

3D-ПРОИЗВОДСТВО В ЦИФРОВОМ ОБЛАКЕ

Подготовил Павел КИРИЛЛОВ

В начале 2017 года ООО «Мессе Дюссельдорф Москва» в России организовало в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне ведущую юбилейную выставку «Интерпластика», а также отраслевую «Упаковка». В этом году их экспозиции охватили не только традиционное химическое производство пластмасс и литье изделий, но и 3D-индустрию в рамках специализированного проекта «3D fab + print Russia». Коорганизатором выставок выступила дочерняя структура ГК «Солвер» ООО «Современное оборудование», специализирующаяся на развитии 3D-технологий.

Проект «3D fab + print Russia» не ограничился только пластиками, а представил целый ряд металлических технологий и в итоге превзошел ожидания экспертов. Состоявшаяся в рамках выставки трехдневная тематическая конференция собрала практически всех активных игроков отечественного аддитивного рынка. По их оценке, в перспективе «3D fab + print Russia» может стать одним из главных специализированных 3D-форумов России и достичь популярности, сопоставимой с такими профильными выставками, как «Металлообработка» или «Экспоэлектроника».

Директор по продажам ООО «Современное оборудование» Дмитрий Трубащевский дал «Умпро» эксклюзивное интервью, в котором поделился впечатлениями о результатах 3D-выставки и конференции, рассказал об актуальных трендах в аддитивном производстве и представил свое видение цифровых фабрик будущего на основе киберфизических систем. По словам Дмитрия Трубащевского, в обозримом будущем аддитивные фабрики изменят индустриальную реальность и станут одними из флагманов развития Индустрии 4.0.

— Дмитрий, в чем уникальность и полезность «3D fab + print Russia» для российской промышленности? По каким параметрам ООО «Современное оборудование» оценивает успешность этой дебютной для России 3D-выставки и конференции?

— Этот проект зародился несколько лет назад в Германии благодаря стараниям компаний KCI Publishing и Messe Dusseldorf GmbH. Глядя на успех мероприятия на немецкой земле, в данный проект впоследствии активно включились и Китай. Мы встречались с представителями «Мессе Дюссельдорф Москва» в 2016 году и решили организовать «3D fab + print» в России. Причем основной акцент сейчас и в последующем мы решили сделать именно на локализации применений в промышленности нашей страны. Известно, что сейчас аддитивные технологии проходят непростой для себя жизненный отрезок — период взросления. Эффективность доказана, сроки, качество, надежность находятся на приемлемом для многих уровне. Но ввиду известных политических и экономических причин в России, осторожности в переходе на новые технологии, отсутствии должного инвестирования со стороны государства, квалифицированных кадров «новой волны», стандартов и нормативных документов — многие прорывные мировые технологии у нас «буксуют». Мы сами и наши коллеги «по цеху» активно убеждаем заказчиков в необходимости и экономической эффективности перехода на инновационные технологии. Сейчас в непростой экономической ситуации ждать быстрых результатов в тотальном техпереворужении на аддитивные технологии не приходится. Причина здесь не только в достаточно высокой стоимости оборудования и расходных материалов, но и в отсутствии достаточного количества успешных применений в



Дмитрий Трубащевский

нашей стране с нашими «российскими» подходами. Производители проводят вдумчивый анализ аддитивных решений, сравнивают их со всеми известными технологиями. Поэтому акцент на «3D fab + print Russia» мы сделали на промышленные применения на предприятиях РФ с демонстрацией опыта, экономики и даже некоторых аспектов «ноу-хау». И надо сказать, первый блин не вышел комом. Российский дебют международной 3D-выставки-конференции посвящался не только зарубежным и российским 3D-принтерам, но и расходным материалам к ним, а также сопутствующему оборудованию в 3D-сфере — вроде трехмерных сканеров, различных датчиков, средствам роботизации и автоматизации, программному обеспечению.

Об аддитивных технологиях в России говорят давно и много. Проводится целый ряд тематических форумов и конференций, однако они носят преимущественно узкоспециализированный характер. На сей раз в Экспоцентре, как нам показалось, была предпринята довольно успешная попытка собрать на открытой



Рост объема мирового рынка 3D-принтеров

площадке увлеченное сообщество, включающее всех, кто так или иначе связан с аддитивными технологиями. Прямо скажем, многие не верили, что этот проект окажется успешным и продолжит свое ежегодное развитие, но итоги опровергли пессимистические прогнозы. Многим казалось, что данный проект будет похож на некоторые уже угасающие мероприятия, едва балансирующие на грани рентабельности. Но мы верили в успех наших начинаний, потому как стремимся развить аддитивные технологии для промышленного сектора экономики России. Именно промышленность, на наш взгляд, является главным драйвером развития технологий 3D-печати и различных инноваций в смежных областях, способствуя появлению новых применений, материалов, рабочих профессий, а также перевороту в конструкторско-технологическом проектировании, управленческих и логистических операциях. «Интерпластика», как образцовая выставка промышленных полимерных технологий, как нам кажется, является отличной возможностью знакомства с реальными российскими примерами промышленного применения аддитивных технологий. В дальнейшем развитии «3D fab + print Russia» и проекте 2018 года также заинтересованы и наши немецкие партнеры из Messe Dusseldorf GmbH, являющиеся организаторами крупнейших выставок и 3D-форумов за рубежом. Поэтому мы сделали конференцию максимально насыщенной и продолжительной, чтобы российские представители аддитивной отрасли, потребители этой

продукции, а также потенциальные клиенты смогли познакомиться с одним из лидеров европейского рынка в этом сегменте. А уже в 2018 году планируемкратно расширить выставочные площади и привести на «3D fab + print Russia» зарубежных представителей крупнейших мировых брендов.

Первый 3D-форум можно назвать разогревающим, формирующим задел на ближайшее будущее. Саму конференцию сделали трехдневной, сверстали ее программу таким образом, чтобы слушатели, независимо от дня посещения мероприятия, получили общую и актуальную информацию о состоянии индустрии на данный момент. Более того, мы намеренно не запускали подряд доклады близких по технологиям и взглядам спикеров, чтобы не возникало ненужных споров и дискуссий между специалистами, работающими в рамках одного направления. Ведь если взглянуть объективно, то все технологии по-своему сильны, имеют право на существование и лучше всего, когда заказчики могут выбрать разное оборудование, разные технологии как по металлу, так и по пластикам или композитам, керамике. Например, одна металлическая технология может идеально подходить для ремонта оборудования, другая – для эндопротезирования, а третья может лучше подходить для промышленного изготовления ламелей в производстве оснастки для автомобильных шин. То же самое и по пластикам. Металл и пластик на пике своих возможностей не могут конкурировать друг с другом.

– В чем заключается эта разница? В каких направлениях лучше использовать металлический материал, а в каких выбор ограничится только пластиками и акрилатами?

– Несмотря на скепсис со стороны апологетов металлической печати, термопластики играют огромную роль в промышленности. Их можно использовать практически на всех этапах бизнеса современного предприятия – от концептуального моделирования до выпуска конечных изделий и производственной оснастки. Металлические материалы, – а это мелкодисперсные порошки из одного или нескольких сплавов, – идеально подходят для создания медицинской индивидуальной продукции для каждого конкретного человека (стоматология, эндопротезы, имплантаты), а также при серийном производстве изделий для авиационной, космической промышленности, автомобилестроения и для оборонно-промышленного комплекса. Однако для концептуального моделирования металлическая печать – слишком дорогое решение. Если говорить о качестве внешних поверхностей, то усилия по их доводке при использовании термопластиков и фотополимеров не оставляют металлам ни малейшего шанса в плане скорости получения результата. В начале прошлого года вышла установка Stratasys J750, позволяющая одновременно работать с 360 000 цветов и тысячами различных композиционных материалов с высотой слоя печати в 14 мкм. Установка имеет многословную головку и смешивает цвета и материалы

на лету. Stratasys J750 – это пока неподражаемый образец мультиматериальной 3D-печати с визуальным качеством изделий, максимально близким к полученным с использованием традиционных технологий производства. Здесь, конечно, технология PolyJet шагнула далеко вперед от своих конкурентов – быстро, качественно и визуально безупречно получить прототип будущего изделия может не каждая технология.

– Кто из лидеров АП-индустрии участвовал в 3D fab + print Russia? С чем они приехали на эту выставку? Что продемонстрировали российские компании?

– Перед организаторами стояла задача представить наиболее интересных игроков на рынке аддитивных технологий (быстрого прототипирования) и 3D-сканирования, а это известные мировые бренды: «Stratasys», «EOS», «Renishaw» (недавно вернулись на российский рынок и планируют открыть шоурум и позаказное производство в России. – **Прим. ред.**), «SLM Solutions», «Voxeljet», «Concept Laser», «Prodways». Успешная компания из Зеленограда Picaso-3D презентовала принтер X-PRO с новой конструкцией FFF-головки, позволяющей быстро переключать сопла экструдера. Что касается отечественных разработок в области металлической 3D-печати, то это направление наиболее привлекательно для российской промышленности, и его уже активно поддерживают различные институты развития, а также Минпромторг. Сейчас в РФ выбрана наиболее приоритетная технология – селективное лазерное плавление (в мире известная как SLM), требующая четкой синхронизации между программным обеспечением, материалами и самим оборудованием. Например, в 2016 году «Росатом» (разработчик – Государственный научный центр РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ») представил свой первый пилотный образец принтера MeltMaster3D, близкого по своим характеристикам к успешным мировым аналогам. Он может работать на российских порошках и на отечественном программном обеспечении. Серийное производство коммерческого устройства должно начаться в 2018 году силами АО «УЭХК». Традиционно Россия любила металлы, поэтому в первую очередь в нашей стране развивается создание машин SLM синтеза, а также прямого лазерного выращивания/наплавки.



ООО «Современное оборудование» активно сотрудничает с компанией Stratasys, чьи принтеры успешно применяются в производстве деталей для авиационного

– Как сегодня обстоит дело с материалами?

– Авиация, космос, автомобилестроение, медицина, образование – наиболее популярные сферы применения АТ. При этом известно, что около 89% всех принтеров сегодня работают с пластиком, только 10% оборудования печатают металлические изделия и лишь 1% используют в качестве построения такие материалы, как кевлар, углеволокно, графен или керамику. На конференции был представлен один из крупных российских производителей порошков – АО «Полема». С развитием трехмерной индустрии фактор материалов может стать определяющим. Аддитивное производство подталкивает изобретать и изготавливать новые материалы, неизвестные до сих пор композиты. В будущем возможно создание систем, которые позволят печатать изделия с грубыми внутренними структурами, но с предельно точными внешними, это значительно ускорит производство. Будут появляться композиты с различными градиентными свойствами, этого уже сейчас требуют авиация и космос. Один из резидентов технопарка Сколково – компания «Анизопринт» представила проект 3D-принтера, печатающего пластиковые изделия, армированные непрерывной углеволоконной нитью. В перспективе такого рода принтеры могут использоваться в космосе на МКС, для ремонта несущих конструкций электронной аппаратуры.

– Если говорить о точности готовых изделий, полученных аддитивным способом, насколько она соответствует современным требованиям?

– Сейчас точность изделий, полученных аддитивным способом, не может сравниться с той, что достигнута с использованием традиционного механически обрабатывающего оборудования. Однако комбинирование аддитивного производства и последующих, например, фрезерных и токарных операций, позволяет получить на выходе минимальную погрешность – в несколько микрон. В целом сейчас в 3D-индустрии в серийных коммерческих системах принято равняться на точность порядка десятков или сотен миллиметра. Все зависит от размера изделия, материала, качества 3D-принтера.

– А что экспонировало «Современное оборудование»? Насколько я знаю, у вас была самая необычная презентация, самая инновационная.

– Исторически и традиционно «Солвер» возлагал на себя образовательную миссию и внедрение новейших технологий на предприятия РФ. Мы стремимся модернизировать отечественные предприятия, реализовать масштабные многолетние проекты. Как правило, качество конечного продукта и производительность труда улучшаются пропорционально объему автоматизации производства. Таким образом, при максимальной автоматизации можно исключить потребность предприятия в рабочем персонале и вместо этого увеличить штат разработчиков. Средства автоматизации крайне важны в целом и конкретно для российских компаний. Промышленность будущего невозможна без аддитивных технологий, и



Коллектор и трубопроводы из композитных материалов, полученные с помощью оснастки, изготовленной по технологии FDM

«Современное оборудование» включилось в этот процесс. Возможно, мы уделяем несколько больше внимания очередной промышленной революции под именем Индустрия 4.0 в контексте 3D-печати, нежели другие участники рынка аддитивных технологий, что и сделало наше выступление не похожим на некоторые интересные, но при этом шаблонные доклады. Мы провели анализ существующих решений, проекты-анонсы ведущих вендоров, а также спрогнозировали требования, предъявляемые к оборудованию в рамках соответствия Индустрии 4.0. По нашему мнению, на данный момент существует пять уровней аддитивного оборудования, технологий и связанных с ними производств. Первичный уровень сводится к множеству машин, представляющих собой индивидуальные системы, проще говоря, привычные всем и доступные 3D-принтеры. Такие устройства уже есть на большинстве мало-мальски продвинутых заводов, НИИ, КБ. К примеру, в цехе механической обработки есть 3D-принтер, создающий отдельные детали. Его обслуживает оператор: заправляет материал, снимает готовое изделие, следит за процессом трехмерной печати. Это самый распространенный уровень, включающий все известные технологии и материалы для трехмерной печати. Здесь оператор – неотъемлемая часть всего технологического процесса. Следующий уровень – робототехнические комплексы, чаще всего выстроенные в конвейер. Электромеханическая рука заправит материал и снимет напеча-

танное изделие, но в этом случае также велика роль человека, к тому же приобретение подобного комплекса – дорогое удовольствие, не каждой отечественной компании оно по средствам. Роботизированные 3D-принтеры пока что редкость как для зарубежных, так и для российских производств, так же как и третий по счету – гибридный уровень АП. Помимо 3D-принтера к комплексу может быть добавлен фрезерный станок. Дополнительные фрезерные операции придают изделию точность уже в несколько микрон. Четвертый уровень – модульные системы или гибкие производственные ячейки. Сегодня ее анонсировали известные немецкие компании-локомотивы SLM-технологии: Concept Laser, SLM Solutions, EOS. Гибкое производство может быстро перестраиваться, но человек по-прежнему остается незаменимым участником производственного процесса, именно он решает, в какой последовательности должны стоять функциональные блоки, моделирует необходимый ему конвейер. В развитых странах к модульному принципу приходит все больше и больше компаний. Безусловно, четвертый уровень АП сейчас в начале пути, и при внедрении возникают определенные трудности. Но концепция будет только совершенствоваться, мы можем получить полуавтоматический завод с минимальным человеческим присутствием уже сейчас! Модульное производство – фактически последняя ступень перед созданием цифровой фабрики Индустрии 4.0. Ну а венцом творения АП может стать пятый уровень кибер-

физических систем, основанный на последних разработках в области информационных технологий, в частности, гаджетах, интеллектуальных датчиках и различных интернет-приложениях.

Кроме аддитивных технологий, ООО «Современное оборудование» занимается робототехникой и цифровой логистикой. Таким образом в концепции киберфизических АП закладываются все наши интересы и компетенции. Цифровые заводы позволят получить полностью автоматизированное и автономное производство, производственные модули, управляемые через облачные приложения. Станки, оборудование, складские, логистические системы будут взаимодействовать друг с другом на беспилотном уровне с помощью технологии Интернета вещей и интеллектуальных датчиков. Под контроль попадет не только жизненный цикл изделия, но и PLM всего предприятия. Завод будет знать наперед, какое оборудование лучше использовать для получения той или иной детали, он смоделирует все варианты развития, проведет упреждающий ремонт станков, рассчитает оптимальные объемы сырья и материалов. На выходе у каждого готового изделия появится свой цифровой двойник, консолидирующий потоки информации. Сколько изделий – столько и цифровых двойников. Двойник подскажет разработчикам, когда следует произвести новый продукт, а также улучшить его по мере эксплуатации реального физического изделия.

– Для этого нужны серьезные информационно-вычислительные ресурсы...

– К счастью, они уже есть. Компьютеры и интернет-сервисы развились до серьезного уровня, они могут быть предельно миниатюрны и функциональны. Сам датчик становится своего рода компьютером, ведь он работает на базе микро- или нанопроцессора. Индустрия 4.0. подразумевает использование не только удаленных и высокопроизводительных облачных сервисов. Интеллектуальные датчики получают контроль над любыми движущимися элементами оборудования. Они станут своего рода подсистемой для головных серверов и не будут загрязнять их лишней информацией, отправляя в облако лишь итоговый результат. Подобные пограничные, подсерверные зоны называются туманными

вычислениями. Вся рутина цеха спустится вниз. Устройства сами решают оперативные задачи, а стратегия формируется разработчиками или информационными системами высшего порядка на уровне облачных вычислений.

— **«Современное оборудование» занимается чистым инжинирингом или у вас есть и собственное производство?**

— Исключительно инжиниринг и консалтинг, так было всегда и это парадигма «Солвера». Если раньше все усилия направлялись в область традиционного металлообрабатывающего оборудования, то сегодня мы больше нацелены в область аддитивного производства. 3D-рынок развивается весьма интенсивно: годовой прирост мирового парка аддитивных машин в стоимостном выражении составляет порядка 22% (\$16 млрд в 2017 году по сравнению с \$13 млрд в 2016 году). Согласно исследованиям крупнейшего мирового аналитика в сфере ИТ и инноваций International Data Corporation (IDC), к 2020 году объем мирового рынка 3D-принтеров составит порядка \$28,9 млрд. С ростом возможностей аддитивных технологий увеличится

сфера их применения. Например, один из наших промышленных партнеров — компания Stratasys постоянно улучшает свои 3D-принтеры, а также выпускает инновационное оборудование. Недавно она выпустила линейку из трех офисных 3D-принтеров Stratasys F123 (F170, F270 и F370) для печати полимерными филаментами, основанных на технологии FDM-печати. Устройства отличаются объемами рабочей зоны, материалами, новым подходом к работе и обслуживанию, обладают удобным сенсорным экраном управления с понятным интерфейсом, за построением заготовки можно наблюдать в том числе и удаленно, с помощью карманных гаджетов. Сейчас на рынке АТ любительское, учебное оборудование преобладает над профессиональным: на 2016 год из 450 000 устройств только 8,4% создано для нужд реальной промышленности. Stratasys делает еще один шаг, чтобы стереть грань между профессиональными и полупрофессиональными/любительскими принтерами, сделать топовое оборудование доступным для широких масс, для малого и среднего бизнеса и в итоге приблизить человечество к масштабной

реализации идеи киберфизических АП и Индустрии 4.0.

— **Дмитрий, давайте попробуем спрогнозировать: когда человечество сможет получить первые цифровые заводы?**

— Идея Индустрии 4.0. возникла в Германии относительно недавно, но уже сейчас Китай — мировая фабрика всего и вся, заявляет, что первый цифровой завод откроется в 2025 году. В отличие от китайцев, европейцы не спешат и рассчитывают на 2030 год. Чтобы сделать масштабный шаг к Индустрии 4.0., всем отраслям реального сектора и особенно станкостроению нужно уже сейчас отходить от привязанности оборудования к человеку. Пока это осознали немногие. Да и с чисто технической точки зрения промышленные 3D-принтеры необходимо совершенствовать и добиваться на выходе микронной и даже нанометровой точности. Но гибридная схема производства используется уже сейчас, так что процесс запущен.

Ниша цифровых 3D-производств пока что вакантна, поэтому у России есть шанс втянуться в гонку и даже сыграть на опережение. ■

ЖУРНАЛ «УМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО»

Теперь доступен в мобильных приложениях
APPSTORE и GOOGLE PLAY.



Загрузите **БЕСПЛАТНО** на свои гаджеты приложение через **AppStore** и **Google Play** и журнал будет у вас всегда под рукой.