и в конечном итоге измерения и испытания позволят положить конец спору о том, могут ли китайские станки конкурировать по качеству с западными аналогами. Однако детали, представленные на выставках, никогда не должны служить надежным показателем того, на что способна машина. Это реальность производственного процесса, где со временем можно привести аргумент, основанный на фактических данных. Компании стран Запада имеют больший опыт, чем их китайские коллеги. BLT была основана в 2011 году. EOS – в 1989 году, а их металлические системы были представлены в 1998 году.

Принимая во внимание все обстоятельства и прогресс, достигнутый китайскими производителями принтеров по металлу, можно уверенно прогнозировать, что устранение или полное исчезновение каких-либо узких мест — лишь вопрос времени. Беседы с профессионалами отрасли, имеющими опыт работы со стороны клиентов (то есть они не связаны ни с каким производителем), позволяют предположить, что сегодня практически нет разницы между западным и китайским качеством.

Все опрошенные крупные поставщики указали, что ключевые компоненты их машин, такие как лазерные системы и гальванометры, представляют собой те же самые лучшие международные компоненты, которыми оснащены лучшие из машин от мировых лидеров. Лазеры IPG и гальванометры Scanlab входят в стандартную комплектацию всех топовых китайских машин. Интересно, что

чувствительные к ценам местные покупатели могут в случае необходимости выбирать альтернативные компоненты китайского производства. Несмотря на то, что эти компоненты могут не обладать такой надежностью или продолжительностью жизни, как их лучшие в своем классе конкуренты, нет никаких доказательств того, что детали, изготовленные с их помощью, значительно уступают по качеству.

Итоговые выводы

Итак, выделим несколько ключевых идей:

- ▶ Китайский рынок огромен и быстро развивается.
- ▶ В некоторых отношениях АП по металлам в Китае достигло паритета с глобальным АП.
- ▶ Острая конкуренция в Китае способствует улучшениям, инновациям и здоровому желанию идти на продуманный риск в стремлении к лидерству в отрасли.
- ▶ Учитывая крутизну траектории роста АП в Китае, опрометчиво избегать активного взаимодействия и контактов с рынком АП в этой стране.

P.S. Взгляды автора на развитие аддитивного производства в Китае не являются неизменными. Они опираются на факты, а со временем могут появиться дополнительные факты, которые могут повлиять на оценку рынка АП в Китае. Однако бесспорно, что Китай становится все более важным игроком в мире аддитивного производства.

Авторская адаптация идеи Джозефа Коуэна, младшего консультанта Wohlers Associates (ASTM International AM).

Светлана Бакарджиева

Надёжность – наивысшая ценность

clck.ru/3CCkvt

Чаще всего при рассмотрении серийного АП для изготовления продукции в мыслях появляется Капитан Очевидность и произносит поучающим тоном: «Это будет стоить вам целого состояния». Что же, спорить с интернет-мемом мы не будем, потому как именно такой исход ждёт практически любой не оптимизированный и не адаптированный под АТ проект. Но значит ли это, что заказчик в курсе цен и бежит от АТ, «как чёрт от ладана», или же свыкается, принимает как должное и обречённо идёт сдаваться в цепкие руки центра 3D-печати?

Любого пользователя волнует цена проекта, требуется ли ему печать сейчас, какое-то время назад, или же он планирует обратиться за услугами в будущем. Он каждый раз будет просить пересмотреть цену, оптимизируя затраты у себя (например, за счёт модификации конструкции) или у поставщика услуг. Если заказчик обращается за печатью изделия не в первый раз, то он уже имеет определённое понимание возможностей технологии и старается оптимизировать детали для сокращения затрат и повышения их эксплуатационных свойств. Лучшее, что может себе представить заказчик и исполнитель, — это серийное производство, которое стало рентабельным благодаря уменьшению веса, сокращению количества задействованного персонала, подбору более дешёвого материала, сокращению сборочных операций, снижению затрат на обеспечение качества или просто за счёт более экономичного производства деталей с коротким сроком поставки.





И вот наступает момент, когда становятся исключительно важны: сокращение времени обслуживания систем, их предиктивный ремонт, сокращение количества выездов инженеров сервисной компании... Всё это в итоге влияет на время безотказной работы, особенно для обеспечения серийного производства, стоимость владения и будущие инвестиционные решения менеджментом компании.

Каким же образом можно достичь исполнителям лояльности со стороны заказчика? Некоторые из опрошенных экспертов утверждают, что их самой популярной услугой поддержки пользователей было «обучение по электронной почте, текстовые чаты или голосовые сообщения». Клиенты ценят общение с живым человеком, опытным специалистом в обсуждаемой технологии. Вторым по популярности сервисом поддержки стали видеочаты. Некоторые клиенты ждали максимальной оперативности, при этом готовы были показать по видеосвязи проблемный участок.

Благодаря вниманию к проблемам пользователей при таком лояльном подходе запасные части практически не продавались, а лишь очищались старые от грязи/пыли и снова возвращались в работу. Из-за этого сервис

по продаже запчастей практически прекратил своё существование, ведь клиенты перенимали весь опыт разговорчивых и сердобольных экспертов и уже не стремились тратить на это деньги.

Как часто стоимость технического обслуживания и время безотказной работы обсуждается при заключении контракта? Особенно остро такой вопрос должен стоять перед стартапами, которые, за неимением собственного опыта, а также излишней амбициозности, нередко дают приоритетность наименее важным для заказчиков вопросам, тем самым создавая риски слабой устойчивости и низкой масштабируемости отношений.

Контракты на техническое обслуживание продаются по высоким ценам, практически не стимулируя сервисные компании выполнять работу более экономично. Большинство OEM-производителей, особенно на старте, часто не стремятся создавать инфраструктуру по всему миру для поддержки быстрого обслуживания и ремонта, что, конечно же, сдерживает более широкое внедрение АП.

Новейшие продвинутые 3D-принтеры полностью автоматизированы и оснащены программным обеспечением для мониторинга всех их функций. Пользователи видят проблемы в режиме реального времени. Более того, при соответствующих разрешениях со стороны пользователя производитель получает доступ к протоколированию основных действий установки и может следить за выполнением рутинного обслуживания, и даже предиктивно влиять на срок службы компонентов – сегодня для этого уже не потребуется дорогостоящий выезд специалиста.

В России, например, заказчик часто вначале интересуется стоимостью систем, и, возможно, лишь на последнем этапе обращает внимание на время безотказной работы и возможности обслуживания. В итоге почти всегда предпочтение отдаётся более дешёвым машинам несмотря на то, что они предлагают меньшую ценность с точки зрения времени безотказной работы, обслуживания и затрат на персонал. Отсюда иногда и появляется разочарование, негативно влияющее на восприятие технологии в целом.

Кажется, и зачем тогда приобретать оборудование, осваивать технологию и озадачиваться оперативным, доступным и качественным сервисом, если можно доверить изготовление деталей центрам аддитивного производства? Работая с ними, вы можете снять с себя груз подбора материала, технологии и ответственности в обеспечении требуемого качества, однако... Реалии говорят о слабой прозрачности бизнеса, не всегда удовлетворительной размерной точности, цвете, качестве поверхностей

и тела деталей. Может быть, поэтому некоторые из них банкротятся, стремительно внедряя новые технологии, но не поспевая за требуемым техническим опытом, прямым контролем над производственными процессами, надёжным обслуживанием и качественным консультациям. Поэтому прямое взаимодействие с производителями может оказаться более рентабельным, надёжным и качественным.

Резюмируя, мы хотим обратить внимание на более сбалансированную систему ценностей, которая будет учитывать качественный и оперативный сервис. Сервис же, в свою очередь, должен быть максимально автоматизирован для обеспечения доступности, скорости и качества. А свои силы в условиях высвободившегося времени лучше сосредоточить на других, важных для заказчика ценностях.

Авторская адаптация идей Маттиаса Шмидт-Лера, управляющего партнёра Ampower GmbH & Co. KG + опрос экспертов.

Дмитрий Трубашевский

AM.TECH
Additive Manufacturing Technologies

Сделано в России:
Аддитивные установки для печати металлических изделий по технологии EBW
(электронным лучом в вакууме)

+7 (495) 108 60 68
office@am.tech

am.tech

АМТ-16: еще и собеседник



clck.ru/3CCmvx

Крупным отечественным промышленным компаниям, готовым внедрять АТ в свои стандартные производственные цепочки, важно, чтобы при покупке ими парка аддитивных установок одной модели на них была обеспечена безусловная повторяемость. Реализуемый компанией «НПО «ЗД-Интеграция» проект нацелен на создание отечественного серийно выпускаемого оборудования для аддитивного производства в нескольких модификациях, способного обеспечить высокую повторяемость технологического процесса синтеза.

Первая машина из разрабатываемой компанией линейки промышленных 3D-принтеров по технологии L-PBF – малогабаритный однолазерный аддитивный комплекс АМТ-16. В конце прошлого года он был выпущен в коммерческий доступ. Об используемых в проекте АМТ ноу хау, конкурентных преимуществах этой серии и путях их достижения мы беседуем с руководителем продуктового направления L-PBF компании «НПО «ЗД-Интеграция» Павлом Ладновым.

– Вы позиционируете свою линейку АМТ как оборудование, имеющее ряд принципиальных отличий от образцов, поставляемых сегодня на рынок

другими российскими производителями. Расскажите подробнее об уникальных и просто нетипичных для установок такого класса решениях, примененных в АМТ-16.

– Начнем с «железа». В малой машине у нас уже реализован механизм подачи порошкового материала сверху через шлюзовую систему, который будет применяться во всей линейке. Что это дает? Бывает так, что при печати деталей со сложной геометрией, со сложной разветвленной поверхностью, требуется большее количество материала на слой. И имеющегося в загрузке принтера запаса, несмотря на то, что конструктивно у нас имеется запас около 50%, может в какой-то момент не хватить. Механизм его подачи через шлюзовую систему позволяет избежать прерывания процесса печати: в нужный момент, когда материала в баке остается, условно говоря, на 120-150 слоев, срабатывают установленные в этой ёмкости датчики и оператор тут же добавляет в неё необходимое количество нового материала. На процессе печати, на атмосфере камеры и на качестве изготавливаемого изделия эта операция никак не отражается. Использование такого механизма кардинально отличает комплексы АМТ от всех представленных на российском рынке 3D-принтеров в сегменте малых машин как отечественного, так и иностранного производства.

Еще одна особенность нашей серии – усиленный контур безопасности установок. Мы ведь практики и прекрасно понимаем, что промышленное использование подразумевает, скажем так,



различную квалификацию персонала, и не все работники участка АП смогут сразу вникнуть во все тонкости обращения с установкой. К тому же надо иметь в виду, что наше оборудование работает в том числе с достаточно реактивными материалами – титановыми, алюминиевыми сплавами. Поэтому вопросы безопасной эксплуатации для нас – в числе приоритетных. Наш электрический шкаф собран по всем нормативам по электробезопасности, что подтверждается свидетельством авторизованной лаборатории Ростеста. А использование промышленных контроллеров позволяет нам отказаться от применения каких-то плат, как у большинства наших российских коллег, ограничивающихся схемой плата+компьютер на типовой операционной системе Windows или Linux. В чем уязвимость такой схемы? А в том, что если случится даже незначительный сбой в работе операционной системы, то контур безопасности может в какой-то момент не сработать. Поэтому такие системы в высокотехнологичных отраслях промышленности, как правило, не используют, а применяют промышленные контроллеры, причем, контур безопасности выведен в отдельную схему. И в этом случае, если где-то

вдруг случится сбой, случайная ошибка оператора или прерывание критичной операции, то контур безопасности со 100-процентной гарантией сработает на отключение установки, и никто из работников не пострадает.

Что еще отличает наши установки? Их рабочая камера и всё, что связано с газовой системой, – герметичное. Я бы сказал, что уровень герметичности выше, чем у наших конкурентов. Например, при крейсерском режиме именно при сплавлении, а не при продувке, потребление аргона у нас составляет меньше литра в минуту, что подтверждает датчик расхода защитного газа. Это очень хороший показатель даже для мирового уровня. Не буду раскрывать в деталях, как мы этого добиваемся, упомяну только о специальной обработке стыков. В итоге экономится время, а также средства заказчика, необходимые для смены баллонов с инертным газом.

Наконец, четвертая наша «фишка» состоит в том, что уже в малой машине АМТ-16 мы сразу ставим достаточно мощный лазер на 500 ватт, по сути, это на данный момент золотой стандарт для оборудования, как средне-, так и крупногабаритного. А сделано это для



того, чтобы на нашей малой установке можно было обрабатывать практически все режимы для всех доступных к процессу СЛС материалов.

Лазер и оптика у нас водоохлаждаемые. Применяя так называемый термоменеджмент, мы отчасти нивелируем проблемы, связанные с дрейфом, дрейфом характеристик оптической системы, потому что она охлаждаемая и при работе всегда поддерживается заданная температура. Таким образом обеспечивается стабильность нашей установки.

– Кстати, о лазерах. Насколько известно, вы в проекте АМТ устанавливаете на своих машинах несколько источников лазерного излучения и обрабатываете технологию печати ими одной детали. Это решение применяется не на каждой азиатской, да и европейской машине. В чем здесь сложность?

– В том, что в зонах пересечения должен быть задан специальный алгоритм синхронизации, обеспечивающий как качество синтезируемого материала, так и синхронизацию сканаторов с лазером. Немалый опыт работы с европейским оборудованием у членов нашей команды позволил нам, опираясь

на методы математического анализа, понять, как на машинах от мировых лидеров реализован механизм зоны пересечения нескольких источников лазерного излучения, и создать нечто подобное у себя. И в ближайшее время мы уже на АМТ-32 будем тестировать этот механизм и добиваться устойчивого качества при печати одной крупной детали несколькими источниками. Так что, хотя мы и приступили к этому много позже наших европейских учителей, учимся мы достаточно быстро.

– А что с точки зрения софта? Чем уникален ваш программный комплекс «PrintMate»?

– При его разработке мы ставили нашим программистам задачи, опираясь на наш опыт работы с лучшими образцами оборудования от мировых производителей. Техзадание им было ориентировано именно на специфику селективного лазерного сплавления. Уже в нашей первой малой машине реализованы, например, такие решения, как контроль качества нанесения слоя с использованием интеллектуальной системы распознавания дефектов. Более подробный анонс по релизу и возможностям программного комплекса «PrintMate» следует ожидать в конце июля этого года.

– У «грандов» АП, безусловно, есть чему поучиться и что перенять. Но в то же время в их разработках ведь есть и узкие места?

– Конечно, есть, ведь они были первооткрывателями в этих технологиях, а для идущих непроторенными путями неизбежны ошибки. Думаю, о многих из них мы даже не узнали – они их быстро исправляли. Но не все: например, их главным узким местом в софте является то,

что у них большинство ПО реализовано на старых движках. Но переделывать его теперь нецелесообразно, поскольку это потребует слишком больших расходов.

Мы же изначально проектировали нашу линейку на более современных движках, а это – совсем другие возможности. Например, после нарезки слоя у нас есть возможность получить объёмную картину и посмотреть векторы сканирования, осмотреть деталь с разных сторон. И это при том, что на многих образцах оборудования от тех самых «грандов» нарезку можно посмотреть только в плоскости.

– У современного высокотехнологичного оборудования, будь то обрабатывающий комплекс с ЧПУ или 3D-принтер, очень важный элемент – интерфейс. Как комплексы из линейки AMT «общаются» с оператором?

– В нашей установке интерфейс максимально дружелюбный. При его разработке мы изначально старались избежать его перегруженности данными, чтобы у пользователей не разбежались глаза от обилия схем и таблиц, и выводить на дисплей только действительно самую необходимую информацию, ключевые параметры. Кстати, многие посетители нашего стенда на выставках «Металлообработка» и «Росмолд» отмечали, что интерфейс нашей AMT-16 заметно отличается от того, что они видели на других машинах, именно тем, что нет визуальной перегрузки.

Опять же, подчеркну, что уже в базовой комплектации у нас обеспечен контроль качества нанесения слоя. Оператор может вывести большую картинку на экран установки и отслеживать ход процесса по фотографиям с интеллектуальной системой оценки. И опера-

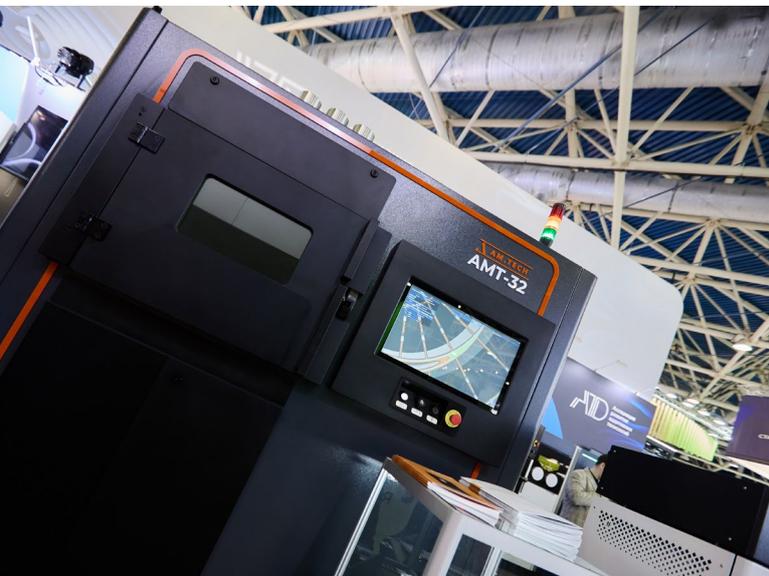
тивно вмешаться, если вдруг что-то пойдет не так.

– То есть, получается, в ваши установки встроен целый программно-аппаратный комплекс с функциями системы цифрового мониторинга и управления производством. Есть ли в нем база данных справочного характера, то есть, некая шпаргалка для оператора – на случай, если он что-то упустит, забудет, ведь человеческий фактор никак не отменить...

– Программное обеспечение машины включает в себя диалоговое окно, через которое оператор при запуске процесса подтверждает выполнение каждой операции согласно составленному чек-листу. Это немного напоминает диалог пилота самолета гражданской авиации с диспетчером перед взлётом, только в нашем случае оператор общается с машиной, которая не позволит ему пропустить ни одну необходимую операцию.

Что касается режимов работы, то в нашем ПО «PrintMate» содержатся файлы с информацией об отработанных режимах с распространёнными материалами. Таким образом технолог, начиная





процесс с конкретным материалом, может открыть соответствующий файл и пользоваться им, как шпаргалкой. При этом ПО у нас открытое, и квалифицированный пользователь в случае необходимости может внести нужные изменения в базу, задать собственные параметры.

Также для покупателей наших машин мы проводим входящий в общую стоимость трехдневный курс обучения персонала, которому предстоит с ней работать. Бывает и так, что технологам предприятия требуется сразу и полностью отработать технологию производства конкретных изделий. Мы и здесь можем помочь: наши специалисты выезжают на место и работают над задачей клиента до отработки им технологии под ключ и получения готового изделия нужного качества. То есть, работаем в соответствии с мировыми стандартами.

Кроме того, хочу отметить наш сервис. «НПО «ЗД-Интеграция» – российский разработчик, мы находимся в Москве, всегда на связи, и российский клиент из любого региона в любой момент может к нам обратиться. Как показывает практика, в 80% случаев возникшие у клиента проблемы можно решить удаленно,

или с помощью связанных сервисов. Но если есть необходимость, организуем выезд наших специалистов на место.

– Вы упоминали в предыдущем материале, что АМТ-16 сейчас активно тестируется, в том числе в ходе эксплуатации при выполнении заказов от клиентов. Что показывают эти испытания? Какие сильные и слабые стороны выявляются?

– Машина вполне рабочая, но, на наш взгляд, ряд систем нуждается в усовершенствовании. Мы стремимся к большей стабильности, к большему удобству в эксплуатации. И поэтому вносим ряд улучшений, например, в систему обдува, в систему крепления наших контейнеров – делаем ее более удобной. Есть доработки, связанные с дополнительной фильтрацией, с целью увеличить стойкость фильтра, а еще – усовершенствования, связанные судобством доступа к некоторым узлам. Планируем, что в сентябре-октябре этого года у нас уже будет готова конструкторская документация на вторую итерацию комплекса АМТ-16 с уже внесенными улучшениями.

– «НПО «ЗД-Интеграция» представляла АМТ-16 в работе на двух крупнейших промышленных выставках – «Металлообработка» и «Росмолд». Что вызывало наибольший интерес у посетителей стенда, какие вопросы они задавали? И есть ли по итогам выставок перспективы новых контрактов?

– Безусловно, большой интерес вызвала демонстрация работы АМТ-16. Мы на «Металлообработке» выращивали на ней достаточно сложный элемент – теплообменный аппарат. Это наша собственная разработка, которую мы будем использовать в нашем среднебаритном комплексе АМТ-32.

К нам на стенд приходили представители многих промышленных компаний, где уже несколько лет эксплуатируется на изготовлении серийной продукции европейское оборудование для АП. Они уже сталкиваются с проблемами, связанными с износом машин и с их моральным устареванием. И теперь планируют закупать принтеры отечественного производства и ищут те, что были бы концептуально близки привычным им машинам. Многие из них обозначили своё намерение более детально изучить наши предложения на рынке, так что здесь есть видимые перспективы. Подходили также представители компаний с предложениями по поводу контрактного производства. Например, у станкостроителей есть спрос на изготовление аддитивным способом держателей твердотельных пластин во фрезах, АП позволяет в этих держателях сделать определенные каналы охлаждения для СОЖ, которые не сделать стандартным сверлением. Кстати, уже есть соответствующая мировая практика: некоторые швейцарские и немецкие компании включают в свои серийные каталоги инструментальную оснастку, напечатанную на 3D-принтере. Теперь и в России появился интерес к таким продуктам АП. Применение вот таких механизмов подачи СОЖ ощутимо увеличивает срок службы инструмента, тем самым удешевляет процесс обработки. Здесь интересен еще и симбиоз традиционных технологий механообработки и АП.

Проявляют интерес к сотрудничеству с нами и представители компаний нефтегазового комплекса. Сейчас из этого сегмента российского рынка ушли многие зарубежные компании, а потребности у этой отрасли огромные

– что в запчастях, что в готовых механизмах: нужны в промышленных объемах механизмы насосов перекачки, завихрители, газовые системы, форсунки и многое другое. Обсуждаются в основном перспективы заказов на контрактное производство, но рассматриваются и возможности закупки 3D-принтеров.

– А зарубежные участники и посетители выставок проявляли к вам интерес?

– Да, подходили и иностранцы, с интересом смотрели на работающий комплекс. Многообещающий диалог состоялся с представителями компаний из стран Ближнего Востока. Они подбирают оборудование для своего производства. Присматривались к европейскому, но сочли его слишком дорогим. Сотрудничество с китайскими партнерами пока не складывается из-за особых требований китайской стороны, например, часто ставится условие о проведении сделки только через китайские банки, – а это многих не устраивает. Наши установки их заинтересовали в качестве возможной альтернативы, а на первом этапе речь идет о возможных заказах на контрактное производство.

Светлана Бакарджиева



ClearBox – когда всё всем станет ясно



clck.ru/3CCnpA

Компания Tailored Alloys запускает новый продукт, который позволит систематизировать и автоматизировать сбор реальных данных L-PBF техпроцесса. Звучит непонятно для тех, кто пока еще не особо дружен с технологией селективного лазерного плавления, но может являться палочкой-выручалочкой для тех, кто часто разрабатывает технологию под новые материалы, или же вынужден заново подбирать параметры ввиду нестабильного качества материалов от одного и того же поставщика.

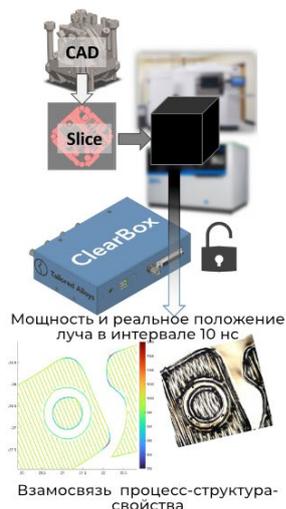
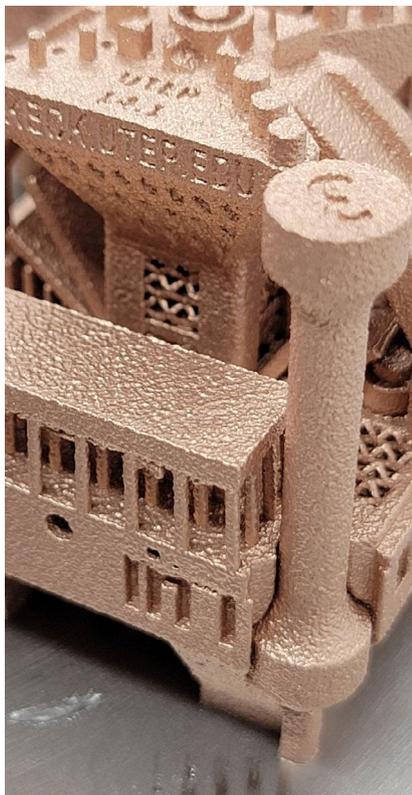
Программно-аппаратный модуль ClearBox будет запущен в скором времени по цене \$4999 и даст возможность пользователю получать актуальные данные процесса, которые, зачастую, отличаются от закладываемых технологом/оператором. Это позволит лучше понимать процессы работы установки и плавления, и более точно настраивать параметры для достижения идеальной печати.

Пока модуль работает только на установках с протоколами связи XY2-100E (например, EOS M290), но скоро будут предоставлены и новые протоколы.

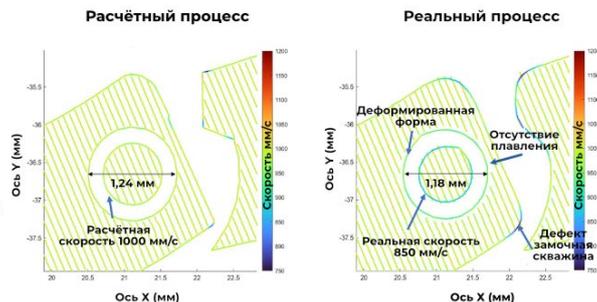
Разработчики сетуют на отсутствие подобных решений на рынке, которые, по аналогии с техническими стандартами g-code и MTConnect (MTConnect – протокол, предназначенный для обмена данными между оборудованием и программными приложениями, используемыми для мониторинга и анализа данных), позволили бы выполнять независимое планирование и анализ процессов. Другими словами, сегодня как никогда назрела потребность в прозрачности техпроцессов для быстрого масштабирования производства.

Еще в 2022 году коллектив будущей компании обратил внимание на общее отсутствие стандартизации и трудности с доступом ко всем параметрам печати АП для разработки точной траектории движения лазера. В своей работе STTR Phase I: Additive Manufacturing of High Conductivity- High Strength Copper-Based Alloys они настраивали дополнительные переменные, включая фокус лазерного луча, длину, количество и перекрытие векторов. Ключевым нововведением было то, что термическое поведение каждого нового состава сплава можно было непосредственно



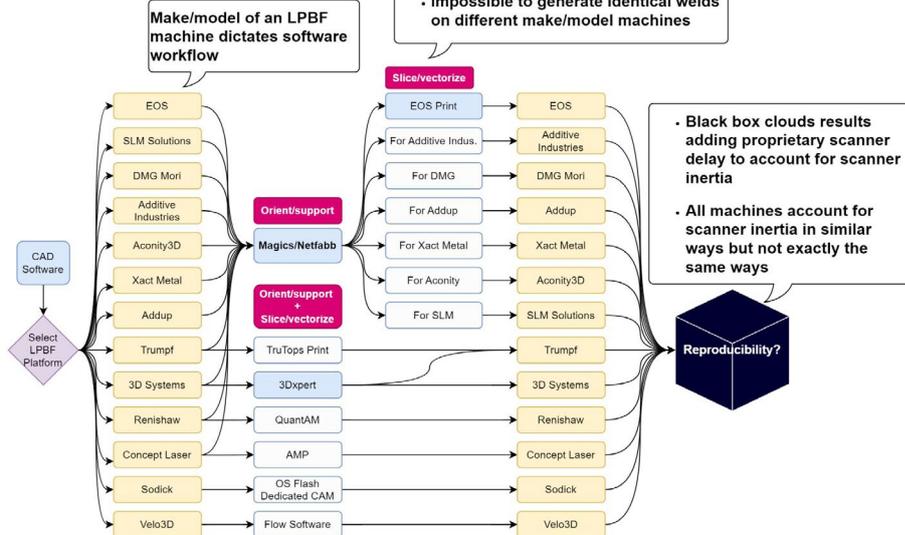
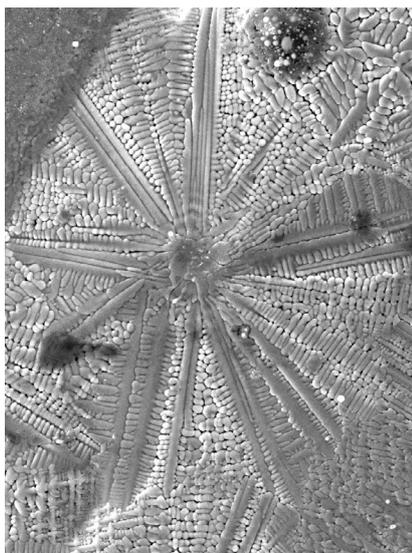


Знаете ли вы что происходит в вашем 3D-принтере?



Tailored Alloys

- Software dictates beam path planning
- Machines have unique build file
- Impossible to generate identical welds on different make/model machines



исследовать до дорогостоящего и трудоёмкого распыления (атомизации) порошка. Ценность нововведения обусловлена ещё и тем, что ограничения различаются в зависимости от аддитивных систем и программного кода. Учёные были убеждены в том, что революция в L-PBF произойдёт тогда, когда удастся стандартизировать и обеспечить независимость траектории работы лазера от марок и моделей 3D-принтеров, а доступ ко всем наборам параметров будет универсальным.

Истинный потенциал АП заключается не в том, чтобы заменить все другие методы производства, а в том, чтобы легко интегрироваться в производственный инструментарий технологов, а инженерам дать возможность снять любые ограничения с проектирования продукции. Похоже, что Tailored Alloys создали очень важный и актуальный для текущего развития индустрии продукт.

Дмитрий Трубашевский



clck.ru/3CCqgo

Промдизайн – это и инженерия, и творчество, и наука

Современный инновационный высокотехнологичный продукт чаще всего создается на стыке отраслей и технологий, являясь результатом синергии усилий специалистов, нацеленных на решение мультидисциплинарных задач: инженеров, айтишников, дизайнеров, пром-инженеров, а также операторов 3D-принтеров и/или обрабатывающих центров. Таковы подходы к созданию прорывных продуктов во всех развитых экономиках, осваиваются они и в России, может быть, не столь быстро и гладко, как хотелось бы. Своим взглядом на эти процессы в интервью Industry3D поделился главный инженер ведущей отечественной компании из сферы промышленного дизайна 2050.ЛАБ Алексей Залата.

– Вы позиционируете себя как компанию, формирующую экосистему индустриального дизайна страны. Пожалуйста, расскажите о ней подробнее.

– 2050.ЛАБ – ведущий центр и самая крупная в стране студия по промдизайну. Наша компания открылась

в 2019 году, а в 2020-м состоялась публичная презентация с участием Дениса Мантурова, возглавлявшего тогда Минпромторг РФ. За пять лет мы реализовали более 40 успешных проектов в самых разных областях.

Наша студия сочетает промдизайн, инжиниринг, брендинг и образование. Все направления тесно связаны, что обеспечивает эффективное воплощение идей от концепции до готового изделия. Мы разрабатываем концепции и воплощаем их в реальные продукты, которые не только эстетичны, но и функциональны. Создаем дизайн продуктов промышленного производства, находим новые технические решения и помогаем сформировать узнаваемый стиль бренда.

– То есть, студия 2050.ЛАБ реализует все этапы создания продукта – от идеи до передачи в серийное производство. Используются ли в этих процессах аддитивные технологии?

– Наши подходы подразумевают активное использование передовых технологий, в том числе аддитивных. Благодаря им мы можем быстро создавать макеты и прототипы, что значительно ускоряет процесс разработки изделия, повышает его качество и позволяет выявить проблемы на ранних этапах.

Мы применяем АТ для создания прототипов и макетов, для проверки идей и гипотез, как в целях дизайна, так и инжиниринга. Начиная с ранних этапов для оценки масса-габаритных параметров и поиска формы и заканчивая проверкой конструкции в целом, её испытаниями и подготовкой к производству.



– У вас собственный парк оборудования для 3D-печати? Какие принтеры используете?

– Наши основные потребности покрывает FDM-принтер, который мы очень активно используем. Планируем также приобрести SLA-принтер, под него тоже есть свои задачи.

– А насколько, в среднем, ваши заказчики осведомлены о возможностях АТ, готовы применять его в своих серийных производствах, либо размещать заказы в центрах аддитивного производства?

– С применением АТ в серийных изделиях есть ряд сложностей – нехватка специалистов, недоверие к АТ со стороны инжиниринга, выросшего на классических технологиях, отсутствие стандартов по тестированию и валидации деталей, изготовленных посредством АТ. Ситуация в этой сфере меняется, но медленно. В целом, на мой взгляд, для АТ есть хорошие перспективы в прототипировании, макетировании, в каких-то кастомных историях (например, в протезировании). В принципе, везде, где требуется малая серия. В крупном серийном производстве всё сложнее – необходимо обеспечить высокую производительность и стабильный процесс.

– Используете ли вы искусственный интеллект в своих разработках? Какие его сильные и слабые стороны выявили? Где, на ваш взгляд, нельзя использовать ИИ?

– ИИ не может полноценно заменить дизайнеров и инженеров. Мы используем его как инструмент, который облегчает некоторые задачи. Например, создать картинку для окружения, текстур, мудбордов, сделать апскейл рендеров и т.д. На мой взгляд, ИИ можно использовать везде, но его нужно обязательно контролировать. Искусственный интеллект может предлагать идеи, но решения всегда должен принимать человек.

– В советское время даже качественные отечественные продукты, как B2B, так и товары народного потребления, часто проигрывали конкуренцию зарубежным именно в дизайне и эргономичности. Одна из причин – недооценка этих составляющих, нежелание в них вкладываться. Как вы в этом смысле оцениваете сегодняшнюю ситуацию?

– С тех пор ситуация ощутимо улучшилась, рыночные отношения и конкуренция позволяют сравнивать продукты и выбирать наиболее релевантные.



Потребитель выбирает то, что продумано, эргономично, удобно и лучше выглядит. Думаю, уже все производители понимают, что сегодня без промдизайна невозможно создать успешный конкурентный продукт.

Кстати, есть интересная статистика: по данным РСПП, 65% компаний с выручкой больше 10 млрд рублей считают вклад промышленного дизайна в бизнес серьезным конкурентным преимуществом.

А согласно исследованиям, потребители готовы платить до 15% больше за продукт, если он хорошо выглядит, комфортен, функционален и эргономичен. И при этом до половины из них откажется от использования бренда при неудачном контакте.

– Кстати, о брендах и брендинге. В качестве миссии компании вы декларируете создание новых национальных брендов, помощь бизнесу в развитии и продвижении продуктов на рынках. Что, с профессиональной точки зрения, отличает полноценный бренд от просто производителя продукта? Какая роль в брендинге отводится промышленному дизайну?

– Полноценный бренд отличается уникальной идентичностью и эмоциональной связью с потребителями. Промдизайн отвечает за создание этой идентичности, делая продукт привлекательным, функциональным и эргономичным.

Включая промдизайн на стадии разработки продукта, компании могут

создать востребованное, актуальное, продуманное изделие, соответствующее запросам потребителей.

Это подтверждают достижения наших партнеров – к примеру, для Трансмашхолдинга (ТМХ) мы разработали дизайн экстерьеров и интерьеров поездов, которые стали неотъемлемой частью общественного транспорта Москвы. В 2023 году ТМХ увеличил продажи вагонов метро на 58,7%. В том числе с помощью активного внедрения промышленного дизайна.

Подтверждают это и опросы потребителей – например, более 90% пассажиров поезда «Иволга» позитивно оценили его интерьер. А 85% пассажиров электрички ЭП2ДМ подтвердили, что в новом составе сиденья стали удобнее. Оба этих поезда – работа студии 2050.ЛАБ.

Для отечественного производителя лифтов – компании MEL мы создали дизайн интерьеров лифтов для бизнес- и премиум-классов, а также полностью актуализировали платформу бренда и сделали новый сайт. Это позволило компании выгодно выделиться среди конкурентов и привлечь новых партнеров.

Kitfort, известный производитель бытовой техники, получил от нас комплексное решение по дизайну и брендингу, что помогло им успешно вывести на рынок новую линейку продуктов.

– До известных событий передовые отечественные компании осваивали дизайн-мышление, часто – с помощью зарубежного консалтинга. Как сейчас можно помочь им в этом направлении? Где у нас этому учат?

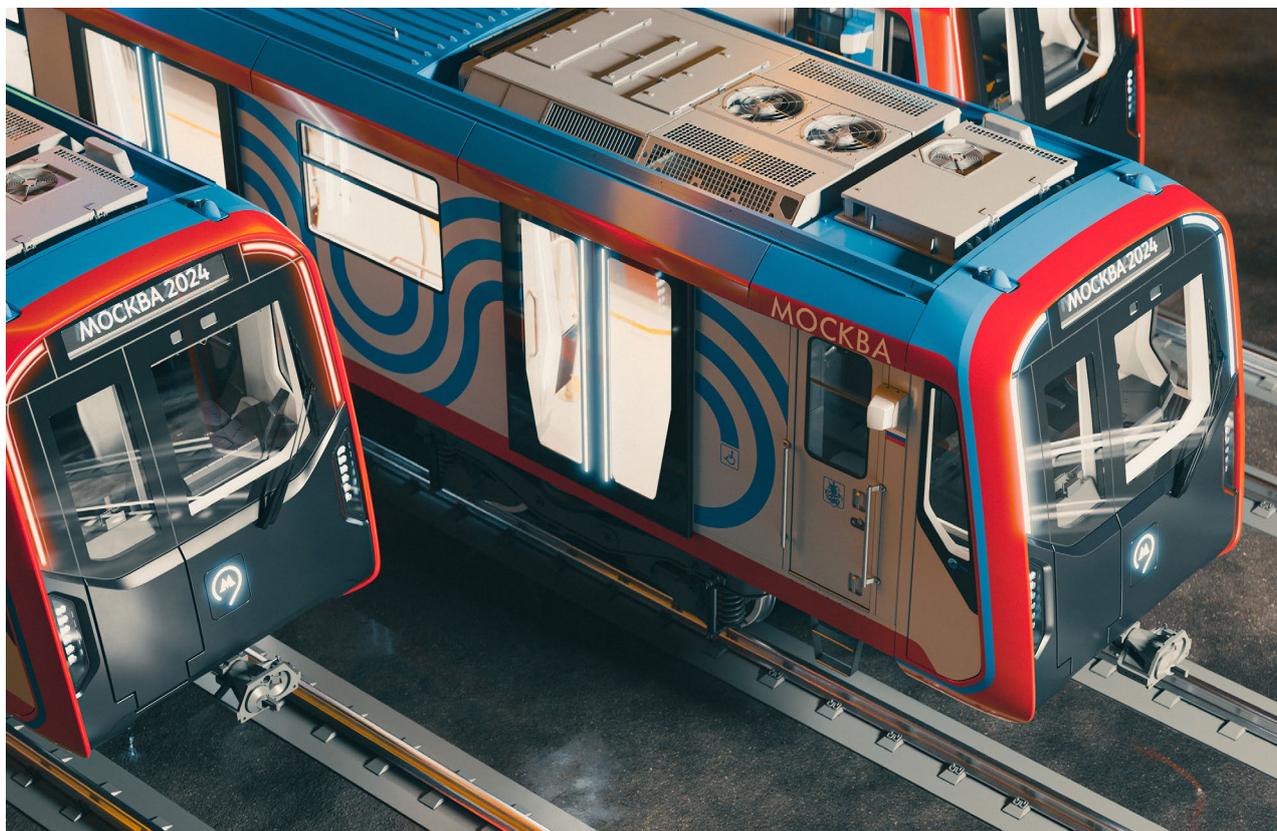
– Что касается консалтинговых программ, то это очень полезная вещь. Мы их проводим и ориентируем под каждый конкретный запрос, у нас есть

собственный лицензированный образовательный центр. И мы можем не просто проводить лекции, а выдавать свидетельства государственного образца о повышении квалификации.

Компания может фактически собрать под ключ программы по промышленному дизайну. Они способствуют повышению эффективности взаимодействия между менеджментом, дизайнерами и проектировщиками. Знакомят бизнес с промдизайном и объясняют, в чем его необходимость. Подобную образовательную программу мы проводили в Минпромторге РФ, а также в ТМХ, ОСК и других корпорациях.

Если говорить в целом про индустрию и образование, то сейчас основная проблема – нехватка профессионалов в сфере промдизайна. И это даже не из-за известных событий, а просто потому, что специальность сложная, особая. И порог входа в нее высок. По сути, промдизайн – это и технологии, и инженерия, и эстетика, и творчество, и наука. Универсалов, способных всё это гармонично сочетать, не так много.





Специальности учат, и действительно качественно, не так много вузов. Ждать же, когда самозародится достаточное количество профессионалов, – напрасная трата времени. Поэтому студия создала собственную магистерскую программу «Промдизайн и инжиниринг» совместно с НИТУ МИСИС, где мы выращиваем кадры для компании. Мы заложили в неё все материалы, которые сами применяем на практике. Потому что главная идея программы – научить работать с проектами, а не просто рассказать теорию. Мы часто берём стажеров в 2050.ЛАБ, когда ребята еще учатся в университете. Это помогает им расти как профессионалам, а нам – передавать знания новому поколению и уже с момента обучения воспитывать специалистов и отбирать самых талантливых ребят в команду.

– А каким, на ваш взгляд, должен быть инженер будущего, по плечу ли ему будет решение мультидисциплинарных задач?

– Современные технологии за последние годы сильно изменили мир. Сегодня специалист с желанием, острым умом, доступом к информации и современными инструментами коммуникации может разобраться во многих смежных сферах для своей задачи. Однако для достижения высокого результата всё же необходимо привлекать узких специалистов. Они формируют базу знаний, решают фундаментальные задачи и развивают свои направления.

– Вы проводите дизайн-исследования – анализ тенденций и запросов рынка, технических ограничений индустрии. Как это помогает в создании новых продуктов и, возможно, в формировании трендов?

– Каждый наш проект начинается с дизайн-исследования, это стандартный процесс. А вот уже масштаб и детали исследования зависят от проекта. Обычно мы изучаем не только сам продукт, но и всё, что с ним связано: сценарии использования, формообразование, материалы,

технологии изготовления, стандарты и требования. Если проект локальный, то мы обязательно учитываем этнические и культурные особенности территории.

Внутри студии мы делаем концепты, в которых дизайнеры имеют возможность больше творить, предлагать свежие идеи, искать что-то новое. Инженеры в этих проектах стараются минимально влиять на дизайн, только лишь слегка его «приземляя». Затем эти концепты публикуются, участвуют в международных выставках, вдохновляют миллионы дизайнеров во всем мире. Так и формируются тренды.

– Вы указываете, что одна из ваших сильных компетенций – инжиниринг. Как, по вашему мнению, повлияет на вашу деятельность в этом направлении недавно принятый закон об инжиниринге и промдизайне? Насколько этот документ оправдал ожидания поставщиков и потребителей этих услуг? Верите ли вы в действенность помощи от государства?

– Закон хороший, важный и своевременный. Самое главное, что на тему промдизайна и инжиниринга обратили внимание, она стала все чаще звучать на самом высоком уровне.

Эффекты от принятия закона пока на себе не почувствовали, но надеемся и верим!

– Какие соцгруппы, сайты, события вы могли бы посоветовать читателям нашего медиа-ресурса, и будет ли интересно дизайнерам общаться с аддитивщиками и наоборот?

– В интернете всё есть, на любой цвет и вкус, можно найти близких по духу и увлечениям людей. Я сам предпочитаю читать книги. Из моей выборки могу посоветовать: «10 принципов индустриального дизайна» Дитера Рамса, «Курс промышленного дизайна» Александра Отта и «Дизайн привычных вещей» Дональда Нормана.

Светлана Бакарджиева.

AM.TECH
Additive Manufacturing Technologies

Сделано в России:
AMT-16, AMT-32, AMT-64

Аддитивные комплексы для печати металлических изделий методом селективного лазерного сплавления

+7 (495) 108 60 68
office@am.tech

am.tech

Рама без рамок ограничений

clck.ru/3CCsGh

Когда сегодня говорят об аддитивных технологиях, часто их преподносят в слишком упрощенном виде, что роняет их в глазах многих потенциальных заказчиков из промышленного сегмента. Или же, напротив, представляют их настолько сложными, что ввергают в сомнение по поводу возможности их освоения владельцами небольших КБ и студий, не говоря уж о тех, для кого изготовление изделий – только хобби.

Эксперты с большим опытом знают о широкой пропасти между высокой сложностью и соответствующей стоимостью владения ПО для генеративного проектирования/топологической оптимизации, системами аддитивного производства и доступными принтерами и бесплатным ПО для моделирования и расслоёвки. Очевидно, что даже при умелом использовании всех возможностей инструментов современной инженерии и производства финальный результат применения доступного оборудования и ПО будет несопоставим с тем, что можно получить, имея в распоряжении дорогое.

А что если современный инженер, осознающий необходимость мультидисциплинарных знаний и умений, будет их культивировать и использовать как для

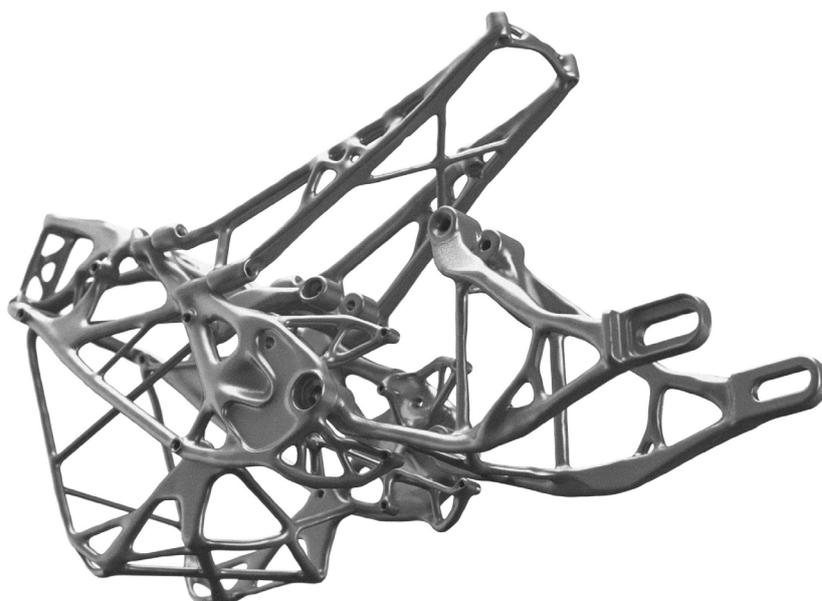
собственных проектов, так и для фриланса? Как долго в таком случае он будет самостоятелен и не получит предложение, от которого невозможно отказаться, от одной из уважаемых компаний?

Испанский инженер Carlos Calvo, «изнуряющий» себя проектированием цифровой одежды в CLO Virtual Fashion Inc., три года в свободное время реализовывал свою мечту – проектировал раму для линейки мотоциклов MotoE. Проект начался с изучения возможностей nTop в свободное время и превратился в один из лучших демонстраторов возможностей проектирования под АП, обогнав даже лидеров по эффективности дизайна.

Итак, разработанная рама Optiframe имеет причудливую бионическую форму. Сами мотоциклы, по задумке Carlos, оснащаются электродвигателем Zero z-force 75-10.

Виртуальные испытания рамы и эксперименты с её многочисленными модификациями привели к тому, что её вес из материала AlSi10Mg составил всего 6,84 кг.

Реализация такой детали сегодня возможна несколькими технологиями, но две из них выделяются среди прочих. С помощью L-PBF можно, практически минимизируя постобработку, сразу печатать раму в высоком качестве. С другой стороны, можно воспользоваться песчанополимерной VJ и изготовить литейную оснастку, в которую уже на следующем этапе залить требуемый сплав. Первый вариант отличает качество (внешнее и тела детали), но и самая высокая стоимость, второй – минимальная стоимость, более высокая



шероховатость с риском получить раковины, зато широкие возможности в плане использования материалов, не освоенных в АТ.

В качестве структурной оптимизации разработчик использовал ПО nTop, моделирование основных компонентов мотоцикла производилось в Autodesk Fusion360, рендеринг – в KeyShot, постпродакшн – в Adobe Photoshop и Premiere. Налицо комплексность, часто

реализуемая в больших компаниях, где каждый занят своим делом.

Что ж, кажется, нам стоит ожидать появления этого проекта в арсенале возможностей амбициозного авто- или мотопроизводителя, например, у Kevin Czinger. Вы тоже так считаете?

Узнать [подробнее](#) о проекте.

Дмитрий Трубашевский

Как помочь детали не напрягаться



clck.ru/3CCv3e

В компонентах самолётов, напечатанных на 3D-принтере, механическая обработка повышает усталостную прочность.

Механическая обработка является ценным дополнением к проволоочной наплавке, утверждает Big Metal Additive. Компоненты самолётов с топологической оптимизацией иллюстрируют улучшение эксплуатационных характеристик деталей в результате механической обработки в процессе их изготовления. Компания Big Metal Additive на своей площадке в Денвере, штат Колорадо, использовала возможности собственной разработки — системы WAAM/Arg-DED (W) для производства эксперимен-

тальных, топологически оптимизированных компонентов самолетов для ВВС США. Удивительно, но одна из самых зарегламентированных отраслей прониклась эффективностью АТ, и, заручившись поддержкой опытных инженеров, смогла добиться перепроектирования алюминиевых деталей с неизбежным сокращением массы и количества деталей в узлах по сравнению с классическим проектированием и производством. В результате инженеры военной авиации сконцентрировались на создании оболочковой формы проволоочной наплавкой, а про механообработку из большой заготовки или литьё в ХТС напрочь забыли, ведь к хорошему быстро привыкаешь. Однако полностью отказаться от механообработки не получилось, поэтому гибридный принцип получения





изделий на сегодня является одним из самых востребованных способов получения сложной продукции. Если вы захотите сравнить деталь после наплавки и дополнительно подвергшуюся фрезерной механообработке снаружи и внутри (там, куда сможет проникнуть фреза), то вторая выиграет за счёт уменьшения толщины стенок (с 1/4 дюйма вышли на 1/10 дюйма), что повлечёт сокращение веса, но самое главное — это увеличение износостойкости, что является ключевым для подобного рода применений.

Этот проект и технология имеют ряд положительных последствий для стандартизации использования проволочной наплавки в создании конструктивно сложных и легковесных конструкций для самолетов. Кто знает, может недалеко то время, когда и гражданские самолёты будут серийно оснащаться подобными секционными компонентами. Заслуга Big Metal Additive в том, что они не стали придумывать

велосипед, и сосредоточились на ПО и технологии, а модуль со сварочной головкой «повесили» на фрезерный порталый станок с пятью осями и роботизированный манипулятор, которые живут в двух мирах: аддитивном и субтрактивном. Инноваторы быстро освоили новое для себя направление. Открытием для Big Metal Additive, но не для инженеров-расчётчиков, стал факт того, что механообработка с получением поверхностей с минимальной шероховатостью серьёзным образом снижает концентрацию напряжений, и, как следствие, усталостную долговечность.

В результате такого «открытия» гладкий компонент обрёл более длительный срок службы с 30 000 до более 2 миллионов циклов! Вот так АП совершенствуется и отвоёвывает свой кусок пирога у традиционной промышленности.

[Видео.](#)

[Авторская адаптация.](#)

Светлана Бакарджиева

McLaren: зарождение нового класса суперкаров



clck.ru/3CCvxM

Как и почему McLaren и Divergent создают новые стандарты разработки и производства суперкаров будущего.

Мы неоднократно освещали и планируем дальше рассказывать об успешных АТ проектах в области автомобилестроения. К сожалению, российские автомобильные концерны не спешат активно задействовать в своих производственных процессах аддитивные технологии. Чаще всего они ограничиваются использованием доступных 3D-принтеров для быстрого прототипирования и производства цеховой оснастки, без печати конечных деталей (тем не менее есть и приятные исключения). Последние новости так вообще наводят ужас на промышленников и потребителей: они предвещают серьёзные проблемы с комплектующими на российском рынке, поскольку китайские партнёры могут остановить их поставки из-за опасений вторичных санкций. Здесь напрашиваются выводы, а не прибегнуть ли к обратному проектированию с печатью деталей, ведь такой подход в последние годы доказал свою состоятельность?

Осведомленный читатель здесь может сказать, что и за рубежом АП пока не применяется в массовом автомобильном производстве. Максимум, чем могут в этом смысле похвастаться иностранные автомобилестроители, – так это ограниченной серией топовых и дорогих моделей с присущей им инди-

видуализацией под каждого требовательного заказчика. Но как говорится, всегда трудно быть первым, набивая шишки, по-миссионерски протаптывая дорогу последователям.

Калифорнийская компания Divergent Technologies, принадлежащая семейному дуэту Зингеров, теперь расширяет горизонты инноваций McLaren Automotive из Великобритании. Сотрудничество компаний будет направлено на использование АП для интеграции более сложных конструкций в архитектуру автомобилей с повышением производительности, устойчивости цепочки поставок, экологичности и общей эффективности.

Компании договорились, что McLaren Automotive будет использовать производственную платформу Divergent DAPS (Divergent Adaptive Production System) на основе ИИ для производства компонентов шасси для своих суперкаров следующего поколения. Это поможет снизить вес автомобиля и повысить динамические характеристики, за которые так любят McLaren приверженцы марки.



Роботы KUKA на фабрике Divergent, используемые в производственной системе DAPS. Изображение предоставлено Марком Вайсбергом.



Компания Divergent разработала комплексное производственное решение DAPS — передовую и уникальную адаптивную производственную платформу, объединяющую аппаратное и программное обеспечение для создания оптимизированных «бионических» конструкций автомобилей и даже БПЛА (подробнее читайте в нашей статье [Современные БПЛА — будущее авиационного строения](#)). DAPS позволяет управлять процессом разработки и производства, заменяя традиционные подходы прогрессивными. В компании активно используются передовые 3D-принтеры Nikon SLM Solutions и роботизированные манипуляторы KUKA для перемещения деталей и последующей склейки/сборки. Система способна быстро и плавно переключаться между производством различных моделей автомобилей. Система управления качеством Divergent разработана и специально создана для DAPS и соответствует всем международным стандартам: AS9100, ISO9001, ISO14001, IATF16949.

[Видео.](#)

Ранее компания Divergent наладила своё сотрудничество с крупными автомобильными брендами, такими как Bugatti, Aston Martin и Mercedes-AMG, помогая им создавать инновационные высокотехнологичные автомобильные компоненты, расширяющие границы традиционного автомобильного дизайна и инженерного проектирования.

Теперь пришла очередь и McLaren Automotive закрепиться в авангарде автомобильных инноваций благодаря интеграции передовых технологий Divergent для достижения беспрецедентного уровня производительности и экологичности.

В прошлом McLaren Automotive использовала различные технологии 3D-печати для оптимизации своих производственных процессов. Например, компания стала партнёром Stratasys, используя её стереолитографические 3D-принтеры Neo800. Это позволило автопроизводителю выпускать до 9 тыс. деталей в год, включая модели для испытаний в аэродинамической трубе и



Суперкар McLaren Artura.
Изображение предоставлено McLaren

полномасштабные прототипы. Кроме того, McLaren Automotive применила 3D-печать для производства титановых тормозных суппортов, лёгких зажимных приспособлений, небольших литьевых форм, которые при классических подходах потребовали бы более трудоёмких и материалоемких процессов.

Суперкары McLaren следующего поколения, включая модели Artura и 750S, будут подвержены глубокой модификации с помощью DAPS. Artura — это высокопроизводительный гибридный суперкар, сочетающий в себе инновационный дизайн и лёгкую конструкцию, что делает его идеальным вариантом для использования компонентов, напечатанных на 3D-принтере. Модель 750S, являющаяся логическим развитием модели 720S, отличается новыми материалами и улучшенной аэродинамикой, которую также, со слов инженеров компании, можно улучшить благодаря возможностям L-PBF принтеров.

Сотрудничество McLaren Automotive и Divergent — это своевременное и дальновидное партнёрство, в котором очевидна попытка создания новых отраслевых стандартов, расширяющих границы производительности и экономичности суперкаров.

Итак, в очередной раз мы с вами наблюдаем повод экспертам для спекуляций на тему целесообразности использова-

ния АТ для производства сложной автомобильной продукции. Уже ни у кого не возникает сомнений в эффективности применения АТ для авиастроения, авиационного двигателестроения, ракетостроения, медицины. Там ввиду беспрецедентной сложности компонентов и частой уникальности решений (даже для космонавтики, для которой каждый пуск — это повод для совершенствования нового компонента), 3D-печать гармонично решает вопросы производства практически любой разработанной конструкции, расширяя границы возможного для инженеров. С автомобильной промышленностью, для которой уникальность — не абсолютная цель, АП чаще служит вспомогательным инструментом, беря на себя задачи ручного прототипирования или инструментального производства. С последним работают многие автомобильные заводы. Но вот довести 3D-печать до производства конечной продукции, хоть и мелкосерийной, — это серьёзный вызов! До появления многолазерных L-PBF систем это мероприятие имело призрачные перспективы, но последние несколько лет показали живой интерес к производительным принтерам, как будто именно радикальное повышение производительности и ждал рынок. Сегодня за инновации, которые станут стандартом в будущем, платят те, кто любит уникальные решения, подчёркивающие статус владельца. Они готовы платить за это, за право стать первыми. Благодаря таким инвесторам и будет развиваться 3D-печать для массового рынка. Впору говорить о новом классе инновационных бионических суперкаров, который будет впитывать самое лучшее из мира производственных технологий. А вы хотели бы стать обладателем такого автомобиля?

Дмитрий Трубашевский

Друзья!

МЫ ИЩЕМ ТАЛАНТЫ И ФОРМИРУЕМ КРУГ СОРАТНИКОВ!

Станьте блогером-профи на INDUSTRY3D, делитесь открытиями и размышлениями, расскажите миру о своих успехах в сфере аддитивного производства, 3D-сканирования, разработки оборудования, ПО, новых материалов.

Если не знаете, *— обращайтесь к нам, мы всегда рады помочь.* с чего начать

- ! Наил более активные авторы получают от нас особое внимание и помощь в продвижении их проектов.

главный редактор: Дмитрий Трубашевский,
моб.: +7 (916) 950-21-89,
e-mail: chief_editor@industry3d.ru;