

at

АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



Система менеджмента качества
ООО «Эксклюзивные Решения»
(«3DSL.A.RU — Российские 3D принтеры»®)
соответствует требованиям
ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)

В лазерном оборудовании
источники только от:

IPG
IRE-POLUS



3DSL.A.RU
РОССИЙСКИЕ 3D-ПРИНТЕРЫ

Российский производитель 3D-принтеров
наладил выпуск машин для печати металлами
и готовит новые продукты для промышленности
стр. 12



Мировой рынок
аддитивных
технологий
16



Аддитивные
технологии:
диалог врачей и
производителей
24



Металлическая
3D-печать
в протезировании
26



микрообработка
маркировка
резка и раскрой
сварка
сплавление
подгонка
послойное сплавление
прямое осаждение
наплавка

Оборудование для лазерной обработки материалов

Разработано и произведено в России

- Серийное производство оборудования
- Разработка технологий
- Сервисное обслуживание
- Технологическое сопровождение

www.laserapr.ru • sales@laserapr.ru • +7 499 731 20 19

 **группа компаний**
ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

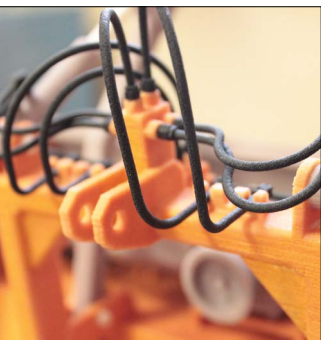


Настольные 3D-принтеры высокого разрешения

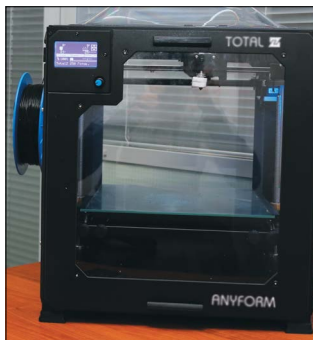
- Лучшее качество поверхности в своем классе
- Печать высокоэффективными полимерами и стандартными материалами

 **MASS PORTAL®**

ООО «Шевалье.ру»
129626, Москва, ул. 2-я Мытищинская
д. 2, стр. 1, оф. 502
(495) 967-55-62, 755-77-31, 755-58-10
www.mass-portal.ru
info@mass-portal.ru



28



36



44

СОДЕРЖАНИЕ

- 11 3D fab + print: итоги
- 12 «Ты помнишь, как все начиналось? Все было впервые и вновь!»
- 16 Мировой рынок аддитивных технологий
- 24 Аддитивные технологии: диалог врачей и производителей
- 26 Металлическая 3D-печать в протезировании
- 28 3DVision — за качество отвечаем!
- 32 Изготовление полиметаллических деталей с помощью лазерных аддитивных технологий
- 36 Надежная продукция от надежной компании
- 39 Точная, быстрая, надежная: SLM Solutions представила новую версию самой успешной машины SLM 280 2.0 на выставке formnext 2016
- 40 Технологии DMT для 3D-печати металлических изделий
- 44 Renishaw представляет QuantAM Dental
- 46 АО «ПОЛЕМА» — завод порошковой металлургии переходит на новый уровень производства порошков для 3D-печати
- 48 Распечатай себе помощника
- 50 Нелегкий путь от теории к практике

Издатель ООО «ПРОМЕДИА»

директор О. Фалина

главный редактор

М. Копытина

отдел редакции:

Т. Карпова, Т. Бердникова

З. Сацкая, С. Куликова

Е. Ерошкина

консультант:

Максимов Н.М.

nikamax@gmail.com

отдел рекламы

т/ф (499) 55-9999-8

АДРЕС: 101000, Москва

Милютинский пер., 18А, оф. 8

т/ф (499) 55-9999-8

(многоканальный)

e-mail: info@additiv-tech.ru

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникации (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ФС 77-67106 от 15.09.2016.

Тираж 5000 экз.

Распространяется бесплатно.

Перепечатка опубликованных
материалов разрешается только
при согласовании с редакцией.

Все права защищены ©

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в рекламных материалах
и оставляет за собой право
на редакторскую правку текстов.
Мнение редакции может
не совпадать с мнением авторов.



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



ФОТОНИКА

МИР
ЛАЗЕРОВ
И ОПТИКИ

**27 февраля –
2 марта 2018**

При поддержке Министерства
промышленности и торговли РФ
Под патронатом ТПП РФ



Реклама 12+



13-я международная
специализированная выставка
лазерной, оптической
и оптоэлектронной техники

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.photonics-expo.ru



ЛАЗЕРНАЯ АССОЦИАЦИЯ

 ЭКСПОЦЕНТР

Испытали турбину

Компания Siemens сообщает об успешном применении АМ для создания лопаток газовых турбин. Испытания были проведены при рабочих параметрах – 13 000 оборотов в минуту и температуре 1250°C. Лопатки были изготовлены компанией Materials Solutions (Worcester, UK) из поликристаллического никелевого суперсплава. Их конструкция имела улучшенную внутреннюю систему охлаждения сложной геометрии.

Испытания проводились на промышленной газовой турбине Siemens SGT-400 мощностью 13 МВт. При полной нагрузке каждая лопатка имела скорость свыше 1600 км/час, нагрузку в 11 тонн, температура окружающего газа была 1250°C, и охлаждалась воздухом на более чем 400°C.

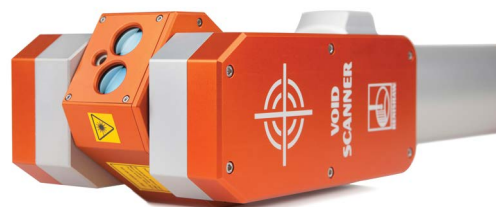


www.siemens.com

Сканирование объектов с полостями

Один из продуктов Renishaw – лазерный сканер Void Scanner позволяет сканировать объекты с полостями. Это важно для приложений, связанных с городскими инженерными системами, с горными работами, где доступ к объекту ограничен, запрещен или опасен, где требуется быстрое и точное сканирование.

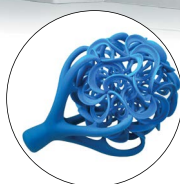
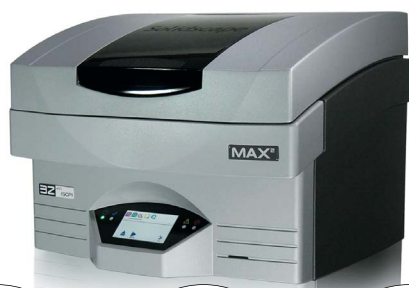
Прибор имеет скорость сканирования 200 точек в секунду, 360° по горизонтали и 270° по вертикали и за 12 минут завершает полное сканирование объекта (с шагом в 1°). Поскольку прибор имеет привязку координат сканирования к системе координат геолокации, которую используют горнопроходчики, то можно в реальном времени получить визуализацию сканируемого объекта и, в конечном счете, провести картирование подземной зоны.



www.renishaw.ru

Solidscapе
High Precision 3D Printers

**Прецизионные
3D принтеры**
Когда
требуется
Точность



125466, Москва, Ворытинская улица, 5
Тел.: +74957401109
info@nikarus.com, www.solid-parts.ru



Для критически важных деталей

Компания Sciaky (США) использует свою технологию послойного сплавления металла с помощью электронного луча (ЕВАМ) для производства серийных изделий для подводных лодок – титановых балластных цистерн. Время изготовления сократилось вдвое, как и стоимость производства. Компания International Submarine Engineering (ISE), Ltd., для которой изготавливались цистерны, планирует использовать эту технологию для изготовления и других критически важных деталей из титановых сплавов.



www.metal-am.com

Вошел в тройку победителей

В рамках конференции **Additive World** (Эйндховен, Нидерланды) прошла церемония награждения финалистов международного конкурса по аддитивным технологиям **Design for Additive Manufacturing Challenge**. Среди победителей в категории студенческих проектов — магистрант Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, сотрудник инжинирингового центра СПбПУ **Борис Соколов**.



По условиям конкурса участникам требовалось предложить улучшенные решения для уже существующей продукции, спроектированные специально под аддитивное производство.

Абсолютным чемпионом **Design for Additive Manufacturing Challenge** в студенческой категории стал **Кэссиди Силбернэйджел** из **Ноттингемского университета** (The University of Nottingham, Великобритания) с разработкой оптимизированного карбюратора. Второе и третье место разделили **Борис Соколов** (ИППТ СПбПУ Петра Великого, проект оптимизированной «бионической руки» для промышленного робота) и команда **Team Alliance Университета Аллэйанс** (Alliance University, Индия) с демо-проектом сверхзвуковой аэродинамической трубы.

Абсолютным чемпионом в номинации «Профессионалы» признана команда **Chocolate Shock Prevention** нидерландской компании **Lareka**. Благодаря использованию технологий оптимизации и аддитивных технологий удалось улучшить конструкцию запаивателя упаковки, радикально снизив число комплектующих. Это позволило точнее регулировать температуру устройства и защитить шоколадные плитки от перегрева. Также финалистами категории «Профессионалы» стали д-р **Христоф Кинер** (компания **Siemens**, Германия) с проектом монолитного радиатора и **Михал ван дер Бенг** (Нидерланды) с оптимизированной рамой для микроквадрокоптера.

Конкурс проводится уже третий год подряд. Представитель России впервые вышел в финал этих соревнований и получил приглашение на конференцию. За последние три месяца это уже второе значимое конкурсное достижение Бориса Соколова. В декабре 2016 года он стал одним из победителей технологического конкурса в рамках проекта GenerationS «Оптимизация кронштейна по массе». Борису удалось добиться снижения массы авиационного кронштейна в четыре раза (с 3,14 кг до 773 г, то есть в 4+ раза)!

<http://fea.ru>

CLIP-технология развивается

Компания Carbon расширила линейку фотополимерных машин, работающих по технологии CLIP, представив через год после первой новый принтер M2 с вдвое большей рабочей зоной. За счет непрерывного построения модели в объеме, в отличие от классического построения слой за слоем, технология CLIP позволяет увеличить скорость изготовления деталей в десятки и сотни раз. Для автоматизации постобработки и получения качественных деталей после построения на принтере компания выпустила специальное оборудование Smart Part Washer. Потребителям также предлагается два варианта программного обеспечения — Design SpeedCell для дизайнеров и Production SpeedCell для производства.



По словам президента компании Carbon г-на DeSimone, новые системы означают принципиальный сдвиг в производстве — из традиционной схемы: дизайн — прототип — оснастка — продукция убираются два этапа — прототип и оснастка. Появление технологии CLIP означает полное устранение прототипирования.

www.carbon3d.com

Фантастический суперкар

Представленный на специальном мероприятии американской компанией Divergent суперкар получил название Blade (лезвие). Это, по сути, революция в автомобильной промышленности, поскольку модель была полностью распечатана на 3D-принтере и, как заявляют представители Divergent, благодаря такому способу производство автомобилей станет намного проще и дешевле.



Новинка в своей основе содержит трубчатый пространственный каркас, изготовленный из карбоновых труб, соединенных при помощи сложных по форме сочленений из алюминия, которые сделаны на специальном лазерном принтере. В результате шасси Blade на 90% легче, чем в традиционных автомобилях, а суммарный вес автомобиля с кузовом и установленным двигателем равен всего 635 кг.

Что характерно, пространственную раму Blade очень просто собрать даже, как говорят, в гараже и это не требует особых затрат. Поэтому данную конструкцию смогут легко изготавливать компании, которые выпускают суперкары небольшими партиями.

Серии тестовых испытаний на безопасность показали высокие результаты, свидетельствующие о том, что такой каркас в случае опасности угрозы не представляет. Меньший вес суперкара позволит экономить топливо и уменьшить износ на дорогах.

www.avtocarnews.com

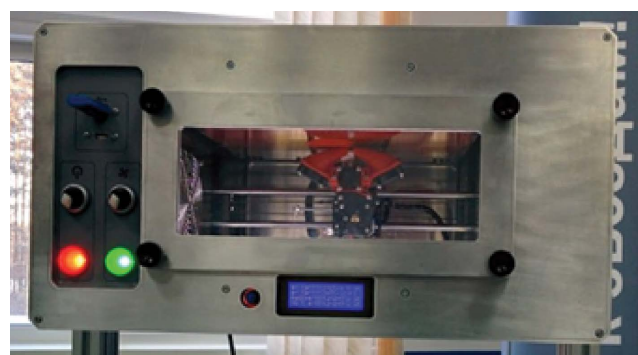
Из Томска в космос

В апреле 2016 года группа ученых в Томском политехническом университете отпраздновала важное событие — разработанный ими и отпечатанный на 3D-принтере микроспутник Tomsk-TPU-120 был доставлен на международную космическую станцию МКС транспортным кораблем Прогресс MS-02. По словам Алексея Яковлева, руководителя института высоких технологий в Томском университете, спутник Tomsk-TPU-120 — первый в мире, где полностью весь корпус изготовлен на 3D-принтере. В середине 2017 года во время выхода российского космонавта в открытый космос планируется запустить отпечатанный на 3D-принтере спутник CubeSat. Предполагается, что спутник проживет на орбите полгода, после чего войдет в плотные слои атмосферы и сгорит.

Кроме того, Координационный научно-технический совет Федерального космического агентства (Роскосмос) одобрил заявку Томского политехнического университета и Института физики прочности и материаловедения СО РАН и принял решение о проведении космического эксперимента «3D-печать». Речь идет об испытаниях в условиях невесомости 3D-принтера, разработанного томскими учеными. Пока принтер ориентирован на работу с полимерными материалами, однако в будущем возможна работа и с другими расходными материалами, что позволит российским космонавтам печатать детали, необходимые для работы с оборудованием орбитальной станции.

Действующий макет принтера уже собран и продемонстрирован специалистам РКК «Энергия», совместно с которыми будет проведен этот космический эксперимент. Летный экземпляр принтера должны доставить на МКС до конца 2018 года.

Действующий макет 3D-принтера для отправки на МКС



<http://news.tpu.ru/>

По технологии ADAM

3D-принтер Metal X от компании Markforged использует новую технологию под названием ADAM аддитивная печать на основе диффузии атомов. Процесс представляет собой послойное выращивание детали из металлического порошка, окруженного пластиковым связующим, который удаляется после печати. Отпечатанная деталь затем спекается, при этом достигается максимальная прочность. В этом отличие от предложенной компанией Filamet технологии печати нитью (FDM), которая состоит из 88% металла и 12% связующего пластика.

*Металлические
детали,
отпечатанные
на принтере
Metal X*



Metal X позволяет печатать детали сложной формы и геометрии, которые невозможно выполнить на современных металлических принтерах. Более того, принтер Metal X осуществляет контроль построения каждого слоя во время печати с помощью лазерной инспекции и облачной программы Eiger.

Стоимость металлического 3D-принтера Metal X около \$100 000, что на порядок ниже стоимости нынешних металлических принтеров от известных производителей.

www.3ders.org

Успехи в стоматологии

3D Systems сделала очередной шаг в развитии приложений AM для стоматологии за счет внедрения новой модульной платформы и новых материалов после присоединения нидерландской компании NextDent, имеющей большой опыт в этом направлении

*Модульная система Figure4
с автоматической подачей материалов*



Если традиционные CNC-машины обрабатывают одну коронку, то AM-машины от 3D Systems с технологией УФ-отверждения фотополимерного материала за то же время — не более 15 минут — изготовят 20–30 коронок. При этом компания предлагает новую модульную производственную платформу в двух вариантах — для малых лабораторий и полностью автоматизированное решение для крупных компаний с количеством изготавливаемых изделий свыше 1 млн изделий в год.

Достоинства и преимущества системы в сравнении с традиционными технологиями стоматологических лабораторий: себестоимость изделия в среднем на 30% ниже, чем при использовании технологии SLA; меньшее количество машин; больший выход изделий в расчете на одну машину; меньшая стоимость работ и меньшие начальные инвестиции; экономия материалов и времени изготовления.

www.3dsystems.com

3D-печать наночастицами

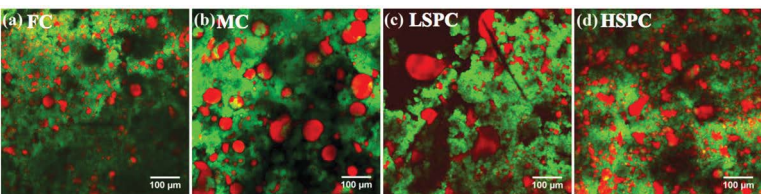
Исследователи из Вашингтонского госуниверситета разработали технологию 3D-печати объектов на молекулярном уровне на основе технологии Aerosol Jet компании Optomec. Для печати используются специальные чернила на основе этиленгликоля в виде аэрозоля. 3D-печать наночастицами имитирует природные конструкции.

www.constructiondive.com

Сыр, напечатанный на 3D-принтере



Исследователи из университетского колледжа Согк в Ирландии провели серию опытов с напечатанным на 3D-принтере сыром. Был выявлен ряд интересных фактов в сравнении с обычным сыром: сыр становится более мягким, более темным и менее липким. Размеры шариков жира зависят от скорости печати — чем она выше, тем размеры меньше. Рабочая смесь состояла из 25% — жир, 3% — углеводы, 18% — протеин, and 3% — соль. Напечатанный сыр можно есть, структура сыра не имеет большого значения.



Структура сыра под микроскопом: а) свежий, б) плавленый, в) напечатанный с низкой скоростью, д) напечатанный с высокой скоростью

<http://www.3ders.org>

Протез превосходит по функциям руку

В рамках российской недели моды Mercedes-Benz Fashion Week Russia компания «Моторика» и дизайнер Никита Реплянский впервые представили уникальные функциональные протезы рук. Такие протезы могут быть полностью индивидуальными не только по форме и цвету, но и по дополнительным функциям и аксессуарам. На правой руке Константина — импортный бионический протез. На левой — новый функциональный протез «Моторики». Клавишами, расположенными на его передней панели, осуществляется управление музыкой по беспроводной сети (работает как midi-синтезатор).

На Аймане — дизайнерский протез с крыльями, аксессуар на голову в комплекте. Данный механический кистевой протез является полностью функциональным — захват осуществляется за счет незначительного движения лучезапястного сустава. Каждый палец выдерживает до 10 кг веса. Крылья на протезе могут быть съемными, оставляя возможность для смены образа и подбора дополнительных аксессуаров. Импортный бионический протез Кости стоит около 2 млн рублей. Стоимость прототипа его протеза от «Моторики» — от 150 тысяч рублей. Стоимость протеза Айманы — около 100 000 рублей (без крыльев). Базовые модели протезов «Моторики» бесплатны по госпрограмме.

Основная программа для проектирования и дизайна, которую использует Никита — Fusion 360, позволяющий спроектировать промышленное изделие и в то же время создавать эффектную визуальную форму и фотореалистичные изображения будущего протеза. Ее разработчик — компания Autodesk предоставляет свой новый инструмент бесплатно для стартапов, таких как «Моторика». 3D-печать осуществлялась компанией «Can Touch». Индивидуальные протезы, представленные на выставке, были спроектированы и изготовлены всего за один месяц командой из нескольких человек.



Основная программа для проектирования и дизайна, которую использует Никита — Fusion 360, позволяющий спроектировать промышленное изделие и в то же время создавать эффектную визуальную форму и фотореалистичные изображения будущего протеза. Ее разработчик — компания Autodesk предоставляет свой новый инструмент бесплатно для стартапов, таких как «Моторика». 3D-печать осуществлялась компанией «Can Touch». Индивидуальные протезы, представленные на выставке, были спроектированы и изготовлены всего за один месяц командой из нескольких человек.

www.3dpulse.ru

Традиционная + АДДИТИВНАЯ

Станкостроительная корпорация Okuma разработала новую серию станков LASER EX, в которых традиционные методы обработки дополнены аддитивной технологией.



На станках достигнута максимальная концентрация нескольких процессов обработки: фрезерования, точения, шлифования, сверления, зубообработки и аддитивного производства. Лазерная технология на моделях LASER EX позволяет комбинировать на одном станке выращивание металла, термообработку и плакирование детали за один установ. Такое сочетание технологий открывает новые возможности эксплуатации оборудования и существенно повышает его эффективность. На сегодняшний день новая серия включает пять моделей

www.okuma.co.jp

Первый 3D-небоскреб

Компания Dubai and Gazza Construction Technologies объявили о планах строительства первого в мире небоскреба с помощью 3D-печати. Для реализации этого плана создается серия гигантских роботизированных 3D-принтеров. При этом все основные строительные компоненты, включая стальной каркас, будут изготовлены с помощью печати. Для работы будет использован адаптированный стандартный строительный кран, который позволяет проводить печать на высоте 80 м и выше.

<https://3dprint.com>

formnext



International exhibition and conference on the next generation of manufacturing technologies

Frankfurt, Germany, 14 – 17 November 2017
formnext.com

Apple, BASF, L'Oréal, Nike, Porsche, Rolex...*

At formnext, you can meet developers and production managers from world's most prominent industrial companies.

Show them what you can do – register as an exhibitor at formnext 2017!

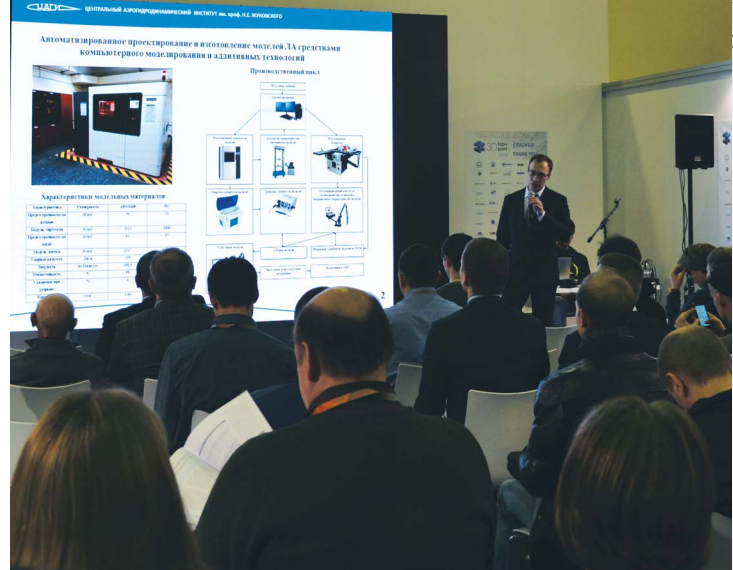
*Just a few of the companies visiting in 2016.

Where ideas take shape.

Information:
+49 711 61946-825
formnext@mesago.com
formnext.com/exhibitorkit



mesago
Messe Frankfurt Group



3D fab + print: итоги

Татьяна Бердникова

С 24 по 27 января в ЦВК «Экспоцентр» (Москва) прошла выставка «Интерпластика», организованная компанией «Мессе Дюссельдорф ГмбХ» совместно с дочерним предприятием ООО «Мессе Дюссельдорф Москва».

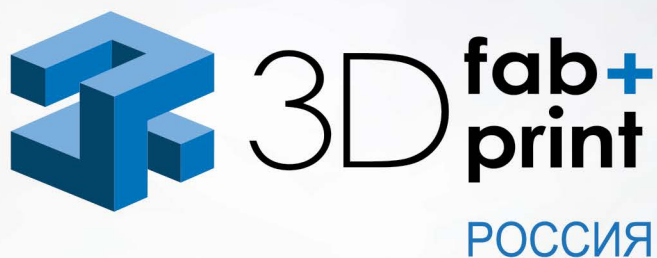
Юбилейная выставка «Интерпластика» в очередной 20-й раз продемонстрировала продолжающееся неуклонное развитие рынка полимерной индустрии, в том числе российского. В этом году в мероприятии приняли участие более 600 компаний из 30 стран: Италии, Швейцарии, Австрии, Белоруссии, Германии, Китая и др. Эксперты отмечают возросший интерес специалистов к машиностроительной экспозиции. В этом году в разделе «Машины и оборудование» свою продукцию представили 348 компаний, т.е. 60% от общего числа экспонентов.

Впервые на «Интерпластике» был организован специальный проект, посвященный аддитивным технологиям 3D-печати в промышленности 3D fab + print Russia. В рамках проекта при под-

держке компании «Современное оборудование» состоялась конференция «Современные технологии трехмерной печати в России и мире: возможности и практический опыт для высокоэффективного производства будущего».

По мнению экспертов, конференция продемонстрировала огромный интерес к современным технологиям трехмерной печати. За три дня работы конференции ее посетили более 400 слушателей, выступили 30 спикеров. В деловой программе приняли участие компании: «Полема», 3D Vision, SLM Solutions, Renishaw и др. В тематических секциях: «Аддитивные технологии сегодня и завтра», «Практический опыт и коммерческое применение систем аддитивного производства в РФ и мире», «Материалы для трехмерной печати», «Системы сканирования для оцифровки и контроля геометрии. Программное обеспечение для подготовки данных к печати» было рассмотрено оборудование, технологические решения, расходные материалы для 3D-печати.

Практически после каждого доклада следовали многочисленные вопросы к спикерам и оживленные дискуссии. Конференция по современным технологиям дала возможность российским и зарубежным производителям поделиться своим практическим опытом, обсудить существующие проблемы. Особый интерес аудитории вызвало именно практическое применение инновационных технологий 3D-печати в производстве. Присутствующие отмечали, что до сих пор в стране не было открытой площадки для обмена опытом, освещения применения аддитивных технологий в различных отраслях промышленности. Успешное проведение конференции дает основание экспертам делать выводы о значительном потенциале подобного мероприятия. По словам директора по продажам компании «Современное оборудование» Д. Трубашевского, в 2018 году конференция станет более представительной по количеству участников и экспозиции. ■



Проект аддитивных технологий
и 3D-печати в промышленности

23 - 26 января 2018

www.3dfabprint.ru

в рамках выставки «интерпластика»



Ваше
трехмерное
пространство
в России

Место проведения:



Партнер:

Организатор:



000 «Мессе Дюссельдорф Москва»
119021 Россия, Москва
ул. Тимура Фрунзе, д. 3, стр. 1
Тел.: +7 495 955 91 99 _ факс: +7 499 246 92 77
www.messe-duesseldorf.ru



«Ты помнишь, как все начиналось?» Все было впервые и вновь!»

А. Макаревич

Денис Власов, технический директор и главный конструктор ООО «Эксклюзивные Решения»

Маленькая история нашей небольшой компании началась не с бизнес-плана или оформившегося стартапа, а с моего хобби и с маленькой оплошности. Представляю, — меня зовут Денис Власов и я руковожу всеми разработками нашей компании, известной в РФ и СНГ под торговой маркой «3DSL.A.RU — Российские 3D-принтеры». Сейчас мы выпускаем крайне сложные технические изделия (SLM 3D-принтеры для печати металлами, фотополимерные SLA 3D-принтеры), разрабатываем и выпускаем фотополимеры УФ-отверждения, регистрируем патенты и готовим еще более сложные машины, а 7–8 лет назад я занимался совершенно иным бизнесом и смотрел на первые 3D-принтеры со скепсисом: низкое качество печати первых FDM-принтеров абсолютно мне не нравилось. Изучая альтернативы, я обратил внимание на фотополимерные промышленные лазерные принтеры, где по поверхности полимера бегал лучик лазера, превращая жидкую полимерную субстанцию в твердую модель. В то время у меня был уже большой опыт в разработке различных лазерных систем на гальво-сканаторах, которые применялись для гравировки и промышленной маркировки. Мысль сделать что-то подобное овладела мной, и я начал разработку своей первой SLA-машины. Достаточно быстро я сделал аппарат, формирующий на площа-

ди 350×350 мм срезы достойного качества, за месяц с небольшим (по найденным в сети источникам) я закупил компоненты и изготовил свой первый фотополимер (как сейчас помню эти бережно хранимые 250 г фотоотверждающейся жидкости, компоненты которой обошлись мне в сумму больше 500 евро), но все уперлось в досадную ошибку — я сделал рабочую ванну объемом 9 л, на заполнение которой у меня просто не было фотополимера. Подсчеты показали, что минимальный объем необходимого полимера обойдется мне в 2200–2500 евро, что показалось для «игрушки» уже перебором, тем более, что в прототипе уже месяц простаивал сканатор ценой больше 5000 евро. Было принято тяжелое решение, разобрать прототип, а компоненты отправить на изготовление

очередного лазерного гравера. Так и было сделано: вопрос строительства 3D-игрушки был закрыт на несколько лет. Кто знает, может быть зря я тогда прекратил эту разработку?

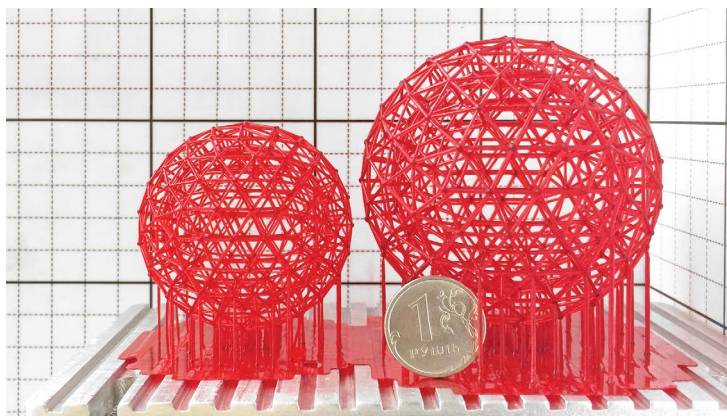
Прошло 3–4 года, и на дворе у нас начало 2014 года. Все это время я наблюдал со стороны на развитие FDM-технологии и все никак не мог понять причины, по которым только единицы разработчиков в России проводят эксперименты с SLA-машинами, а остальные массово собирают сотни вариаций прутковых принтеров. Я решил, что надо немного подтолкнуть разработчиков к SLA и 9 февраля 2014 года зарегистрировал группу в Контакте с простым названием 3DSL.A (vk.com/3dsla), отсюда и сформировалось название торговой марки. Интерес к проекту меня



RussianDLP



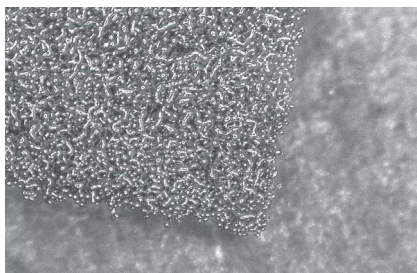
StarLight3D



поразил: после первого поста я получил 10 подписчиков в течение нескольких минут, через несколько дней — уже сотня. В эти дни я выкладывал некоторую техническую информацию и рецепты полимеров, чтобы люди могли начать свои разработки. Но интерес к тематике заставил меня задуматься над перспективами этого направления и очень скоро я понял, что производство фотополимерных машин может стать хорошим бизнесом. И правда, события начали развиваться с неимоверной динамикой:

- март 2014: первый 3D-принтер RussianDLP что-то напечатал;
- конец апреля 2014: первые 2 заказа на изготовление машин первого поколения;

Один слой (пленка) металла
толщиной 30 мкм



- май-июнь 2014: несколько машин RussianDLP и первая продажа принтера StarLight3D (прямо с выставки, где мы его первый раз показали);
- август 2014: первый семинар для дилеров и удаленных сервис-мастеров;
- сентябрь 2014: все инвестиции в производство окупились, а прибыль показывает стабильный рост;
- октябрь 2014: запуск собственного производства и лаборатории по выпуску фотополимеров для 3D-печати;
- октябрь 2014: начало работы над 3D-принтером для печати металлами (SLM);
- ноябрь 2014: дилерская сеть с сертифицированными и обученными у нас специалистами составляет уже 16 компаний по России;
- март 2015: новые версии RussianDLP в новых корпусах и с новыми проекторами;
- 2015 год: новые фотополимеры нашей разработки серии со смешным названием «Ой, всё!»;

- сентябрь 2015: начаты работы и эксперименты над MEMS-технологией развертки лазерного луча одним зеркалом;
- осень 2015: первые хорошие результаты по разработке восковых и керамических фотополимеров под синтеризацию;
- апрель 2016: начата работа над софтверно-железной платформой, которая должна стать сердцем наших машин промышленного класса SLA и SLM;
- середина 2016: в России в сетях торгующих электроникой невозможно купить топовый новый проектор от Vivitek, т.к. абсолютно все ввозимые в РФ проекторы с конца 2015 года выкупаем мы для установки в наши 3D-принтеры;
- весна-лето 2016: разработан свой UV DLP LED проектор. Работаем над подготовкой к его серийному выпуску;
- май 2016: на конференции Top3DEXPO показан первый прототип машины по печати металлами — RussianSLM;

Новые лазерные продукты для аддитивного и металлообрабатывающего производства от «3DSL.A.RU – Российские 3D принтеры»



- лето 2016: релиз фотополимера «Зеленый Воск»;

- июнь 2016: начата работа над собственным «комбайном» для подготовки печатных столов — программой Triangulatica;

- осень-зима 2016: подписан ряд соглашений с химическими предприятиями и институтами РФ о совместных работах в рамках разработки новых фотополимерных материалов; произведена первая инсталляция нашего SLM 3D-принтера; начата разработка промышленного SLA-принтера с большой рабочей зоной печати; получен патент на MEMS-зеркала;

- конец 2016: в нас поверил IPG (ведущий мировой производитель волоконных лазеров) и предоставил уникальные условия для развития наших продуктов. В нашей компании принято решение вернуться к тому, с чего все началось и начать выпуск продуктов для лазерной металлообработки (резка, сварка и очистка);

- начало 2017: готовится к релизу лазерная резка металлов и система промышленной лазерной очистки металлов; сертифицирована система менеджмента качества по ISO 9001:2015; начата разработка систем лазерной сварки и лазерной микросварки.

Большой ли мы прошли путь за 3 с небольшим года? Думаю, что большой даже для крупной компании с хорошим финансированием. Причина простая: у нас потрясающая команда. Мои коллеги очень серьезно подняли уровень наших разработок. Ис-

ключительность разрабатываемых машин заставила нас уделить много сил и времени работе над электроникой наших промышленных решений — мы разрабатываем платы на ARM и ПЛИС, пишем весь софт сами, сами разрабатываем и производим химию. Таким образом, мы формируем нашу замкнутую экосистему, где минимизируется зависимость нашего производства от сторонних компонентов и поставщиков.

В сфере аддитивных технологий мы сейчас сконцентрировались на выпуске промышленных 3D-принтеров для печати металлами, больших промышленных SLA 3D-принтеров и недорогих расходных материалах для промышленных 3D SLA-принтеров. В сфере лазерной металлообработки уже в апреле этого года планируем показать аппарат для лазерной очистки металлов (лазерной абляции металлов) и в ближайшее время мы пока-

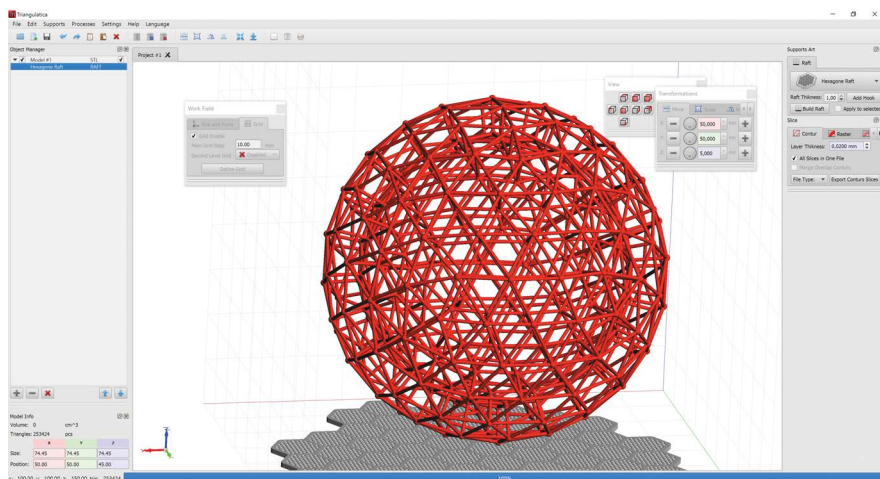
Лазерная абляция (лазерная очистка) металлов



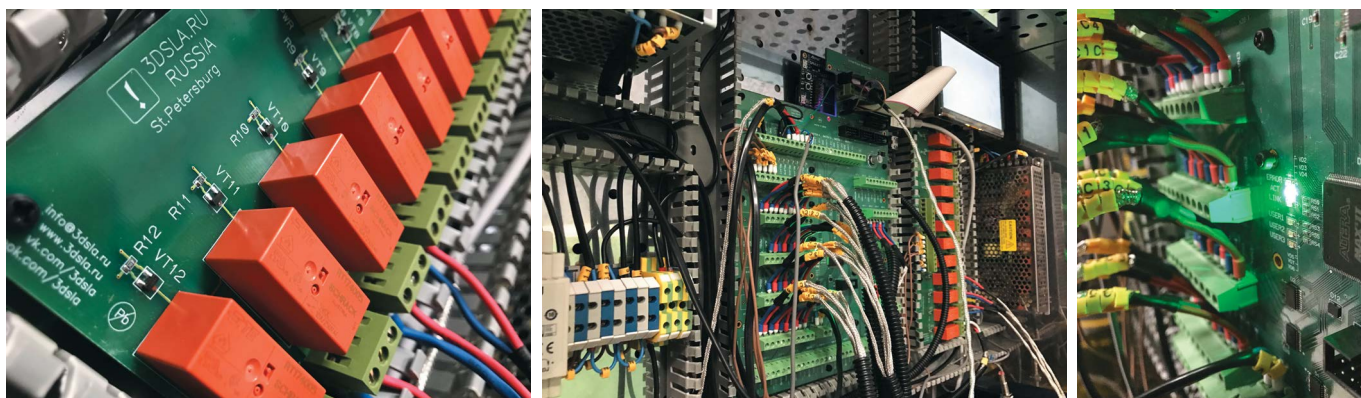
жем свой станок для лазерного раскроя листового металла. Я, как главный конструктор, с интересом обсужу актуальные потребности в этих аппаратах у реальных людей. Ждите от нас в 2017 году много интересных релизов в сфере аддитивных технологий и металлообработки.

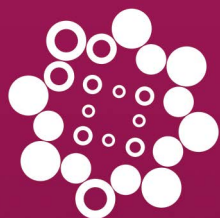
3DSLARU — Российские 3D принтеры
ООО «Эксклюзивные Решения»
www.3dsia.ru, info@3dsia.ru
офис: +7812 929 8765, +7812 373 3311
моб: +7911 262 6217

Программный пакет Triangulatica



Настройка и сборка электронной части 3D-принтеров по печати металлами серии RussianSLM





INNOPROM

10—13 Июля 2017

ГЛАВНАЯ ЭКСПОРТНАЯ ПЛОЩАДКА РОССИИ
г. Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»

ТЕМА:

УМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ГЛОБАЛЬНЫЙ ПОДХОД

СТРАНА-ПАРТНЕР: **ЯПОНИЯ**

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕКИ В 2017 ГОДУ:

- Metalloobrabotka
- Avtomatizatsiya promyshlennosti.
Robototekhnika
- Promyshlennyy internet
- Tekhnologii dlya energetiki.
Energoeffektivnost
- Mashinostroeniye i proizvodstvo
komponentov

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
СВЕРДЛОВСКОЙ
ОБЛАСТИ

FORMIKA

ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ
ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ:

8 800 700 82 31
www.innoprom.com

#ИННОПРОМ2017

Мировой рынок аддитивных технологий

Н.М. Максимов, ООО «Ника-Рус»



В статье сделана попытка анализа рынка аддитивных технологий (АМ) с точки зрения характерных особенностей, присущих АМ на сегодняшнем этапе, тенденций развития, и, что особенно важно, возможностей для применения в промышленном производстве.

ТРЕНДЫ В РАЗВИИ АМ

До 2016 года аддитивные технологии достаточно медленно находили применение в промышленности. Прошлый год стал переломным, в связи с чем можно отметить пять основных трендов в развитии АМ для промышленности [1].

1. Повышение степени индустриализации

Основной признак индустриализации — смещение акцента от создания прототипа к производству изделия. Если раньше на заводе можно было иметь 1–3 АМ-машины, то теперь компании устанавливают от 10 до 100 машин.

Еще одна тенденция развития — автоматизация (роботизация) производственных процессов: взаимодействие между оборудованием, переключение функций между отдельными зо-

нами производственной линии. Все это приводит к исключению человеческого фактора и устранению человека из опасных зон, тем самым делая производственный процесс более повторяемым и эффективным. Как пример, можно рассмотреть компанию Michelin, которая печатает около миллиона форм для шин в год. Она не печатает сами шины, а только оснастку, которая помогает выпуску конечного продукта. И это еще одна особенность тренда этого года — печатать что-то, что помогает делать готовое изделие.

Консолидация в отрасли — это тоже признак признания АМ в промышленности, и недавние шаги General Electric (GE) подтверждают эту мысль.

2. Мультиматериалы, специализированные материалы и керамика

Несмотря на огромный интерес к металлическим принтерам в 2016 году, компании продолжают развивать свои технологии для получения большей гибкости в использовании материалов.

К примеру, компания XJet предлагает технологию инжектирования мельчайших металлических частиц в жидкость вместо лазерного спекания металлических порошков, что позволяет получать более тонкую структуру металла при печати, использовать смеси порошков разных металлов, тем самым получая новые свойства металлических изделий (рис. 1). Это совершенно другой подход, как к металлической печати, так и к проектированию, поскольку процесс инжектирования наночастиц дает возможность печатать более сложные внутренние структуры и поддержки.

В то время как XJet занимается металлами, компания Inkbit работает с полимерами. Ее система инжекционной печати использует проводящие чернила с высоким разрешением, хорошими свойствами материалов и полноцветной печатью. Данная технология открывает дорогу не только функциональным деталям из полимеров, но и высокотехнологичным и эксплуатационным полимерам. Особенно успешным может быть

Рис. 1. Детали из керамики (технология XJet)



их применение в автомобилестроении.

Теперь появляется возможность компаниям, использующим АМ, особенно таким крупным, как GM и BMW, заказывать материалы с нужными свойствами, и компании-производители материалов берутся за разработку таких материалов. Материалы из керамики также становятся все более популярными в АМ для изготовления литьевых форм и отдельных деталей машин.

3. Использование АМ для производства оснастки

Следует понимать, что означает в промышленности адаптация технологии. Это не изготовление полностью всего изделия с помощью такой технологии, это может быть один элемент в изделии или изготовление изделия с помощью оснастки, полученной при помощи технологии. Определяется уровень адаптации жизненным циклом изделия. Так, для автомобилестроения жизненный цикл может составлять 3 года, для авиастроения — 10 лет, для станкостроения — до 20 лет. Поэтому если в машине, вышедшей с завода в ближайшие 3 года, будут 2–3 детали, изготовленные с помощью АМ, то можно говорить об использовании АМ. Тогда для следующего поколения машин через 10 лет доля применяемых изделий, изготовленных по технологии АМ, будет составлять уже порядка 30%, поскольку АМ-технология будет признана автопроизводителями и будет понятно, как ее можно использовать максимально эффективно.

4. АМ для производства небольших, сложных и дорогостоящих изделий

Наиболее широко АМ применяется сегодня в медицине, особенно в стоматологии для производства зубных протезов,

шаблонов и т.д. На сегодняшний день напечатано более 15 млн вставок для слуховых аппаратов. Развитие наблюдается и в автомобилестроении, и в авиастроении. С увеличением количества АМ-машин и доступных материалов стоимость изготовления изделий по технологии АМ будет падать.

5. К успеху через программные продукты

Для успешного продвижения АМ в производство важно, чтобы все составляющие технологии (оборудование, материалы, программные продукты) были согласованы. Существующее программное обеспечение используется в основном для субтрактивных технологий и не дает возможности конструкторам и инженерам оптимизировать АМ-процессы. Вместе с тем на рынок выходят новые программные продукты типа Netfabb от Autodesk; Magics, Mimics и другие от Materialise, адресованные пользователям АМ и предназначенные для оптимизации, моделирования и подготовки процесса построения для различных сочетаний оборудования и материалов.

Новые программы требуют также и нового формата файлов для передачи информации, необходимой для АМ. Таким форматом предлагается сделать файлы типа 3MF, которые являются более продвинутой версией STL формата, и включают в себя не только представление модели в виде точек и треугольников, но и материалы для построения, структуру поддержек, свойства машины, а также добавление таких опций, которые пока еще отсутствуют в современных машинах. Для разработки такого формата создан консорциум компаний в составе Autodesk, 3D Systems, GE, Materialise, Microsoft и многих других.

По мнению S. Nigro (President HP 3D Printing Business), чтобы стать лидером в АМ, нужно следовать мегатрендам: облачные технологии; единый стандарт файлов в АМ 3mf; для запуска продукта в производство создавать образцы, которые выглядят как реальные изделия.

ВАЖНАЯ ТЕНДЕНЦИЯ — РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Компания 3D Hubs была создана в 2013 году как крупнейший в мире интегратор услуг в области 3D-печати, а также как платформа для обмена информацией между пользователями и экспертами в АМ. Количество партнеров по оказанию услуг 3D-печати на середину 2016 года составляло более 30 000 в 156 странах, они были готовы обслужить более 1 млрд клиентов. Блестящая идея концепции 3D Hubs выражена словами одного из основателей компании Bram de Zwart: «Зачем вам устанавливать тысячу машин в одном месте, когда вы можете использовать одну машину в тысяче мест?» У вас есть 3D-дизайн изделия, которое вы хотите изготовить. Вы заходите на платформу 3D Hubs, находите ближайший к вам сервис, подходящий под ваши требования, загружаете файл через приложение Teleport API (www.3dhubs.com/teleport) и получаете готовое изделие.

Всемирный экономический форум 2016 года отметил распределенное производство как самую важную современную технологическую тенденцию. Она будет оказывать огромное влияние на рабочие места, геополитику и климат. Сюда же можно отнести и распределенный сервис типа 3D Hubs, а также услуги Airbnb — крупнейшего мирового отеля, и Uber — услуги такси.

На примере производства обуви в компании Nike с использованием АМ и концепции распределенного производства можно наглядно представить недалекое будущее [2]. Сегодня большинство фабрик Nike работает в азиатских странах (Китай, Индонезия). И это имеет смысл, поскольку зарплата там значительно ниже, чем в Европе. Nike размещает заказы на фабриках, изготовленная продукция доставляется ритейлерам по всему миру, те реализуют ее через свои сети, а остатки продукции выбрасываются. В этой схеме значительную часть стоимости продукции составляют транспортные расходы и непомерные отходы. Теперь рассмотрим, как эта модель изменится, если любая модель может быть экономно отпечатана, скажем, за 20 минут. Тогда не понадобится изготавливать ни одной пары обуви, пока не будет сделан заказ. Как только заказ сделан, дизайн будет отправлен на ближайший к заказчику принтер, обувь будет изготовлена и доставлена заказчику в тот же день. Отсутствуют отходы, транспортные расходы, зарплата работникам гигантских фабрик в Азии. Небольшие фабрики будут концентрироваться вблизи центров потребления. А компании типа Nike будут заниматься дизайном, маркетингом, сертификацией 3D-технологий, чтобы гарантировать качество и надежность. Появляется возможность кастомизации изделий, то есть изготовление изделий в соответствии с запросами покупателя. Естественно, фабрики в Азии уйдут в прошлое, появятся новые места для квалифицированных рабочих на небольших предприятиях, обслуживающих большие компании типа Nike.

СОЗДАНИЕ АЛЬЯНСОВ

Новая тенденция в АМ — создание альянсов между произво-

дителями оборудования для АМ и ведущими компаниями в различных отраслях производства [3]. Такое объединение интересов позволяет наиболее оптимальным образом для производителя создавать оборудование, а для потребителя — с минимальным риском и затратами адаптировать это оборудование для производства готовых изделий. Например, стратегическое партнерство компаний FIT AG (Германия) и Caterpillar, Inc (USA) направлено на конструирование и изготовление отдельных деталей и узлов из сплавов алюминия и титана для тяжелого машиностроения. Или, например, американская компания с 30-летним опытом работы среди крупных промышленных предприятий США GoEngineer (USA) и является хорошим проводником новых технологий в области АМ, где компания Concept Laser (Германия) достигла выдающихся результатов, получив несколько главных наград в области инноваций (the Bavarian Innovation Award 2016, Materialica Design + Technology Award 2016, Focus “Growth Champions 2017” Award и the iF Design Award 2017). Одним из результатов такого сотрудничества явилось создание шасси для гоночного автомобиля, детали

которого были изготовлены на машине M2 из алюминиевого сплава.

Будущая версия Audi TT Rodster будет содержать детали, изготовленные по технологии АМ (рис. 2). На первом этапе кооперации компаний Audi и EOS предполагается использование металлических 3D-принтеров для создания специальных инструментов и приспособлений для производства. Еще одна важная задача — это создание литейных вставок для пресс-форм с охлаждающими каналами сложной формы и не могут быть созданы традиционными технологиями. Внедрение нового способа позволит экономить 20% времени, не считая экономии косвенных затрат (электроэнергии, зарплат и т.д.). Одновременно в компании Audi в городе Ingolstadt (Германия) создается центр компетенций АМ, в котором будут отрабатываться материалы и технологии, которые потом пойдут в серийное производство. Там же будет находиться центр обучения специалистов.

СТАТИСТИКА, ПРОГНОЗЫ И ЗАДАЧИ

В докладе «Годовые прогнозы компании Gartner о будущем

Рис. 2. Будущая версия Audi TT Rodster АМ



3D-печати» приводятся сведения по 2016 году и оценки к 2020 году [4]. Рынок АМ в 2016 году составил \$13.2 млрд; прогноз на 2020 год — \$28.9 млрд, ежегодный рост — 22.3%.

Предполагается, что:

— 10% промышленных операций будут выполнять роботизированные АМ-комплексы;

— 30% медицинских имплантатов и устройств для установки в теле человека будут изготавливаться по АМ-технологии и чаще всего прямо на месте применения;

— АМ-технологии снизят время на изготовление изделий на 25%;

— 75% производственных операций в мире будут использовать АМ-технологии, а также оснастку, инструменты и приспособления, изготовленные с помощью АМ для производства готовых изделий.

Широкое внедрение АМ-технологий в реальное производство не означает, что старое оборудование требуется выбросить и заменить новым из АМ-технологий. Необходимо разумное сочетание традиционных практик и возможностей АМ-технологий.

На конференции в Сан-Диего (Inside 3D Printing San Diego) Терри Волерс, президент компании Wohlers Associates, Inc., и признанный гур в области АМ, также отметил тенденцию активного роста рынка АМ [5].

Производство настольных 3D-принтеров в 2015 году составило 278,385 единиц, что на 70% больше предыдущего года; промышленных 3D-принтеров — 12 558 единиц, и 80% доля в общей выручке. Количество производителей 3D-принтеров в 2015 году — 62 компании (в 2011 году — 31). Абсолютный рекордсмен по росту продаж — сегмент металлических 3D-принтеров. Количество производителей металлических порошков — 32, для сравнения

количество производителей полимерных материалов — 23.

Основными вопросами, которые нужно решать в АМ (применительно к металлическим принтерам), Терри Волерс назвал:

- охлаждение;
- удаление порошка и его очистка;
- снятие температурных напряжений;
- удаление деталей с рабочей платы;
- HIP (горячее изостатическое прессование) для снижения пористости, уменьшения количества микротрещин;
- удаление поддерживающих структур;
- термообработка для повышения прочности, твердости;
- обработка поверхности (ЧПУ, дробеструйная обработка и т. п.);
- контроль качества.

Согласно статистике IDC Worldwide Semiannual 3D Printing Spending Guide в 2016 году максимальный доход от применения АМ-технологий пришелся на автомобилестроение — \$3,9 млрд и на авиакосмос/оборону — \$2,4 млрд (рис. 3) [6].

Прогнозируемые доходы от использования АМ в медицине составят к 2020 году более \$3,1 млрд, в основном за счет инвестиций в США и Западной Европе. При этом одна треть приходится на стоматологию, а остальная часть до-

ходов — примерно в равных долях на изготовление протезов и приборов для медицины, на создание новых продуктов и печать прототипов. С учетом создания новых 3D-принтеров и материалов для них, снижения цен на услуги печати, появится много новых приложений АМ в медицине. Поэтому медицина рассматривается как одно из наиболее быстрорастущих приложений для АМ, обладающее высоким потенциалом роста.

Две трети общего объема мировых доходов в АМ-индустрии будет приходиться на продажу 3D-принтеров и материалов для них. Также ожидается, что выручка от продажи программ САД и 3D-дизайна вырастет в три раза к 2020 году.

Распределение доходов от АМ в мире в период 2015–2020 годов: США — 25%; Западная Европа, Азия (Тихоокеанский регион), Япония — более 50%. Оставшаяся доля приходится на страны Ближнего Востока и Африки (МЕА), Центральной и Восточной Европы (СЕЕ).

Производство печатной одежды и обуви в ближайшие 10 лет станет обычным делом. Так предсказывает эксперт Google Ray Kurzweil [7], что связано с растущим количеством материалов для печати, а также с появлением несложных в использовании САД-приложений для дизайна одежды. Трудно не поверить ему, по-

Рис. 3. Применение АМ-технологий в 2016 году (источник IDC Worldwide Semiannual 3D Printing Spending Guide)



Рис. 4. Первое творение дизайнера Майкла Шмидта — уникальное платье, полностью сделанное с помощью веб-сервиса Shapeways и украшенное кристаллами Сваровски (фото: <https://static.independent.co.uk>)



сколько ранее он предсказал рост смартфонов, облачных технологий и самоуправляемых автомобилей. Дизайнер Iris van Herpen создал серию отпечатанных на 3D-принтере платьев. Авторитетные дизайнеры моды, такие как Майкл Шмидт, Фрэнсис Битонти, Айман Ахтар представляют впечатляющие напечатанные платья на различных модных шоу (рис. 4), а обувные гиганты New Balance, Adidas, и Under Armour активно осваивают 3D-печать обуви (рис. 5). Как только будут созданы мягкие и гибкие материалы, 3D-печать позволит создавать практически любую одежду и обувь. И это произойдет в ближайшие 10 лет.

РЕЙТИНГ ПРИНТЕРОВ

В регулярном докладе компании 3D Hubs дается оценка состояния рынка АМ с разбивкой и рейтингом по регионам, типам 3D-принтеров [8]. Первые две позиции среди настольных принтеров занимают Original Prusa i3 MK2 (рис. 6) и BCN3D Sigma (технология FDM), третью — принтер Formlabs' Form 2 (технология SLA), четвертую —

Рис. 5. Adidas предлагает обувь, напечатанную на 3D-принтере, за \$333

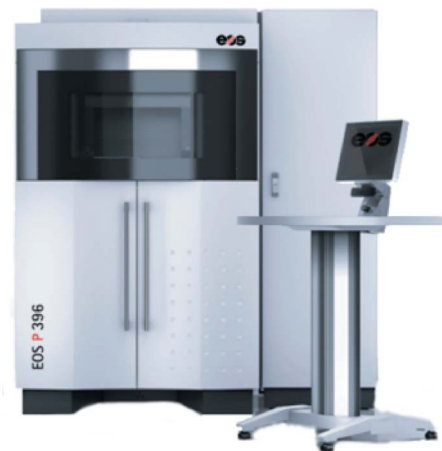


PowerSpec 3D Pro (технология FDM), пятую — Ord Bot Hadron компании RepRap (технология FDM). Среди промышленных первые два места занимают принтеры 3D Systems — Vanguard SLS (технология SLS) и ProJet 3500 HDMax (технология Material Jetting). Компания Stratasys входит в пятерку лидеров рейтинга с линейкой принтеров Objet Polyjet и принтеров технологии FDM серии Dimension. Компания EOS поднялась на пятое место с принтером EOSINT P 760 и EOS P 396 (технология SLS, рис. 7).

Рис. 6. Принтер Original Prusa i3 MK2 компании Prusa Research



Рис. 7. Принтер EOS P 396



Новое подразделение компании GE Additive объявило о сотрудничестве с финансовым подразделением GE Capital, которое будет обеспечивать продажу и финансирование клиентов GE, приобретающих металлические 3D-принтеры. GE уже инвестировала \$1,5 млрд в передовые технологии, включая AM, а также в создание и развитие мировой сети AM-центров. При этом GE предлагает полную линейку металлических принтеров, материалов и инженерных решений для своих клиентов, работающих во многих отраслях, включая аэрокосмическую, медицинскую, автомобильную и производство предметов роскоши. Для реализации этих амбициозных планов GE 8.12.2016 приобрела за \$599 млн 75 % доли в компании Concept Laser — одного из основных производителей 3D-машин, работающих по технологии лазерного спекания металлических порошков. Почти одновременно 14.11.2016 GE приобрела контрольный пакет компании Arcam (Швеция) — разработчика и производителя 3D-принтеров на основе сплавления металлических порошков электронным пучком. Arcam также производит металлические порошки для AM-технологий. При этом GE подтвердила, что будет продавать и поддержи-

вать свои системы даже своим конкурентам. Поэтому около 95 % оборудования в ближайшие 5 лет будет продано не структурным подразделениям GE.

Инвестиции в AM HP — до \$500 млн, Carbon — \$220 млн. Другие известные бренды также включились в разработку AM-технологий: Lenovo, Polaroid, Toshiba, Mattel, Canon, и Ricoh. Airbus планирует ежемесячно печатать до 30 тонн деталей в месяц к концу 2018 года.

СОБЫТИЯ

Наиболее яркие события в AM в 2016 году, по мнению компании Autodesk [9].

1. Строительство домов для беженцев в Ираке с помощью строительных 3D-принтеров. Реализует этот проект архитектор из Католического университета Американской школы архитектуры и планирования в Вашингтоне Patricia Andrasik.

2. Изготовление обуви по индивидуальному заказу. Alan Guyan — директор и дизайнер компании Under Armour вдохновился идеей изготовления спортивной обуви на примере мощных корней дерева, создавая тем самым структуру, которая удерживает огромный вес самого дерева и ветровые нагрузки. Задачей дизайнеров было создать структуру подошвы обуви, которая бы

обеспечивала гибкость и устойчивость и при этом обувь оставалась легкой и пригодной для любых видов тренировок. Решение было найдено, когда два типа ячеистых структур были «вложены» одна в другую. Использование технологии моделирования «generative design» Dreamcatcher (рис. 8) дает дизайнеру возможность создавать огромное количество вариантов конструкций обуви.

Многие думают, что CAD означает computer-aided design — компьютерное конструирование. Сейчас это понимается как компьютерное документирование (computer-aided documentation). Компьютер не создает ваш дизайн. Дизайн находится в вашей голове, а компьютер только документирует его. В технологии generative design вы ставите задачу компьютеру, что вы хотите достичь с учетом ограничений, после чего компьютер исследует область возможных решений для поиска и создания идей, которые вы никогда бы не придумали. При этом компьютер из тысяч вариантов выбирает несколько, исходя из стоимости изготовления, материалов и доступных технологий.

3. Медицинские имплантаты из титана. Многие медицинские центры успешно практикуют создание на металлических 3D-принтерах индивидуальных имплантатов пациентам, которым необходимо заменить разрушенные в результате болезни или травмы суставы, отдельные костные элементы. Используются для этих целей сплавы на основе титана, кобальта, хрома, стали. AM-технологии позволяют создавать сложные объемные формы с пористой структурой поверхности, которая улучшает процесс остеоинтеграции (рис. 9).

По мнению основателя компании Novax DMA доктора Daniel Fiz, после освоения аддитивного

Рис. 8. Технология generative design

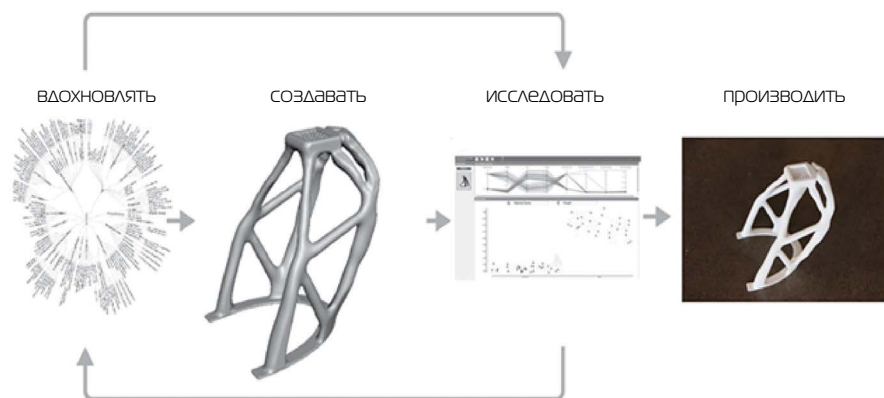
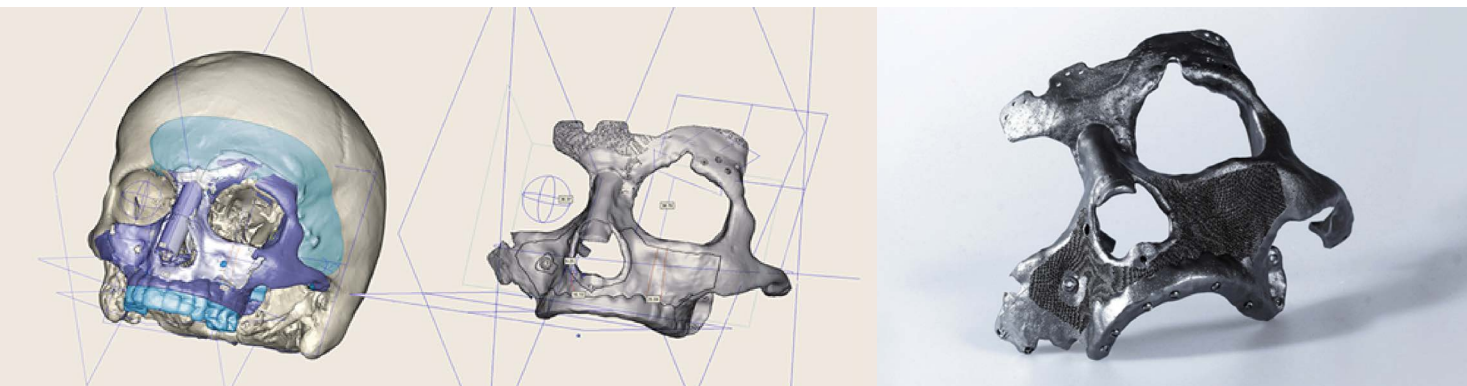


Рис. 9. Челюстно-лицевой имплантат Novax DMA (Бразилия), CEIT Biomedical Engineering (Словакия)



производства, биомедицинской инженерии и медицинских имплантатов следующим шагом будет внедрение концепции 4D. Это позволит использовать минимально инвазивный подход к имплантированию, а в долгосрочной перспективе имплантаты будут иметь возможность изменять свою геометрию в зависимости от механических требований организма.

4. Использование бионического дизайна и 3D-печати в Airbus позволяет снизить вес изделий в среднем на 45%. Сотрудничество с архитектурной компанией The Living, использование трех различных АМ-технологий при изготовлении деталей само-

лета приводит к значительной экономии топлива, меньшему загрязнению углеродом и предотвращает возможность в будущем полностью изготавливать самолет на основе АМ-технологий

5. Новое в питании. Будущее напечатанных с помощью АМ-технологий продуктов питания не просто преходящее увлечение для Anjan Contractor и Jordan French из компании Beehex, Inc., для Jason Mosbrucker и Luis Rodriguez из 3Digital Cooks, для специалистов Sonia Holland и Kjeld van Bommel. Для этих новаторов речь идет о концепции создания новых продуктов питания с меньшими затратами времени и рабочего пространства, с сокра-

щением отходов, появлением новых диетических продуктов и т.п. Можно вообразить, утверждает Mosbrucker, как в недалеком будущем вы даете задание своему холодильнику, тот пообщается с плитой, которая в свою очередь связывается с 3D-принтером для печати продуктов. В результате к вашему пробуждению или возвращению с работы оптимизированная по составу еда будет готова.

6. Восстановление красоты. Итальянская компания Cesare Ragazzi Laboratories предложила с помощью 3D-печати изготавливать индивидуальные протезы волос для людей, страдающих от их выпадения (рис. 10). Вся процедура состоит из 39 этапов — создание цифровой модели головы, печать копии черепа, изготовление «дышащей» мембраны и шитье из натуральных волос, после чего клиент получает шиньон, который он чувствует как свои собственные волосы. «Клиенты счастливы, — говорит стилист Danielle Grillo. — Они становятся тем, кем хотели бы быть».

7. Умная фармацевтика. Мартин Уоллес, директор компании GlaxoSmithKline, говорит о будущем медицины и роли АМ-технологий в исследованиях и разработках. Отпечатанные на 3D-принтерах образцы тканей уменьшают необходимость тести-

Рис. 10. Печать индивидуальных протезов волос



рования на животных, а отпечатанные сложные по форме таблетки позволяют доставлять нужное количество препарата в нужное время.

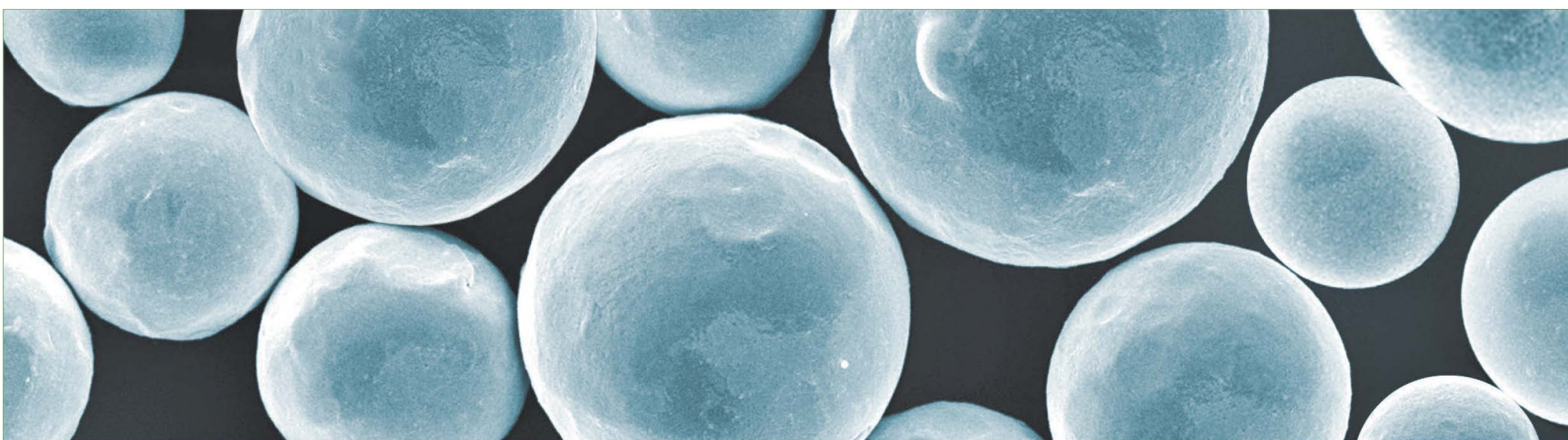
8. Копии органов. Доктор Maki Sugimoto создал метод моделирования биоструктур с помощью 3D-печати. При этом копии органов анатомически аналогичны реальным органам, имеют близкую структуру, массу и другие физические свойства. Хирурги могут с помощью таких моделей планировать оптимальные решения для малоинвазивных операций. И, конечно, не за горами изготовление с помощью AM-технологий готовых органов и тканей для пересадки пациентам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пожалуй, одним из важных итогов прошлого года является принятие большинством специалистов и экспертов в области AM понимания, что технологии реально могут применяться в промышленном производстве, что разговоры о скорой смерти традиционных технологий металлообработки и очередного технологического передела или промышленной революции, прекратились. Вместо этого идет постоянная кропотливая работа по использованию реальных преимуществ AM в производстве. Где-то прогресс будет огромным, как в стоматологии или в производстве обуви, в других приложениях не столь заметным. ■

Литература:

1. <https://redshift.autodesk.com/industrial-additive-manufacturing-trends/>.
2. <http://www.newsweek.com/2016/04/15/3d-hubs-3-d-printers-manufacturing-china-443350.html>.
3. <http://www.3ders.org//3d-print-technology.html>.
4. Годовые прогнозы компании Gartner о будущем 3D-печати (www.gartner.com/Published: 15 November 2016 ID: G00316164 Авторы: Pete Basiliere | Jim Burton | Dale Kutnick | Vi Shaffer | Michael Shanler).
5. <https://3dprint.com/158895/terrywohlers-keynote-i3dp/by Sarah Anderson Goehrke | Dec 15, 2016>.
6. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42211417>.
7. <http://www.kurzweilai.net>.
8. <https://www.3dhubs.com>.
9. <https://redshift.autodesk.com/>.



Technology Metals | Advanced Ceramics

AMPERSINT® Распыленные металлические порошки и сплавы

H.C. Starck предлагает широкий спектр высоколегированных газораспыленных металлических порошков, а также индивидуальные решения для всех процессов аддитивного производства.

- > Широкий спектр продукции
- > Идентичная морфология
- > Постоянное качество
- > Оптимизация для всех процессов аддитивного производства
- > Равномерное распределение частиц по размеру
- > Гибкие объемы производства

Обращайтесь к нам, чтобы узнать больше об уникальных возможностях индивидуального создания порошков как для исследований и разработок, так и для серийного производства.



АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: диалог врачей и производителей

Эндопротез тазобедренного сустава

Татьяна Бердникова

В Санкт-Петербурге состоялась первая встреча, на которой на одной площадке встретились врачи, производители и инженеры. Научно-практическая конференция с международным участием «Возможности прототипирования и аддитивных технологий в травматологии и ортопедии. Осмысление первых результатов» прошла в Российском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (РНИИТО).

В прошлом году в Нижнем Новгороде была проведена первая конференция по 3D-печати и было решено создать Ассоциацию специалистов 3D-печати в медицине. На данный момент ассоциация зарегистрирована в Минюсте и к началу работы конференции в Санкт-Петербурге заработал ее сайт. Цель нового объединения — создать открытую своего рода трибуну для всех участников процесса внедрения аддитивных технологий (АТ). В настоящее время ассоциация объединяет около 70 членов — это физические и юридические лица: врачи; медицинские клиники; компании — производители и поставщики оборудования для 3D-печати.

Аддитивные технологии — от простого к сложному

Аддитивные технологии стремительно ворвались практические во все отрасли. Разумеется, возможности новых технологий в медицине огромные, но не следует чрезмерно идеализировать ноу-хау, отмечали докладчики. Мы — в начале пути. Первыми в медицинской отрасли за рубежом и в России аддитивные технологии освоили стоматологи, затем их начали применять в своей работе травматологи и ортопеды. Довольно востребованы АТ в ортопедии, ведь зачастую индивидуальные особенности стопы требуют индивидуальных решений. Сегодня успешно используются ортопедические стельки, ортезы, эндопротезы верхних и нижних конечностей. Нашли свое применение АТ и в нейрохирургии. Отдельное направление АТ — биопечать и тканевая инженерия, с развитием которых ученые связывают определенные ожидания. Как подчеркивалось на конференции, в нашей стране испытания в этом направлении проводятся пока на подопытных мышах.

На конференции особо подчеркивалась важность предоперационного планирования, прототипирования в травматологии и ортопедии — такие возможности дают применение аддитивных технологий. Их преимущества в медицине неоспоримы — можно построить трехмерный объект и решить таким образом вопросы визуализации до хирургического вмешательства.

Прототипирование (прототип или макет) — это создание опытного образца. Прототипирование на основе данных томографии, МРТ, иногда УЗИ с помощью специальных программ позволяет создавать компьютерные 3D-модели и физические объекты — индивидуальные макеты костей и суставов, фиксаторов и т.д. Такой алгоритм действия врачей уже отработан на практике и есть клинические примеры, когда хирурги перед операцией выполнили прототипирование, создали модель и затем выполнили хирургическое вмешательство. Важно, что на операцию можно взять с собой стерилизованную модель. Прототипирование дает возможность проведения менее инвазивных операций. Это особенно актуально, когда речь идет о сложных случаях, к примеру многооскольчатых повреждениях костей. Большое значение играет составление определенного плана операционного вмешательства. В настоящее время используется прототипирование и в создании медицинских инструментов.

Государственная поддержка

Минздрав РФ учел появление и развитие новых технологий и 4 протокола были реализованы в направлении прототипирования и имплантатов. В прошлом году в России началось практическое клиническое прототипирование и имплантация. Было проведено несколько сот операций с применением напечатанных на 3D-принтерах изделий.

В 2016 году Минздрав РФ выделил целевые средства на закупку 3D-биопринтеров. Однако российские врачи отказались от приобретения зарубежной продукции. Что это — проявление патриотизма? Безусловно. Но главное и первостепенное — глубокий анализ рынка инновационных технологий, проведенный российскими специалистами, которые сочли европейскую продукцию недоработанной, «сырой».

Об этом говорил в своем выступлении председатель Ассоциации специалистов по 3D-печати в медицине, директор ФГБУ «ПФМИЦ» Н. Н. Карякин: «Мы имеем дело с сырыми технологиями на уровне фундаментальных исследований, а не прикладных. Поэтому считаем приобретение такого оборудования преждевременным».

Юридические нюансы

Вызывают беспокойство юридические аспекты применения аддитивных технологий в медицине. Правовое обеспечение — один из важнейших вопросов. К примеру, на сегодняшний день применяются индивидуальные изделия 3D-печати, которые не требуют регистрационного удостоверения, что вызывает тревогу специалистов.

Так, ст. 38 ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», № 323-ФЗ законодательно признает, что: «Медицинские изделия, которые изготовлены по индивидуальным заказам пациентов, к которым предъявляются специальные требования по назначению медицинских работников и которые предназначены исключительно для личного использования конкретным пациентом, а также медицинские изделия, предназначенные для использования на территории международного медицинского кластера, государственной регистрации не подлежат. На указанные медицинские изделия не распространяются положения части 3 настоящей статьи, предусматривающие разработку производителем (изготовителем) медицинского изделия технической и (или) эксплуатационной документации».

Это означает, что государство не контролирует механизмы производства изделий. На конференции подчеркивалось, что избыточный контроль может сдерживать развитие, но его отсутствие, особенно в медицине, может иметь серьезные последствия. К примеру, если при изготовлении титанового имплантата в изделие попадут какие-либо примеси, неминуемо отторжение имплантата уже в первые недели после операции. Кто будет отвечать в этом случае — врач или производитель? Вопрос пока остается открытым.

К тому же новые технологии не учтены системой ОМС и операции оплачиваются самим пациентами либо из доходов медицинских учреждений.

Возможно, с решением ряда вопросов на законодательном уровне АТ в нашей стране получат более широкое распространение.

Производители

На российском рынке появились и производители имплантатов. На конференции некоторые из них поделились своим опытом работы и продемонстрировали

свою продукцию. Были показаны и примеры практического успешного взаимодействия хирурга и инженера компании в предоперационном планировании. Проектирование индивидуального хирургического шаблона выглядит следующим образом: врач передает данные КТ или МРТ пациента инженеру-конструктору производителя, определяет область и задачи моделирования. Врач планирует операцию по виртуальной 3D-модели, которую создал конструктор, и далее объясняет ему хирургическую задачу, сообщает параметры имплантата. Затем проверяется и согласовывается техническая документация на индивидуальный хирургический шаблон.

Компания «**3D Медицинские системы**» занимается созданием индивидуальных имплантатов для реконструктивной хирургии, эндопротезирования и остеосинтеза. На выставке, проведенной в рамках конференции, компания показала свои разработки в ортопедии, челюстно-лицевой хирургии, краниопластики, напечатанные 3D фантомные модели и др. Фирма активно работает с хирургами по совместному планированию операций. Имеет свою производственную площадку, высококвалифицированный штат инженеров с опытом разработок в области аддитивных технологий.

Компания «**Северо-Западный Центр Трансфера Технологий**» представила инфраструктурный проект по регистрации эндопротезов, произведенных путем аддитивных технологий. Инвестиционный менеджер компании О. Воблая поделилась планами компании по запуску скрининговых исследований материалов, используемых для аддитивных технологий в медицине, как о первом шаге к получению регистрационного удостоверения.

Альянс хирургов и производства

С появлением аддитивных технологий у врачей появилась реальная возможность визуализации хирургического вмешательства, построения предоперационного плана. Работу, а точнее сотрудничество инженеров и врачей, необходимо продолжать. Так, подытожил работу конференции директор ФГБУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена» Р. М. Тихилов. Улучшение сегментации изображения окажет неоценимую консультативную помощь врачам, позволит лучше видеть и делать меньше ошибок. Условия должен задавать хирург, какая должна быть шероховатость, плотность и т.д., а производитель, соответственно, дорабатывать модели с учетом пожеланий врача. Необходимо проведение специальных исследований по практическому применению новых технологий. Такие работы необходимо проводить в рамках ассоциации и федеральных центров. Содружество инженеров и врачей очень важно. ■

Металлическая 3D-печать в протезировании

Татьяна Румянцева,
сооснователь инженерно-производственной компании cap-touch.ru

Металлическая 3D-печать — оптимальный выбор в тех случаях, когда главными качествами изделия должны быть прочность, устойчивость и надежность, а если у изделия сложная геометрия, альтернативных способов производства просто не существует. В связи с этим металлическая печать активно используется по всему миру в биоинженерии, авиации, космонавтике, архитектуре, протезировании и так далее. Для 3D-печати можно применять совершенно разные материалы, от мягкого пластика до титана, каждый — в зависимости от предназначения детали или изделия.

В производстве нашей компании доступны следующие материалы для металлической 3D-печати:

- DirectMetal 20: металлический порошок на основе бронзы;
- CobaltChrome MP1: сверхпрочный сплав кобальт-хром-молибден;
- StainlessSteel GP1: нержавеющая сталь;
- Ti6Al4V ELI: биосовместимый титан;
- StainlessSteel 316L: нержавеющая сталь;
- AlSi10Mg: алюминиевый сплав;
- StainlessSteel PH1: нержавеющая сталь;
- MaragingSteel MS1: мартенситно-старееющая сталь.

В 3D-печати используются и другие металлы:

- платина;

- золото;
- серебро;
- металл с гальванопокрытием;
- латунь;
- бронза.

В последнее время 3D-сканирование и металлическая 3D-печать очень активно применяются в протезировании. Причин такой популярности несколько: удобство, простота и экономия. 3D-сканирование вместо изготовления слепка позволяет прежде всего избежать психологического и физического дискомфорта у пациента, особенно если ампутация произошла недавно. Быстрое сканирование, автоматически преобразующее результат в готовую 3D-модель, не вызывает у человека тревоги и негативных эмоций. Помимо этого, сканирование существенно экономит время изготовления протеза (не нужно ждать, когда застынет слепок), нет риска потерять или сломать слепок.

Процесс металлической 3D-печати, а именно прямого лазерного спекания металлов — DMLS (Direct Metal Laser Sintering) позволяет спекать вместе мельчайшие частицы металлического порошка. Эта техника идеально подходит для серийного производства, а функциональные части могут быть впоследствии обработаны так же, как и литые детали.

Использование DMLS-технологии в сфере протезирования позволяет делать бюджетные протезы даже с очень сложным дизай-

ном, конструировать детали, которые раньше, в эпоху механических технологий, трудно было даже представить!

Что касается материалов, подходящих для производства с помощью аддитивных технологий, стоит отметить марганцевую сталь, или, как её еще называют, мартенситно-старееющую. Благодаря своей долговечности и прочности использование марганцевой стали влечет за собой уменьшение количества расходных материалов, а также затрат на работу и время производства. А вот машинное производство изделий из подобного сплава весьма затратно из-за быстрого износа оборудования.

Аддитивные технологии также устраняют привычные ограничения и сдерживающие факторы ручного проектирования. Возможность создавать любое количество функциональных 3D-дизайнов для каждой отдельной части будущего продукта открывает воистину безграничные возможности. Ведь чтобы обеспечить максимальную подвижность изделия, качественный протез должен включать в себя множество мелких деталей, имеющих сложную геометрию.

Прямое лазерное спекание металлов позволяет печатать сборные изделия по частям, устраняя линии сплавления и швы, которые часто являются слабыми местами и увеличивают затраты на производство. Бионические формы и непрерывное взаимодействие

частей протеза, приближенное с максимальной точностью к движениям в человеческом теле, улучшают управление протезом и делают его использование практически естественным процессом.

Мы использовали металлическую 3D-печать для производства активного тягового протеза кисти. Изначально при печати протеза использовался полиамид, однако при последующей эксплуатации протеза обнаружили его слабые места: те части протеза, где крепятся пальцы, испытывали слишком большие нагрузки. В связи с этим было решено усовершенствовать протез и заменить детали, наиболее подверженные износу. Для этого мы решили прибегнуть к металлической 3D-печати.

По технологии прямого лазерного спекания металлов (DLMS) были созданы детали для частей протеза, подвергающихся максимальным нагрузкам — соединения искусственной кисти с пальцами. Для данного изделия мы применяли StainlessSteel 316L (нержавеющую сталь), так как ее главное достоинство — это высокая устойчивость к коррозии, которая необходима протезу кисти. Детали не должны заржаветь, если на них пролить воду или кратковременно использовать под водой. На вес протеза замена материала не повлияла, так как он в принципе довольно легкий, а изменения в несколько граммов не ощущаются человеческим телом.

Оценка результата проведена опытным путем — ведь устанавливались эти протезы самым активным «пользователям», то есть детям. После нескольких установок протеза пришла уверенность, что «нововведение» прижилось, оно оправдано. Помимо этого после тестирования в лабораторных условиях стало ясно, что теперь протез практически невозможно сломать.

3D-печать прочно обосновалась в сфере протезирования

в связи со своей экономичностью, высокой точностью и быстротой производства. Однако это еще не все причины ее перспективности! Во-первых, протез можно изготовить не только целиком из стали, но и из абсолютно разных материалов, которые будут отвечать нуждам пациента. Во-вторых, металлическая 3D-печать позволяет делать в деталях микропрорези и решетчатые структуры за счет чего может быть существенно снижен вес изделия, а функциональность будет сохранена. В-третьих, гильза протеза, выполненная вручную, часто причиняет пациенту дискомфорт — она может натирать, впиваться, она не дышит. Эта проблема одна из самых серьезных, но и для нее скоро найдется решение.

Сейчас во всем мире кроме разработок в сфере экзопротезирования, то есть изготовления съемных внешних протезов, ведутся также активные исследования на стыке протезирования и хирургического вмешательства — в эндопротезировании. Уже несколько лет исследуется возможность имплантации гильзы протеза конечности в кость пациента. Имплантат будет проходить через кожу и вводиться непосредственно в кость, таким образом гильза

будет единственной статичной деталью, постоянно соединенной с телом, тогда как остальной протез можно будет отсоединить при необходимости.

Такое «встраивание» предполагает более естественное соединение конечности-протеза с телом пациента, позволяя лучше контролировать движения, а также избавляя от дискомфорта и боли, которые приносит обычный протез, натирающий кожу и мягкие ткани.

Также использование «встроенного» протеза предполагает большую сенсорную отдачу при взаимодействии с окружающими предметами. Однако в ближайшее время вживление протеза в тело будет осуществляться только в специфических случаях, по специальным медицинским предписаниям.

Подводя итог, скажем, что распространение металлической 3D-печати в протезировании — абсолютно закономерная тенденция, ведь именно металл имеет такие необходимые для протеза свойства, как прочность и надежность, а аддитивные технологии позволяют избежать привычных минусов металлических деталей, таких как тяжесть, недостаточная подвижность, большие затраты на производство и так далее. ■



3D Vision — за качество отвечаем!

Татьяна Бердникова

Компания 3D Vision хорошо известна не только клиентам, желающим заказать напечатанную на 3D-принтере фигурку, фирма работает со многими юридическими компаниями, а еще выполняет государственные заказы.

Какие услуги предлагает своим клиентам компания и какими обладает возможностями, мы беседуем с соучредителем, генеральным директором 3D Vision Ильей Виноградовым.

— Илья, когда вы создавали компанию, вы могли предвидеть, что достигнете такого успеха?

— Откровенно говоря, в успех верил всегда. Скорее, не ожидал, что аддитивные технологии за несколько лет сделают такой рывок в нашей стране. Мы создали свою компанию с другом — со-

учредителем фирмы, в 2012 году, имея на двоих стартовый капитал 300 тыс. рублей. Это тот случай, когда все удачно сложилось, как говорят, оказались в нужном месте в нужное время. Увидели объявление о продаже 3D-принтера в нерабочем состоянии. Решили съездить, посмотреть. Продавец приобретал принтер под архитектурный проект, когда машину запустили через какое-то время после сдачи проекта, она выдала ошибку и с тех пор принтер просто стоял в офисе, занимая место. Мы протестировали принтер и решили, что проблема несерьезная и сможем сами с этим справиться. И тут увидели в офисе продавца еще и 3D-сканер, который, как выяснилось, ему тоже был не нужен. В общем, нам повезло, мы купили и принтер, и сканер за 300 тысяч. Поменяли в принтере трубки, все почистили.

И он заработал.

Навыки моделирования и опыт работы у нас уже были, на первом этапе достаточно было иметь принтер и сканер. С 2012 по 2016 годы занимались только оказанием услуг по печати.

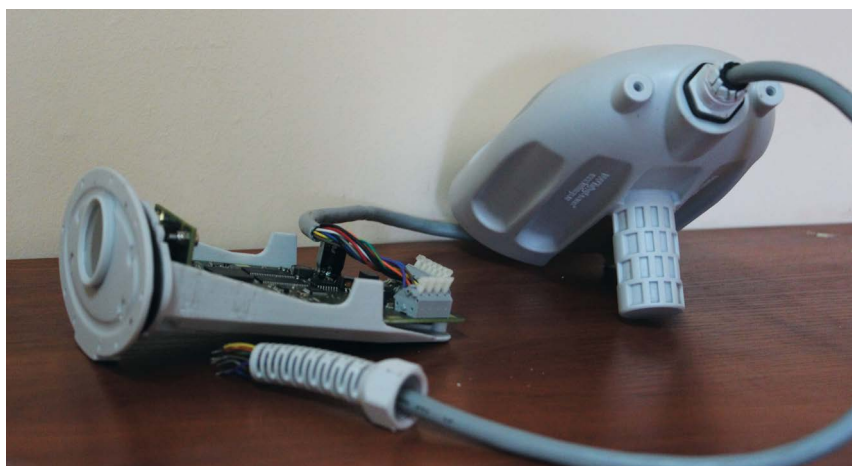
Приобрели оборудование для литья в силиконовые формы, стали заниматься макетированием. Сейчас у нас есть отдельный отдел макетирования.

— Какие услуги сегодня предлагает компания?

— Мы работаем в нескольких направлениях.

3D-печать и быстрое прототипирование. Прототипирование 3D-моделей на сегодняшний день — одно из самых востребованных направлений. В работе используем современное оборудование, передовые инновационные технологии.

Высокая детализация даже самых мелких элементов за счет минимальной толщины слоя печати — 16 мкм



Еще один пример импортозамещения видеодетектор транспорта — анализирует трафик в режиме реального времени для того, чтобы реализовать оптимальную стратегию управления дорожным движением



3DVISION

Центр Объемной Печати

Центр объемных технологий 3D Vision

3D Vision — ведущая компания по производству качественных прототипов, серийного и мелкосерийного изготовления. Собственное оборудование для изготовления заказов в самое короткое время. Продажа 3D-принтеров и расходных материалов с доставкой по России

3D-моделирование. Компания может выполнить любой заказ: 3D-модель персонажа, 3D-модель предметов интерьера, 3D-визуализацию помещения, 3D-визуализацию зданий. Но основное направление — это промышленный дизайн. Мы обеспечиваем полный цикл разработки, начиная от эскиза и заканчивая проработанной математической моделью.

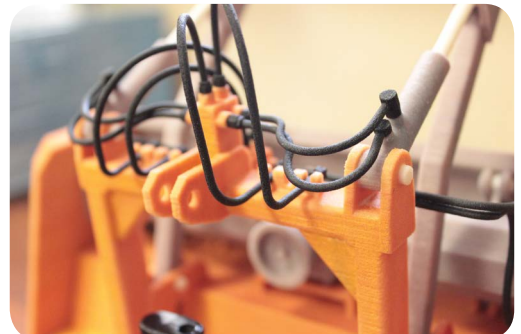
Пример работы по 3D-моделированию. Показан один из множества поисковых эскизов, по которому мы уже производили доработки и моделирование математической модели



3D-сканирование. Технология используется на сегодняшний день практически во всех отраслях: в промышленности, в медицине, в машиностроении.

Литье пластмасс. Клиентам, которые не нуждаются в больших тиражах пластмассовых изделий, мы предлагаем мелкосерийное литье пластмасс до 500–1000 штук методом литья в силиконовые формы. Физико-механические свойства, цвет и фактуру поверхности можно выбрать фактически любую. Для больших объемов мы используем стандартные методы производства.

СКИДКА 10% ПО ПРОМОКОДУ АПРЕЛЬ17



Услуги — mail@3dvision.su
Поставки оборудования
и расходных материалов —
info@3dvision.su

Телефоны — +7 (812) 385-72-92, +7 (812) 385-72-92
+7 (495) 662-98-58, 8 (800) 333-07-58

Сайт — <https://3dvision.su>

Инстаграмм — <https://www.instagram.com/3dvision.su/>

Группа ВК — <https://vk.com/3dvisionsu>

*Примеры совмещения стандартных методов производства и 3D-печати в макетировании.
Комплексный подход обеспечивает более высокое качество
(детализацию мелких элементов), снижение сроков и стоимости изготовления*



Макетирование. Все создаваемые нами макеты сочетают в себе лучшие традиции макетирования и новейшие технологии 3D-печати на принтере. Поэтому изготовление макетов происходит за минимально короткое время.

— Илья, есть ли у вашей компании то, чего нет у других, какой-то эксклюзив?

— По сути, все наши работы — эксклюзив. От конкурентов нас выгодно отличает то, что 3D Vision — компания полного цикла, т.е. мы можем взять заказ от клиента на любом этапе.

К примеру, к нам обращается клиент и объясняет, какой хочет сделать прибор, какую электронику он хочет использовать для изделия. Наш дизайнер рисует эскизы изделия, т.е. как оно будет выглядеть в конечном счете. Затем мы передаем эскизы клиенту, дорисовываем эскиз согласно его пожеланиям. После согласования рисуем упрощенную математическую модель и после очередного согласования делаем по упрощенной математической модели дешевый прототип. Это необходимо

для того, чтобы заказчик подержал продукт в руках, оценил, все ли ему нравится. Особенно это важно для людей, которым достаточно сложно представить, как работают новые технологии. И только после этого, доработав модель с пожеланиями клиента, если они есть, печатаем финальный прототип из ABS-пластика, полиамида, либо фотополимера, исходя из бюджета заказчика. К сожалению, на рынок выходит много сырых изделий. Небольшой тираж клиент может обкатать, посмотреть в работе, получить отзывы. После этого можно перейти к литью большой партии. Мы всегда рекомендуем до финальной партии сделать небольшой тестовый тираж. Это экономично и позволяет доработать изделие, довести его до совершенства. Предлагаем не только быстрое прототипирование изделий, но и небольшое серийное производство пластиковых деталей, так называемое опытное литье, которое за сравнительно небольшую цену позволит изготовить максимально приближенный к промышленному, по внешнему виду и свойствам материала, образец.

Фирма предлагает прекрасное соотношение — отменное качество и низкие цены, большой выбор материалов и технологий изготовления, индивидуальное отношение к каждому клиенту. Также у нас есть технологии цветной 3D-печати, сканирования людей для создания собственной уменьшенной копии, изготовления объемных фотографий и др.

Мы — одна из немногих компаний, которая может изготовить изделие от штучного до многомиллионной партии. Это возможно литье в пресс-формы или печать, или мелкосерийное производство, т.е. по факту мы предоставляем клиенту полный цикл от начала и до конца, важно, что при этом несем ответственность за все этапы процесса, начиная от обработки и заканчивая выпуском готового изделия. Заказчик может непосредственно посмотреть процесс изготовления модели.

— Сколько времени в среднем занимает полный цикл?

— В зависимости от заказа. На этап проектирования в среднем уходит от 2 недель до месяца.

ца. Бывают случаи, когда можно управиться и за неделю.

На прототип уходит неделя, от 3 недель до месяца — на изготовление опытной партии 20–50 штук, на пресс-форму — 2–3 месяца. На литье тиража — по-разному.

— А есть ли у вас сервисные услуги?

— Да, мы оказываем бесплатную техническую поддержку на всех уровнях работы с клиентом. Получить помощь можно практически круглосуточно либо по телефону, либо по электронной почте.

— С какими отраслями вы работаете в настоящее время?

— Практически 80% наших клиентов — это компании, так или иначе связанные с приборостроением. Можно сказать, что мы присутствуем во всех отраслях, где есть приборы и приборостроение и теоретически может быть использована 3D-печать. Это и судостроение, и автомобилестро-

ение, и медицина. Не так давно мы изготовили корпус аппарата искусственной вентиляции легких, он используется в реанимобилиях; инсулиновую помпу и др. Сотрудничаем с образовательной сферой, приглашаем в гости студентов к нам на производство. Есть много интересных проектов по импортозамещению. К чемпионату мира по футболу у нас большой проект — изготовление камер наружного наблюдения, которые будут способствовать регулированию дорожного движения. Раньше использовались иностранные камеры.

— Можно ли сказать, то вы — открытая для сотрудничества компания?

— Да, разумеется. Мы открыты не только для наших клиентов, которые могут посетить наше производство, мы открыты для наших коллег, работающих на этом рынке. Компании могут нам передать заказ на любом этапе.

Мы обладаем собственным уникальным оборудованием и принтерами для 3D-печати.

— Какие ближайшие планы?

— В 2016 году мы поняли, что задачи, которые изначально ставили, уже выполнены и надо делать что-то еще. Купили новое оборудование, освоили новые технологии.

В настоящее время договорились с производителями, будем продавать их оборудование на российском рынке, т.е. станем дилерами персонального и профессионального оборудования. Открываем для этих целей интернет-магазин, делаем его сайт.

Что касается сферы наших услуг, то эту стадию мы полностью отработали. Планируем заняться изготовлением элайнеров, скорее всего ближе к лету, оборудование для производства у нас есть. Необходимо провести обучение. Я не сторонник того, чтобы запускать сразу неотработанные проекты. Оборудование, которое мы будем продавать как дилеры, тестируем, обкатываем и только после этого даем информацию о его продаже. Компания отвечает за качество своих услуг и за свою работу. ■

Российская разработка эндоскопа



Корпус для проведения искусственной, вспомогательной вентиляции легких, ингаляции и сердечно-легочной реанимации



Изготовление полиметаллических деталей с помощью лазерных аддитивных технологий

*Евгений Раевский
начальник лазерно-оптической лаборатории, к.т.н., доцент
Группа компаний «Лазеры и аппаратура», www.l-i-a.ru*



В течение последних пятнадцати лет в машиностроении наблюдается постоянное увеличение количества металлических деталей, изготовленных с использованием аддитивных технологий. В данный момент в промышленном производстве существует необходимость изготовления полиметаллических деталей из порошковых металлов разного состава, что является перспективным направлением развития аддитивных технологий.

Преимущества технологии

Изготовление полиметаллических изделий методом селективного лазерного спекания (плавления) позволяет, в частности, получать детали, отдельные элементы которых отличаются от материала основы своими свойствами. В результате детали из дорогостоящих и дефицитных металлов и сплавов можно заменить деталями, основа которых состоит из более дешевых материалов. Использование основы из более легких материалов приводит к снижению общей массы

разрабатываемой конструкции. Срок эксплуатации различных механизмов во многом определяется износостойкостью рабочих поверхностей деталей, таким образом, изготовление конкретных участков детали из твердосплавных металлов дает возможность существенно увеличить показатели надежности и долговечности. Полиметаллические детали могут обеспечить повышенные характеристики рабочей поверхности, касающиеся эрозивной, кавитационной, коррозионной, износостойкости и жаростойкости.

В отличие от существующих технологий, например технологии лазерной наплавки, метод селективного лазерного плавления обеспечивает возможность производства полиметаллических деталей с труднодоступными участками поверхности, сложной геометрии. Таким образом, внутренняя поверхность трубы может быть выполнена из материала, отличного от основного. Более того, высокоточное изготовление конкретного фрагмента детали из сплава другого типа может быть реализовано не только на ее поверхности, но и в объеме детали.

Варианты структуры полиметаллического изделия

Важной отличительной особенностью полиметаллических изделий, изготовленных с использованием лазерных аддитивных технологий, является возможность получения либо дискрет-

ных, либо плавных (градиентных) областей изменения материалов. При дискретном изменении существует четко выраженная граница между участками из различных материалов. В случае градиентного изменения имеется зона с плавным переходом от одного материала к другому. Это открывает широкие возможности для создания и применения перспективных композитных материалов.

Варианты формирования полиметаллических изделий с помощью технологии селективного спекания слоев различных металлопорошковых композиций под воздействием лазерного излучения схематично показаны на рис. 1. Вариант *а* иллюстрирует деталь, изготовленную в однопорошковом режиме. Следует отметить, что в настоящее время промышленные установки селективного лазерного плавления основных мировых производителей рассчитаны на изготовление деталей именно в этом режиме. Вариант *б* показывает деталь, изготовленную последовательным нанесением и сплавлением слоев из различных порошков. Такую технологию возможно реализовать на «обычных» 3D-принтерах для металлопорошков. Однако данный способ не позволяет получить сплавленные области из различных порошков одной плоскости. 3D-полиметаллическая деталь с произвольным изменением материала в каждом направлении (как в плоскости построения

отдельного слоя, так и в направлении последующих слоев) показана на рис. 1 в.

При рассмотрении примера полиметаллических деталей (рис. 2), нижняя и верхняя части которых изготовлены из различных материалов (WC/Co), (рис. 1 б), можно отметить следующее: смена материала в направлении выращивания детали технически достаточно легко реализуется в обычной установке селективного лазерного плавления. Для этого процесс останавливается, а после очистки устройств подачи и разравнивания порошка и соответствующей замены типа порошка продолжается выращивание последующих верхних слоев. Но если при изготовлении детали потребуется использование различных материалов в одном слое, то это требует существенного изменения конструкции и принципа работы 3D-принтера. На сегодняшний день различными производителями и разработчиками предлагается ряд вариантов решения основных вопросов, рассмотрим их ниже.

Нанесение и удаление различных порошковых материалов

В первую очередь требуется разработка устройств, обеспечивающих избирательную подачу и удаление различных порошковых материалов. Для селективного нанесения мелкодисперсных порошков со средним диаметром частиц 10–125 мкм рядом исследователей, разрабатывающих данную технологию, предлагается использовать сопла. При этом конструкция сопла должна быть оптимизирована для дозированной

загрузки небольшого объема металлопорошка (рис. 3).

Поскольку процесс нанесения и разравнивания слоя из нескольких порошков требует больше времени, чем подготовка слоя только из одного материала, возможно использовать многофункциональные устройства (например, интегрировать сопла в существующие механизмы подачи порошка).

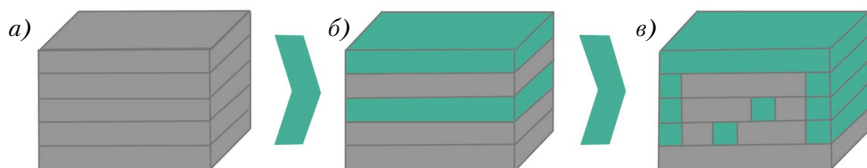
Однако применение сопел целесообразно для нанесения второго порошка на небольшие участки поперечного слоя полиметаллической детали. В случае использования большого объема обоих порошков, более эффективным является использование двух разных контейнеров для хранения порошков с использованием общего устройства для их нанесения. Как следствие, неизбежное перекрестное смешивание порошков.

При анализе нанесения порошков с помощью сопел обнаруживается, что такой способ не обеспечивает требуемого пространственного разрешения и скорости доставки порошка, так как использовать диаметр сопла меньше, чем 110–200 мкм, не представляется возможным, а движение

Рис. 2. Пример полиметаллических деталей



Рис. 1. Варианты формирования полиметаллических изделий с помощью технологии селективного спекания слоев

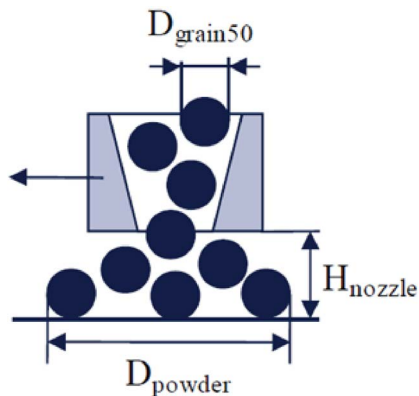


По направлению послойного лазерного плавления (спекания) на сегодняшний день наиболее технически освоенным является производство деталей из мелкодисперсных металлических порошков на основе железа (нержавеющая сталь 316L; инструментальная сталь H13), на основе титана (Ti_6Al_4V , Ti_6Al_7Nb), на основе никеля и кобальта (CoCr, CoCrMo, Inconel 625, Inconel 718), на основе алюминия ($AlSi_{10}Mg$, $AlSi_{12}$). При этом перечень используемых порошковых материалов, за редкими исключениями, задается производителем конкретной модели технологической установки. Поставляемые импортные лазерные технологические установки настроены под ограниченную номенклатуру конкретных видов металлопорошка (строго определенной дисперсности, определенного химического состава).

В существующих установках селективного лазерного плавления деталь изготавливается из одного типа порошка, переход с одного на другой тип порошка требует основательной очистки установки.

В качестве опции к одной из моделей компания SLM Solutions предлагает комплект оборудования для оперативного (в рамках выращивания одной и той же детали) перехода на работу со вторым типом порошка.

Рис. 3. Анализ дозирования порошка с заданным размером частиц D_{grain} в зависимости от геометрических размеров используемых сопел с внутренним диаметром D_{nozzle} 0,5–2 мм и расположения сопла над платформой построения детали H_{nozzle}



со скоростью более 20 мм/с не позволяет наносить порошок сплошными линиями. Для того чтобы эффективно применять стандартные системы нанесения и разравнивания порошков роликом или лезвием возможно использовать порошки различных материалов (которые существенно отличаются по среднему размеру частиц) и специальный алгоритм нанесения порошкового слоя. Использование узкой фракции порошков различных материалов также облегчает последующее разделение неспеченного порошка в станции просеивания.

Следующая задача — удаление различных порошковых ма-

териалов в установке лазерных аддитивных технологий. Чтобы обеспечить изменение материала в плоскости построения отдельного слоя необходимо обеспечить не только селективное нанесение, но и селективное удаление порошков. При использовании устройства для нанесения и разравнивания порошка, представляющее собой сочетание сопла и разравнивающего лезвия, эта задача может решаться так: подача первого материала осуществляется с помощью уже применяющихся в установках устройств нанесения слоев порошка, использующих ролик или лезвие, а для селективного нанесения второго материала могут использоваться сопла. Для удаления оставшегося порошка возможно использовать вакуум или электростатическое притяжение, кроме того, для локального удаления порошка с небольшого участка в качестве устройства всасывания также может быть использовано сопло.

Еще в 2007 году в немецком «*Laser Technik Journal*» была представлена установка, предназначенная для изготовления металлических деталей из двух различных материалов. Подача металлопорошков на платформу построения осуществлялась круговым движением разравнивающих лезвий, на которых были установлены резервуары с по-

рошками. На рис. 4 а показана изготовленная цилиндрическая деталь, состоящая из слоев меди и серебра, и граница раздела между слоями различных металлов (рис. 4 б).

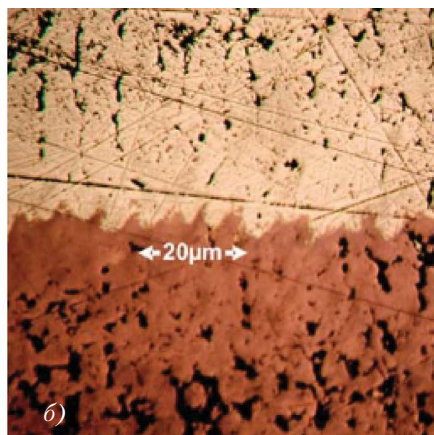
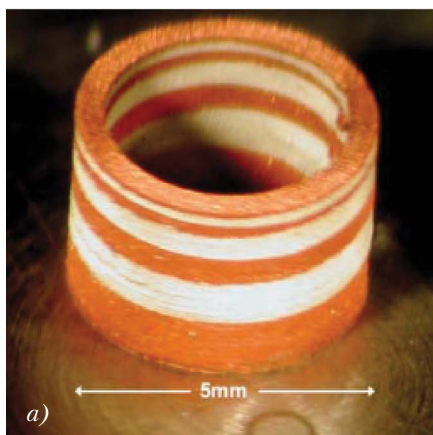
Известны также опыты по выращиванию с помощью селективного лазерного плавления полиметаллических деталей из нержавеющей стали 316L и сплава меди UNS C18400. Выбор указанных материалов обусловлен попыткой сочетать в одной детали прочность и коррозионную стойкость стали с высокой проводимостью меди.

Оптимизация режимов обработки

Различия в свойствах используемых материалов требуют соответствующей оптимизации режима лазерного сплавления. Поскольку, например у нержавеющей стали коэффициент теплопроводности на порядок ниже, чем у меди, а коэффициент поглощения на длине волны лазерного излучения существенно выше, оптимальная мощность лазерного излучения для сплавления металлопорошка из нержавеющей стали оказалась в два раза ниже. В результате, если слой порошка из меди был нанесен поверх предыдущего сплавленного слоя из нержавеющей стали, то в процессе лазерного сплавления плавился также и нижний слой. Таким образом, помимо оптимизации мощности лазера и скорости сканирования, требуется дополнительная оптимизация толщины слоев металлопорошка из различных материалов.

Изготовление полиметаллической детали требует соответствующего изменения технологического процесса работы установки. Так, например для детали, состоящей из различных материалов, параметры режима лазерного сплавления должны меняться как в пределах плоско-

Рис. 4. а) деталь, изготовленная из двух различных материалов, б) граница между слоями



сти слоя, так и в направлении выращивания детали. При этом основные параметры, такие как мощность лазерного излучения, скорость сканирования, направление сканирования и расстояние между соседними проходами лазерного луча при сканировании, должны быть определены заранее для каждого материала и интегрированы в программное обеспечение установки. Требуется проведение дополнительной оптимизации параметров сплавления в области с плавным переходом от одного материала к другому, поскольку необходимая мощность лазерного излучения зависит от температуры плавления каждого отдельного материала и распределения размеров зерен порошка.

Кроме того, следует отметить необходимость применения специальной стратегии сканирования при сплавлении полиметаллических деталей. Для того чтобы избежать размывания границы раздела разнородных материалов, время взаимодействия расплава с ранее сплавленной областью должно быть уменьшено. Одним из возможных решений является использование спиральной траектории сканирования. В случае, когда сканирование направлено по спирали из центра к границе раздела, время контакта расплава со сплавленной областью уменьшается, что позволяет повысить точность изготовления детали по сравнению со стандартной стратегией сканирования параллельными линиями. Также специальная стратегия сканирования должна быть применена, когда процесс сплавления сопровождается высокой усадкой используемых материалов.

В процессе изготовления полиметаллических деталей следует также уделить внимание особенностям постобработки, поскольку каждый из используемых материалов имеет свои собственные режимы термообработки, как для снятия остаточных напряжений, так и для стабилизации механических свойств.

Изготовление полиметаллических деталей с высокой точностью, особенно в зоне контакта между разнородными материалами, требует точного мониторинга, как процесса нанесения порошкового слоя, так и процесса сплавления. Возможный вариант — контроль размеров и качества каждого слоя полиметаллической детали с помощью высокоскоростной цифровой CCD-камеры и измерять пирометром максимальную температуру в зоне сфокусированного лазерного излучения.

В заключение этого краткого обзора задач, которые появляются при переходе на многопорошковость, следует заметить, что устройство существующих 3D-принтеров требует существенной доработки для реализации указанной технологии. В настоящее время рядом компаний ведутся такие работы, однако они еще не были анонсированы. ■

ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕРИЯ
МЛ6
производится
с 2016 года

Станок послойного
лазерного
сплавления
металлопорошков



Разработано и произведено в России

Объем построения: 60×60×200 мм,
100×100×200 мм и 210×210×200 мм

Российское программное обеспечение

Открытые технологические настройки

Обучение

Сопровождение в течение всего срока
службы оборудования

Поставка под ключ

 группа компаний
ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

www.laserapr.ru • sales@laserapr.ru • +7 499 731 20 19

Надежная продукция от надежной компании

Зинаида Сацкая

Молодая команда компании Total Z, средний возраст в которой 32 года, реализовала свои идеи в редкой по нашим временам сфере — инженерной. На площадке в Румянцеве компания выпускает 3D-принтеры, производителей которых в нашей стране можно пересчитать по пальцам одной руки. Заместитель генерального директора компании Андрей Белоусов рассказал, как все начиналось и с чем связаны перспективы развития этого интересного бизнеса.

Вчера

Имя автора удивительного названия отечественной компании Total Z уже растворилось в трудовых буднях. Точно известно только, откуда взялась буква Z.

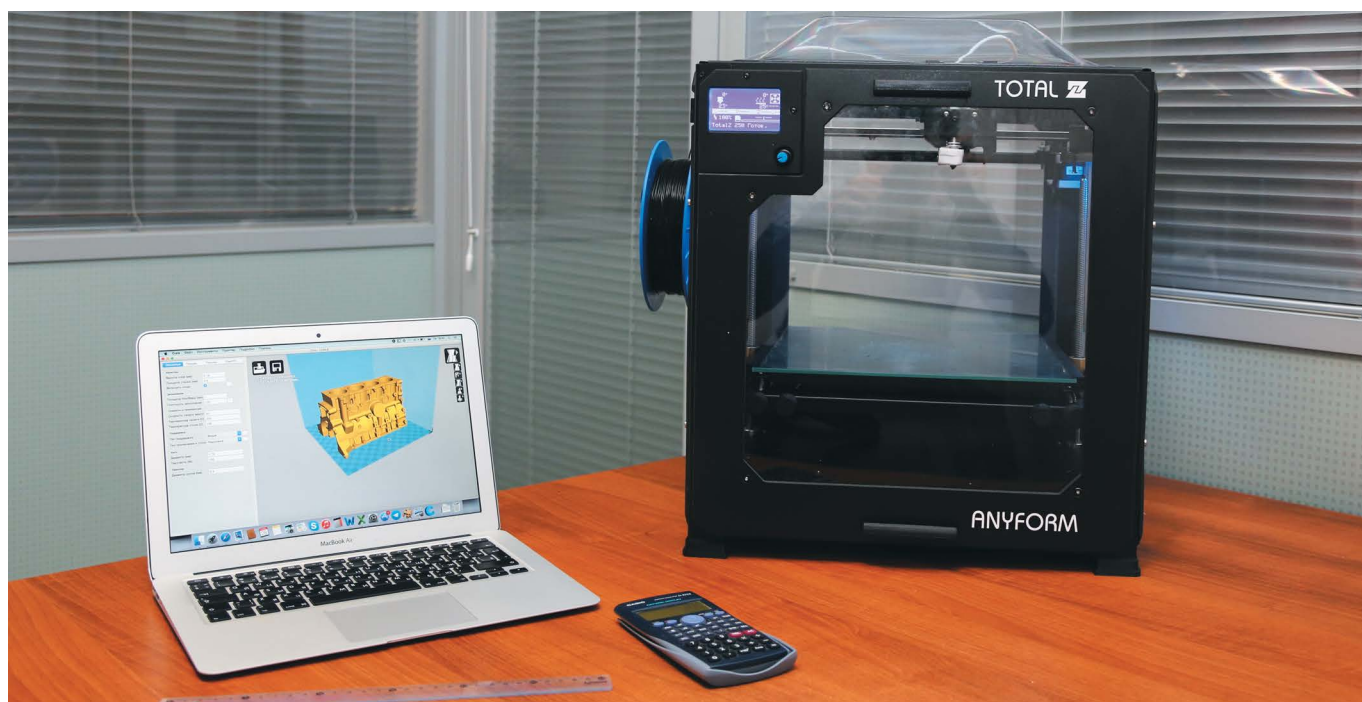
Это название оси, по которой перемещается стол 3D-принтера, а многозначное слово total — это скорее свидетельство дерзости, с которой группа выходцев из бауманки стартовала к тотальному покорению российского рынка. Случилось это три года назад.

Идея организовать новый бизнес росла на инженерном поле — не продажи, не полиграфия, не еще какая-нибудь наезженная дорога. В какой-то момент решили, что есть интересная тема — 3D-принтеры. «Вообще-то идея витала в воздухе давно, но два года назад поняли, что идея созрела», — рассказывает А. Белоусов.

Решение начать выпускать именно 3D-принтеры сформулировалось так: «А давай!». Более

того, Андрей огорошил неожиданным признанием: «Честно говоря, мы тогда по большому счету кроме слов 3D-принтеры и 3D-печать вообще ничего не знали. Закупили какие-то готовые образцы, поняли, какое потребуется оборудование, и тоже закупили, наняли инженеров и командой с нуля начали вгрызаться в тему».

До выпуска первого собственного принтера пошло полтора года, но до этого фирма уже начала заниматься печатью на заказ, получив немалый опыт. Кроме того, опираясь на open source project делали и продавали простые дешевые принтеры Prusa, экспериментируя с конструкцией и технологией. Практически сразу был создан интернет-магазин, где



продавали запчасти, и принтеры Prusa — «свои» и «не свои» одновременно.

За два года существования Total Z структурировался контингент потребителей универсальных 3D-принтеров, распределившийся по трем приблизительно одинаковым группам. Первая — учебные заведения, институты, школы, кружки по робототехнике, одним словом, потребители инженерного направления. Другая треть — это конструкторы и дизайнеры, которым нужно экспериментировать, создавая ряды 3D-моделей. И еще одна треть — просто любители гаджетов, электронных приборов, в принципе высокотехнологичных игрушек. Продукция Total Z стала набирать популярность, чему способствовала и доступная цена — 120 тысяч рублей.

Сегодня

Сейчас в Total Z работает 15 человек и компанию кормят уже не заказы на сторону, а 3D-принтеры. К моменту нашего разговора компания собирала по 10 принтеров в месяц. «Заказов поступило столько, что в месяц надо собирать 30–50 принтеров, но... мы уперлись в свои возможности по сборке, — сетует Андрей. — Сейчас решаем вопрос с помещением и будем людей на сборку набирать». Спрос на 3D-принтеры Total Z не на пустом месте возник. «В том ценовом диапазоне, в котором мы работаем, — проясняет рыночную ситуацию А. Белоусов, — наши принтеры надежнее и качественнее продукции конкурентов». При этом китайских производителей одноразового ширпотреба А. Белоусов конкурентами не считает.

Но, представляется, куда важнее, что команда вышла на производство промышленных 3D-принтеров, которые, в отличие от универсальных, делаются под конкретного серьезного за-



казчика. Мой собеседник с видимым удовольствием ответил на мою просьбу сформулировать конкурентное преимущество промышленных 3D-принтеров от Total Z: «Вся механика построена на рельсах по кинематической системе H-Vot, а не на валах. Что это дает? Стабильность, повышенную точность и повышенные скорости. Некоторые к этому тоже приходят, но в нашем ценовом диапазоне мы с этим дорогим решением пока единственные. Плюс у нас собственная система фиксации нагревательного стола. У всех он на пружинах, и во время печати могут происходить какие-то колебания, у нас же система жесткой фиксации, и никакие внешние динамические воздействия или собственные вибрации нашему принтеру не страшны. Уникальная система калибровки по четырем точкам, и калибровка стола осуществляется одной кнопкой. Стекло с напечатанной деталью легко вынуть, на его место вставить сменное и запустить машину в работу. Вот, казалось бы, мелочи, но в работе они сильно экономят время и облегчают жизнь».

Завтра

Ближайшая задача, которую поставил себе Total Z, — «научить» свои промышленные 3D-принтеры работать с инженерными пластиками. У них выше температура плавления, другая конструкция экструдера, другие подходы к охлаждению. Но пластики эти стали востребованы в промышленных конструкторских бюро, в аэрокосмической индустрии, потому что у них лучше прочностные характеристики, лучше параметры по усадке, то есть способность держать форму. Второе направление — работа над улучшением двухэкструдерной печати в два цвета и «поход» в три-четыре цвета.

Мой вопрос об уровне амбиций команды Total Z закономерно вывел наш разговор за пределы проблем бизнеса небольшой компании. «В Европе 3D-печать уже реально используется в производстве, потому что это ощутимо сокращает сроки производства, а у нас от идеи до ввода ее в серию проходят годы, — делится Андрей Белоусов. — Я был на заводе BMW в Германии. У них стоит 3D-принтер, и дело не в том, что



он на порядок лучше и дороже нашего, а в том, что они на этом принтере сразу печатают готовые двигатели. Сутки печатают двигатель из прозрачного пластика, потом ставят его на испытательный стенд, на следующий день по результатам испытаний вносят изменения в конструкцию, опять печатают и опять ставят на стенд. Сутки, двое, трое, неделя — и в работу. Когда это будет у нас?». На риторический вопрос Андрея я ответила вопросом конкретным: «А для себя вы какое время определяете до выхода на уровень такого принтера, который вы видели на BMW?». Ответ показал истинный уровень амбиций команды Total Z: «Мы к такому принтеру подберемся сразу же, как только к этому подберется наше производство, то есть когда появится адекватный спрос. Вообще хотим стать производителем 3D-принтеров во всех областях — и для печати металлом, и для печати пластиком и начать конкурировать с мировыми производителями в сегменте промышленных принтеров».

Время еще не рассудило, кто на этом рынке лидер, хотя кто-то начал раньше, кто-то позже, и поэтому потребитель еще не имел возможности сравнить отечественную продукцию по-настоящему. Однако Белоусов уверенно утверждает: «По технологичности мы конкурентов опережаем».

Команда Total Z отдает себе отчет в том, что стартовые условия неравные. Тот уровень вхождения 3D-печати в производство, который есть за рубежом, объясняется общим уровнем образования. Технологии приходят в школы с высокотехнологичными игрушками, и сегодня школьники в экономически развитых странах уже умеют работать на 3D-принтере, который они используют в своих школьных проектах. Потом это будут уже институтские проекты. У нас пока всё только-только зарождается, но, как считает Андрей Белоусов, «развитие идет активно».

Вырастить своего Кулибина

Кадры — это актуальная для всех и весьма болезненная тема, которая одних заставляет беспомощно разводиться руками, других действовать самостоятельно. Total Z из тех, кто действует. «Идей в нашей стране много, — убежденно говорит Андрей, — но не хватает инженерных кадров, готовых доводить идеи до уровня производства. Поэтому шаг за шагом наращиваем свой кадровый потенциал, учим». На вопрос, как происходит обучение новичков, последовал стремительный ответ: «Сразу в бой! Просто исполнители нам не подходят. Ставим задачу, понимая, что знаний для решения задачи у новичка нет, зато весьма приветствуется самостоятельная работа по поиску

информации. Новичок может обратиться абсолютно к любому коллеге, более того, практикуется мозговой штурм вариантов решения. Вот таким образом за два года небольшую, но надежную команду мы сформировали».

Вместо эпилога

Малое предприятие создает вокруг себя здоровую бизнес-среду, основанную на доверительных отношениях, взаимной поддержке, гибкости. Между малыми предприятиями возможны поставки без предоплаты, что весьма важно для небольших компаний, не располагающих большими оборотными средствами. Можно только сожалеть, что этого не понимает государство. Если государственная компания заплатила через три месяца после поставки, можешь ликовать, что тебе повезло, потому что заплатить могут и через шесть месяцев. Сотни тысяч малых предприятий закрылись в последние годы: кого-то дожали непомерными налогами, кого-то не защитили от хищнических действий банков, которые беззастенчиво удваивали процентные ставки по уже выданным кредитам — способы мешать людям работать разнообразны. Но малый бизнес — основа развитой экономики, и если не мешать таким, как Total Z, то у нашей экономики есть будущее. ■



Точная, быстрая, надежная:

SLM SOLUTIONS представила новую версию самой успешной машины SLM 280 2.0 на выставке formnext 2016

Маргарита Давидян

Компания SLM Solutions Group AG впервые представила новую, улучшенную и более современную версию своей самой популярной установки SLM 280–2.0 на выставке Formnext, которая прошла во Франкфурте на Майне с 15 по 18 ноября 2016 года.

SLM 280–2.0 сочетает в себе функциональность и производительность в комбинации с функциями комплексного мониторинга для управления рабочим процессом. Новая версия 2.0 получила более 90 различных улучшений, в том числе было улучшено течение газа, что теперь позволяет добиться абсолютно одинакового качества деталей в любой точке платформы; установлена новая система фильтров 2+1; блоки управления, питания и охлаждения отделены друг от друга, что облегчает доступ к установке. В новой версии используется объемный бак для порошка емкостью 40 л, что дает возможность построить деталь размером с камеру построения без необходимости добавлять порошок в процессе.

С новой машиной ведущий производитель оборудования для аддитивных технологий на основе металла SLM Solutions делает следующий шаг на пути производственного инжиниринга. SLM 280–2.0 доступна в трех исполнениях: с одинарной оптикой и лазером мощностью 400 Вт или 700 Вт, с системой «Dual» и лазерами мощностью 700 Вт и 1000 Вт или с двойной оптикой «Twin» и двумя лазерами мощностью 400 Вт или 700 Вт каждый.

Слой порошка подвергается воздействию лазерного луча с помощью 3D сканирующего оптического блока. В системе «Twin» два лазера работают одновременно, что значительно увеличивает производительность. В системе «Dual» используется технология «оболочка-ядро» (hull-and-core), с применением двух различных профилей луча. При этой технологии производимая деталь разделяется на зоны — «ядро» (сплошные области) и «оболочка» (границы и внешние стенки). Область «оболочки» строится слой за слоем, точно сфокусированным лазером мощностью 700 Вт. Оставшаяся область — «ядро», обрабатывается лазером мощностью 1 КВт, способным сплавлять несколько слоев материала одновременно. В зависимости от расположения производимых дета-

лей мультилазерная технология дает возможность достичь увеличения производительности до 80%.

Запатентованное устройство нанесения порошка работает в двух направлениях, исключая холостой проход и сокращая время производства деталей.

Комплексная система мониторинга разработана специально для технологии SLM и поддерживает точный контроль рабочего процесса, обеспечивая высокие стандарты качества выпускаемых деталей.

Новая SLM 280–2.0 оснащается системой фильтров «2+1», которая теперь устанавливается уже в стандартной комплектации. Два основных фильтра работают параллельно, имея почти в два раза больший срок службы по сравнению с предыдущими решениями. В результате затраты на расходные материалы снижаются, а срок службы фильтров увеличивается. Добавление в систему третьего фильтра тонкой очистки, значительно снижает концентрацию частиц в процессе фильтрации газа, что в свою очередь обеспечивает дополнительную защиту отдельных компонентов машины.

Новые разработки не только гарантируют высокие стандарты качества в процессе производства, но и значительно повышают безопасность рабочего процесса.

«Новая машина SLM 280–2.0 стала еще на один шаг ближе к удовлетворению требований серийного производства» — говорит Штефан Ритт, руководитель отдела продаж и маркетинга SLM Solutions Group AG.



SLM Solutions RUS
тел. +7 495 956 55 58
margarita.davidian@slm-solutions.com

Технологии DMT для 3D-печати металлических изделий

Александр Анатольевич Зубков, руководитель направления «Аддитивные технологии» группа компаний «ДИПОЛЬ», +7921-937-47-91, Zubkov@dipaul.ru

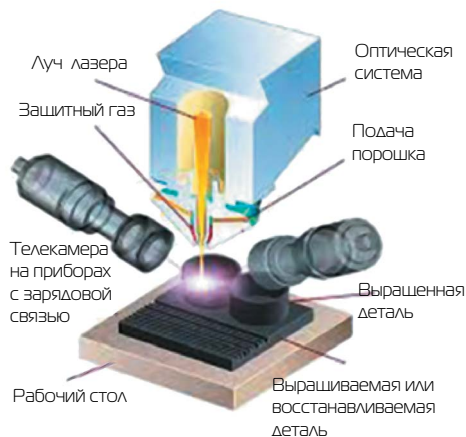
В статье приводится описание новой технологии 3D-печати металлических изделий. Представляем нового технологического партнера ГК «ДИПОЛЬ» — южнокорейскую компанию InssTek Inc и технологию 3D-печати Direct Metal Tooling. Данная технология позволяет печатать аддитивным методом изделия размером до 4000 мм из широкого спектра металлических сплавов.

В начале 2016 года «Диполь» подписал эксклюзивное соглашение с южнокорейским производителем 3D-принтеров по металлу компанией InssTek Inc. С этого момента у нас появилась возможность предоставить заказчикам доступ к инновационным технологиям 3D-печати металлических изделий методом Direct Metal Tooling (DMT). Технология DMT запатентована компанией InssTek в 2008 году. Сама же компания была основана в 2001 на базе Корейского научно-исследовательского института по атомной энергии (Korean Atomic Energy Research Institute — KAERI) и за 15 лет прошла путь от инновационной идеи до ее воплощения в железе и производстве уникального технологического оборудования.

Описание процесса DMT

Технология DMT относится к наиболее передовым процессам производства металлических изделий. В этой технологии адди-

тивного производства используется направленная энергия, поэтому осаждение материала происходит в конкретной точке построения. Иными словами, в отличие от технологий селективного лазерного спекания или сплавления, при использовании DMT-технологии не происходит формирования слоя строительного материала на поверхности, а материал подается в точку построения, в которую подводится энергия и где идет процесс формирования детали.



CAD-модель изделия загружается в 3D-принтер. Специализированным программным обеспечением данная модель разбивается на слои и после этого слой за слоем выращивается изделие.

Лазерный луч высокой мощности формирует на поверхности металла зону расплава, в которую дозированно подается металлический порошок. Порошок полностью расплавляется лазерным лу-

чом и быстро отверждается в этой зоне. Благодаря подвижной лазерной системе, в которую также интегрированы каналы для подачи порошков и защитного газа, и 3-х или 5-ти осевому поворотному столу, на котором формируется деталь, лазерный луч перемещается в соответствии с заданной геометрией изделия программой и происходит построение детали слой за слоем.

Одним из ключевых условий для достижения высокой точности 3D-печати является настройка определенной толщины наплавленного слоя металла. DMT-принтеры компании InssTek оснащены системой контроля с обратной связью. Данная система с помощью встроенных CCD-камер измеряет толщину слоя и регулирует параметры в процессе печати.

В принтерах компании InssTek существует возможность выбора трех стандартных модулей для системы подачи порошка — 150, 250 и 400 мкм. В соответствии с требованиями толщина слоя может варьироваться от 100 до 1000 мкм.

Методы производства

— Простой метод построения

Метод производства металлических изделий с нуля



— Гибридный метод построения

Для сокращения времени 3D-печати и снижения рас-

ходов на материал, вне зависимости от размеров и сложности изделия, возможно совмещение традиционных методов механической обработки и 3D-печати по DMT-технологии. При изготовлении изделий сложной геометрической формы может быть использована заготовка, полученная, например на фрезерном станке, или с помощью литья, а основная формообразующая часть изделия «выращивается» на 3D-принтере. При этом геометрия поверхности заготовки не обязательно должна быть плоской, а может иметь произвольную форму.

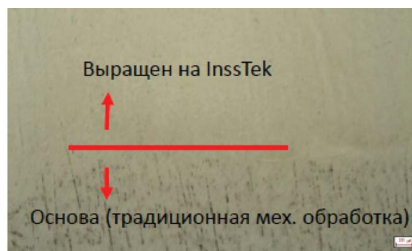


работали установку с максимальной рабочей зоной до 4000 мм, но готовы изготовить на заказ и более вместительную машину при возникновении у предприятий потребности в 3D-печати металлических деталей большого размера. Базовый принцип технологии DMT позволяет масштабировать рабочую зону в требуемых пределах.

- Высокие механические свойства изделий.

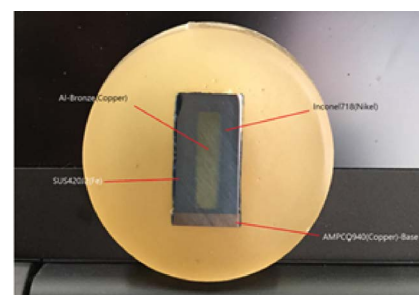
Металлические детали, напечатанные на 3D-принтерах InssTek, обладают практически 100% плотностью, отсутствием внутренних дефектов и точек роста

На фото: металлографический анализ изделия, изготовленного традиционным методом и наплавленной по технологии DMT частью. Отлично видно отсутствие внутренних дефектов в структуре выращенного изделия



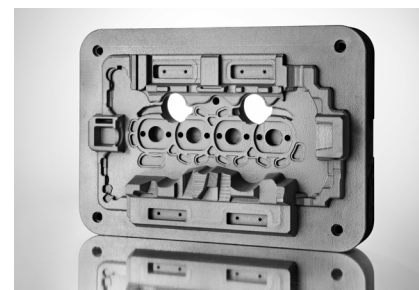
дислокаций, а как следствие — высокой механической прочностью на уровне кованных изделий. При этом в отличие от технологий на базе выборочного плавления (SLM/DMLS/DMP), в рамках постпроцессинга для отжига дефектов не требуется проводить термообработку изделий.

- Изготовление изделий из композитных металлических сплавов.



При использовании одновременно нескольких материалов, 3D-принтер InssTek имеет возможность изготавливать детали, состоящие из слоев двух и более различных металлических сплавов, получая композитные изделия с заданными свойствами и требуемой геометрии. При этом соединение слоев осуществляется на молекулярном уровне.

На фото: литейная форма для головки блока цилиндров двигателя, основа сделана из стали H13, антикоррозионное защитное покрытие сплавом Hastelloy C22 нанесено методом DMT



В таблице приведен сравнительный анализ механических свойств изделий, изготовленных методами DMT иковки

Материалы	UTS (МПа)	YS(МПа)	Удлинение (%)	Материалы	Твердость (HRC)
DMT H13 (длина)	1,927	1,066	5	DMT SKD 61 (H13)	54
DMT H13 (ширина)	1,998	1,477	5	Традиционная SKD 61	51
Традиционная H13	1,821	1,385	9	DMT P21	33
DMT P21 (длина)	920	793	20	КР4М	32
DMT P21 (ширина)	1,090	1,016	18		
Традиционная P21	958	857	16		

- Нанесение защитных покрытий.

Защитные покрытия наносятся на металлические изделия методом наплавки и предохраняют детали от механического износа и воздействия агрессивной внешней среды в процессе эксплуатации изделий. Нанесение защитных покрытий существенно увеличивает срок службы деталей.

- Восстановление и ремонт металлических изделий.

Инновационная технология InssTek Auto tracking предназначена для восстановления металлических деталей, подверженных износу в процессе эксплуатации. Ремонтимруемое изделие устанавливается в рабочую зону 3D-принтера, цифровая 3D-модель базовой детали загружается в машину и система в автоматическом режиме производит наплавку требуемым материалом до восстановления изначальной геометрии износившегося изделия. Контроль 3D-печати осуществляет встроенная оптическая система сканирования. Применение: ремонт турбинных лопаток, узлов авиационных двигателей, восстановление пресс-форм термопластавтоматов и других металлических изделий подверженных механическому износу в процессе эксплуатации.

Металлические порошки для DMT-технологии

В отличие от специализированных мелкодисперсных металлических порошков, используемых в технологии SLM, материалы для DMT-принтеров имеют больший размер гранул — от 45 до 150 мкм. Стоимость данных материалов существенно ниже аналогов, применяемых при селективном лазерном сплавлении (SLM). К тому же возможно использование стандартных отечественных материалов порошковой металлургии при сферической форме гранул порошка.

	MX-250	MX-600	MX-1000	MX-Grand
Рабочая зона, мм	250×250×250	600×450×350	1000×800×650	4000×1000×1000
Мощность лазера, кВт	0.3 (опц.1)	1 (опц. 2)	1 (опц. 2)	5
Модули SDM	500 / 800	500 / 800 / 1200	500 / 800 / 1200	1200
Макс. питатели	3	3	3	3
Кол-во осей	3 или 5	3 или 5	3 или 5	6

Технические параметры модулей SDM

	SDM-500	SDM-800	SDM-1200
Толщина слоя, мкм	150	300	450
Скорость печати, кубсм/ч	5-10	10-20	20-40
Шероховатость поверхности, Ra	10	15	20

Также стоит отметить, что при использовании DMT-технологии нет необходимости полной загрузки порошком емкости в рабочей зоне принтера (обычно не менее 50 кг), как это происходит при технологии селективного лазерного сплавления, возможно

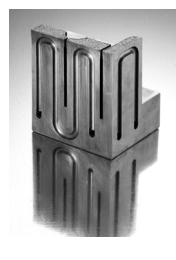
использовать лишь необходимое количество материала.

Благодаря вышеописанным фактам 3D-печать с помощью DMT-технологии является экономически эффективным способом изготовления металлических изделий.


Металл	Сплав	Металл	Сплав
Сталь	инструментальная сталь P20, P21	Титан	CP Ti
	инструментальная сталь H13		Ti-6-4
	инструментальная сталь D2, (M2, M4)		Ti-6-2-4-2, Ti-6-2-4-6
	нержавеющая сталь 304, 316, 420	Никель	600, 625, 690
	нержавеющая мартенситная сталь 17-4PH, PH 13-8Mo		713, 718, 738
	износостойкая сталь S7, A2		HastelloyX, Waspalloy, C-276, Nistelle C
Медь	Cu-Ni, Cu-Sn, Al Bronze	Кобальт	CoCr, Stellite 6, Stellite 21, Stellite 706, MERL 72
Алюминий	4047, 4140, 4340 (в разработке)	* а также российские аналоги сталей, сплавов титана, никеля, меди, кобальта	

Использование технологии 3D-печати InssTek DMT в промышленности

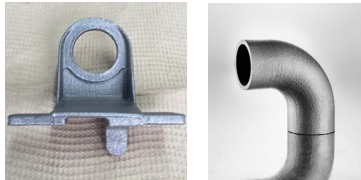
1) Сложная геометрия каналов охлаждения форм для литья пластика

Проблема	Очень долгий срок цикла отливки пластиковой крышки стиральной машины	
Решение	С помощью DMT-технологии были созданы литые формы с внутренними каналами охлаждения сложной геометрии, позволяющей максимально быстро и равномерно отводить тепло при процессе литья	
Результат	Длительность цикла отливки сократилась почти вдвое: с 112 сек до 58 сек, благодаря чему повысилась производительность технологической линии	

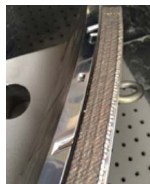
2) Антикоррозионное покрытие для литейной формы головки блока цилиндров двигателя

Проблема	Низкий срок службы стальной (сталь H13) литейной формы, подверженной коррозии за счет воздействия сопутствующих газов при литье алюминия	
Решение	Нанесение с помощью технологии DMT антикоррозионного защитного покрытия из Hastalloy C-22	
Результат	Был увеличен срок службы литейной формы и соответственно снижена стоимость в расчете на количество отливок	


3) Высокопрочные металлические детали

Проблема	Получение высокопрочных металлических деталей без термического отжига	
Решение	Деталь была выращена напрямую по технологии DMT	
Результат	Получены высокопрочные изделия из низкоуглеродистой нержавеющей стали 420J2 без применения термического отжига в процессе производства	



4) Быстрая корректировка литейной формы

Проблема	Необходимость компании Hyundai в короткие сроки внести модификации в литейную форму для создания ламп головной оптики – вместо 2 полос сделать 4 полосы. Ограничения в первую очередь были даже не в стоимости замены, а во времени	
Решение	2 дополнительные полосы были нанесены на поверхность литейной формы методом DMT, материал как самих полосок, так и всей формы – инструментальная сталь P21	
Результат	Новые литейные формы с необходимыми корректировками в сжатые сроки	

5) Восстановление и ремонт бандажного обода рабочих лопаток турбины высокого давления авиадвигателей F110-GE-129, установленных на истребителях F15 ВВС Южной Кореи

Проблема	Бандажный обод РЛ ТВД турбовентиляторного двигателя F-110, сделанный из сплава инконель 718, подвержен механическому износу в процессе эксплуатации за счет трения с подвижными частями турбины. Для увеличения срока службы бандажного обода южнокорейские ВВС приняли решение восстановить изношенные зоны вместо традиционной замены детали на новую	
Решение	Изношенная часть была восстановлена за счет наплавки методом DMT сплава кобальт-хром Stellite25 на подверженные износу зоны бандажного обода	
Результат	1) Бандажный обод теперь ремонтируется, а не просто заменяется новым 2) Высокие износостойкие свойства сплава кобальт-хром Stellite25 при высоких температурах позволяют еще больше увеличить ресурс службы изделия после восстановления по технологии DMT 3) Процесс ремонта изделия прошел сертификацию у производителя авиадвигателя General Electric 4) В качестве экономического эффекта – удалось существенно продлить ресурс бандажного обода до его отправки в ремонт	

6) Массовое изготовление медицинских имплантатов

Технология DMT используется в эндопротезировании и позволяет изготавливать в промышленном объеме медицинские имплантаты тазобедренных суставов. Операция по замене тазобедренного сустава протезом является сложной высокотехнологической процедурой, а одним из основных показателей ее успешности является живляемость имплантата. Технология DMT применяется для нанесения пористого покрытия на поверхность имплантата с требуемой пористостью, что позволяет существенно улучшить прорастание кости в эндопротез.		
--	---	---

В данной таблице указаны материалы, использование которых в DMT-технологии было успешно отработано. Список материалов постоянно расширяется, отрабатываются технологические

режимы для печати новыми металлами и сплавами.

Как видно из приведенных в статье примеров, использование технологии DMT для 3D-печати металлических изделий имеет ряд

преимуществ и представляется одним из перспективных направлений, в частности при печати изделий размером до 4000 мм с использованием широкого спектра металлических сплавов. ■



Renishaw представляет QuantAM Dental

Компания Renishaw, мировой лидер в области инженерных технологий и здравоохранения, представит свою продукцию на 18-й Международной специализированной выставке оборудования, приборов и инструментов для металлообрабатывающей промышленности «Металлообработка 2017», которая пройдет в Москве с 15 по 19 мая.

Renishaw продемонстрирует новый программный пакет QuantAM Dental, обеспечивающий повышение автоматизации

в производстве стоматологических изделий. Кроме того, это ПО способно автоматически исправлять данные в формате STL, реализует концепцию автоматического проектирования поддержек и автоматической компоновки областей сканирования.

Фирма намерена продолжить исследования преимуществ аддитивного производства для стоматологии. Посетители выставки узнают о новейших решениях в этой области, реализованных на базе системы аддитивного производства из металлов RenAM 500M.

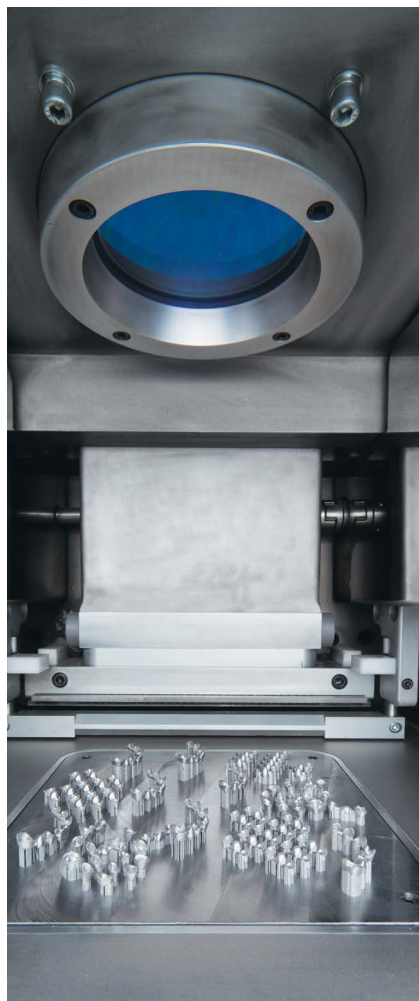
Аддитивное производство позволяет избавиться от многих ограничений, присущих традиционным методам производства стоматологических изделий, таких как фрезерование и литье. Эта технология позволяет стоматологическим лабораториям и производителям использовать возможность массового изготовления на заказ для производства изделий со сложными и фасонными геометрическими формами по выгодной цене. Кроме того, значительно сокращается время ручной доводки и исключаются многие проектировочные ограничения, присущие традиционным методам производства. Компания Renishaw работает с целым рядом лабораторий, в том числе с британской Swift Dental Laboratory.

«В настоящее время в стоматологии для подготовки файла построения аддитивного производства требуется ряд пакетов программного обеспечения, — поясняет менеджер по маркетингу подразделения медицинских и стоматологических

изделий компании Renishaw Эд Литтлвуд. — QuantAM Dental сокращает время подготовки файла построения с часов до минут, исключая необходимость использования нескольких программ и связанные с этим расходы».

«Цифровой рабочий процесс значительно упростил производство наших стоматологических каркасов из металла, — поясняет менеджер по коммерческому развитию лаборатории Swift Dental Laboratory, одного из заказчиков Renishaw. — Наши технологические процессы стали эффективнее, и теперь благодаря аддитивному производству мы можем достичь впечатляющих уровней точности».

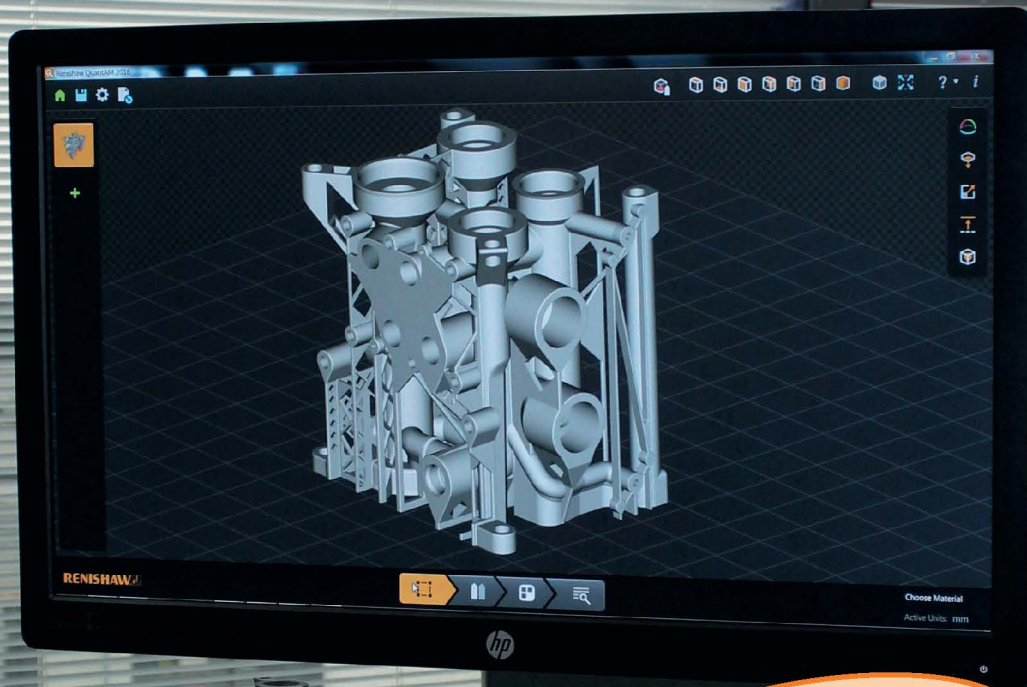
Renishaw регулярно участвует в выставке «Металлообработка», но в этом году впервые представит свое программное обеспечение ADEPT, которое является результатом совместной деятельности компании с тремя партнерами из Великобритании: компанией LPW Technology Ltd, Советом по здравоохранению Университета Abertawe Bro Morgannwg и организации PDR, расположенной в Cardiff Metropolitan University. Эта программа значительно упрощает проектирование и производство черепно-челюстно-лицевых индивидуальных имплантатов.



На выставке «Металлообработка» стенд Renishaw № 21070 будет расположен в павильоне № 2, зал № 1
www.renishaw.ru/amhealthcare

QuantAM для подготовки файла построения...

...легко осваиваемое, простое
В ИСПОЛЬЗОВАНИИ



Посетите наш стенд 21D70
(Пав. 2, Зал №1) на выставке
Металлообработка 2017



QuantAM – Ваш кратчайший путь к подготовке файла построения

QuantAM – это продукт, предназначенный для подготовки файлов к построению на AM-системах Renishaw. С интуитивно понятным рабочим процессом и простым интерфейсом QuantAM поддерживает работу с CAD-файлами формата STL и позволяет подготовить ваши модели к процессу построения.

QuantAM разработан специально для платформ AM компании Renishaw, что позволяет достичь более плотной интеграции с управляющим ПО и дает возможность точного и быстрого просмотра всех файлов построения для систем AM Renishaw, в том числе полученных из программного обеспечения сторонних производителей. QuantAM может быть использован также в качестве инструмента для разработки ваших собственных технологических процессов аддитивного производства, позволяя раскрыть все преимущества этой захватывающей технологии.

Подробная информация представлена на сайте www.renishaw.ru/

quantam

АО «ПОЛЕМА» — завод порошковой металлургии переходит на новый уровень производства порошков для 3D-печати

В настоящее время на российском рынке 3D-печати ощущается острая нехватка металлических порошков отечественного производства. Большая часть порошков закупается за рубежом по высоким ценам. Сложность изготовления металлических порошков для 3D-печати состоит в том, что они должны обладать высокой чистотой, сферической формой частиц, а также иметь узкий фракционный состав и определенную структуру поверхности.

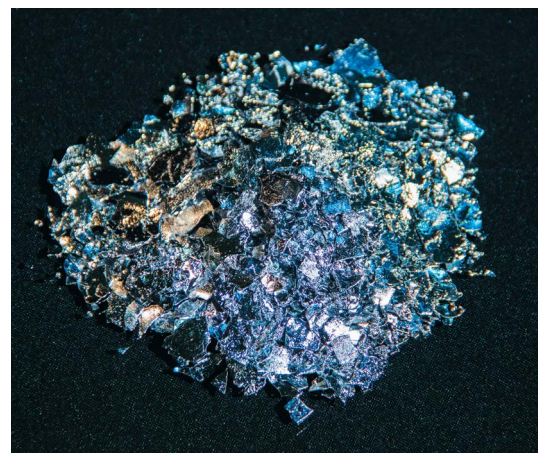
Внимание к проблемам развития аддитивных технологий в России возникло не так давно, когда данный вопрос был поднят на государственный уровень. «3D-принтинг начинает распространяться в мире, и Россия не должна отставать в этой области. Применение данных технологий позволяет удешевить изделие, ускорить его проектирование и производство», — так

в двух словах описал преимущества внедрения аддитивных процессов в промышленности глава Минпромторга Денис Валентинович Мантуров.

Российские предприятия, работающие в сфере порошковой металлургии, а также научные институты сосредоточили усилия на развитии аддитивных технологий в нашей стране. Одни отечественные компании разрабатывают 3D-принтеры, другие — ПО для них, третьи — металлические порошки, чтобы совместно продвинуть данное направление в России.

АО «ПОЛЕМА», входящее в состав Промышленно-металлургического холдинга, начало производить порошки для 3D-печати с 2014 года, что неудивительно, так как кому, как не предприятию с богатейшей историей в области порошковой металлургии, заняться развитием такого перспектив-

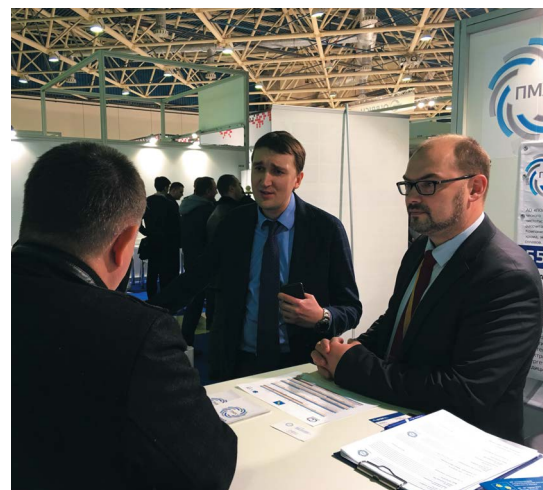
ного направления. Ведь история АО «ПОЛЕМА» началась еще в 1961 году, когда на Новотульском металлургическом заводе было создано подразделение порошковой металлургии — цех №8, задуманное как промышленная база для внедрения идей и разработок. Новый цех динамично развивался, разрабатывая и осваивая производство металлических порошков, а также высокочистого электролитического хрома, проката и изделий из молибдена, вольфрама, композитов. За 55 лет в сотрудничестве с научно-техническими центрами, ведущими научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями цех вырос в крупнейшее в стране предприятие порошковой металлургии, выпускающее уникальные по физико-химическим и механическим характеристикам современные высокотехнологич-



ные материалы и изделия для десятков отраслей промышленности.

Богатый опыт в порошковой металлургии позволил АО «ПОЛЕМА» одному из первых в России начать работу по изготовлению металлических порошков для нового направления. На сегодняшний день предприятие уже производит ряд металлических порошков собственной разработки, используемых на установках 3D-печати. Для обеспечения

высокого качества производимых порошков, расширения номенклатуры и их соответствия требованиям к фракционному составу АО «ПОЛЕМА» при поддержке Фонда развития промышленности приобретает комплекс современного оборудования с внедрением новейших технологий. Уже в октябре 2017 года предприятие получит первые партии металлического порошка, произведенного по новой технологии. ■



По словам управляющего директора АО «ПОЛЕМА» Дмитрия Мартынова, сотрудничество АО «ПОЛЕМА» и Фонда развития промышленности Российской Федерации направлено на развитие отечественного станкостроения и повышение его конкурентоспособности на мировом рынке. Многолетний опыт и технологическая база ПОЛЕМЫ в данном проекте позволят сделать важный рывок в производстве металлических порошков для нанесения покрытий и аддитивных технологий (3D-печать), не уступающих по качеству мировым аналогам. Таким образом, наш проект уменьшит зависимость российской промышленности от импорта высокотехнологичной продукции, а также снизит себестоимость готовых изделий.



Изделия из хрома

Порошки, чешуйки, пластины, распыляемые мишени, испаряемые катоды

Изделия из композитных материалов

Распыляемые мишени, испаряемые катоды, контакты

Металлические порошки

Более 250 марок порошков для наплавки, напыления и 3D-печати

Изделия из тугоплавких металлов

Листы, пластины, тигли, лодочки, прутки из вольфрама и молибдена



300016, Россия, г. Тула, ул. Пржевальского, 3
 тел: +7 (4872) 25-06-68, факс: +7 (4872) 25-06-78
 e-mail: polema@polema.net
 www.polema.net, www.metholding.ru

ОТ ДОСТИГНУТЫХ ЦЕЛЕЙ К НОВЫМ ГОРИЗОНТАМ!

Распечатай себе помощника

Александр Кузнецов, «Fora robotics»



Современные цифровые технологии производства позволяют быстро и при минимальных затратах разработать и изготовить действующие прототипы практически любых сложных устройств, избегая бумажной конструкторской документации. Рассмотрим, как это было реализовано в создании робототехнической продукции.

Производство андроидных роботов сегодня — это очень сложный процесс. Массово, как правило, изготавливаются наборы для самостоятельной сборки — это небольшие роботы до 25 см высотой. Более крупные модели (до 60 см) производятся, в основном, как исследовательские роботы для научных и учебных лабораторий. Поэтому мы с огромным интересом отнеслись к задаче прототипирования и мелкосерийного изготовления роботов-андроидов большого размера.

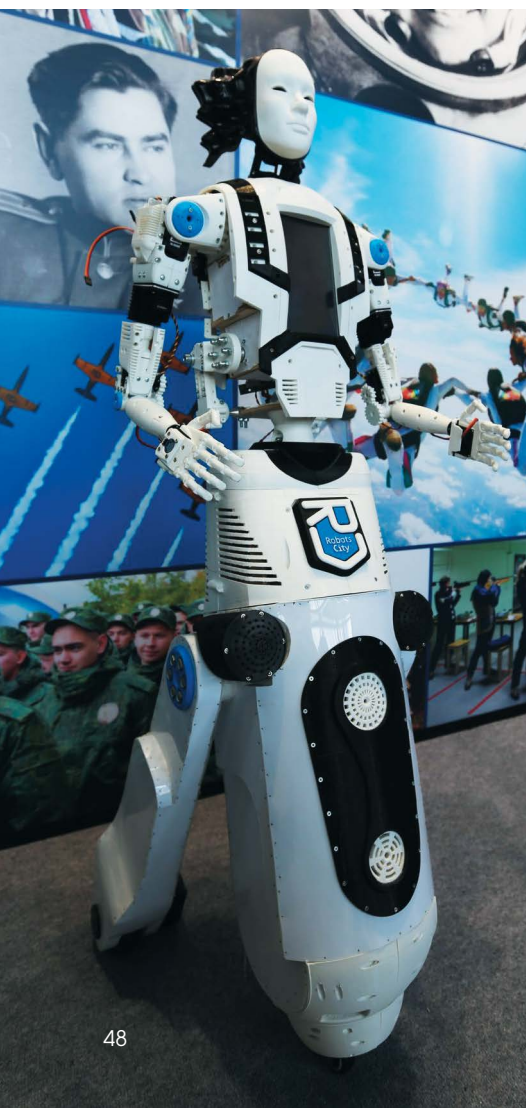
Речь идет о создании серии сервисных роботов ростом более 1 м для крупной международной компании. Роботов, которые работают артистами и учителями в центрах этой компании, планируется массово использовать в качестве универсальных гидов

и продавцов в торговых центрах. Процесс создания робота выглядит примерно так.

Поступает техническое задание. На его основе разрабатывается общая концепция и приблизительный внешний вид робота. Изделие прорисовывается в САД-программе. Далее прорабатывается силовой каркас, на который лягут все нагрузки. Каркас вырезается из оргстекла, пластика и прочих материалов на станке для лазерной резки.

После того, как каркас готов, на 3D-принтерах выращиваются механические узлы робота. В основном используется FDM-технология, так как она является недорогой, доступной и при этом обеспечивает достаточную точность для собираемости механических узлов. Толщины слоя в 0,2 мм и заполнения 20–30 % для средних и больших деталей обычно бывает достаточно, однако на маленьких и высоконагруженных узлах мы используем толщину печати 0,1 мм и 100 % заполнения. Таким образом, при минимальных затратах проверяется собираемость узла, его работа и механические свойства. Если где-то выявлены недочеты, то исправляется 3D-модель, и деталь или сборка выращивается заново. Иногда, работающие неправильно узлы можно исправить вручную, но после этого вносятся соответствующие изменения в 3D-модель.

После установки и отработки механических частей, изготавливаются корпусные детали и детали облицовки. При окончательной



сборке, одновременно с установкой деталей корпуса размещается вся электронная начинка и прокладываются кабели в кабельканалах, которые предусматриваются в конструкции еще на этапе проектирования.

Для придания более привлекательного внешнего вида, корпусные детали, распечатанные на 3D-принтере, подвергаются дополнительной обработке: механически обрабатываются, шпатлюются, шлифуются и покрываются различными покрытиями.

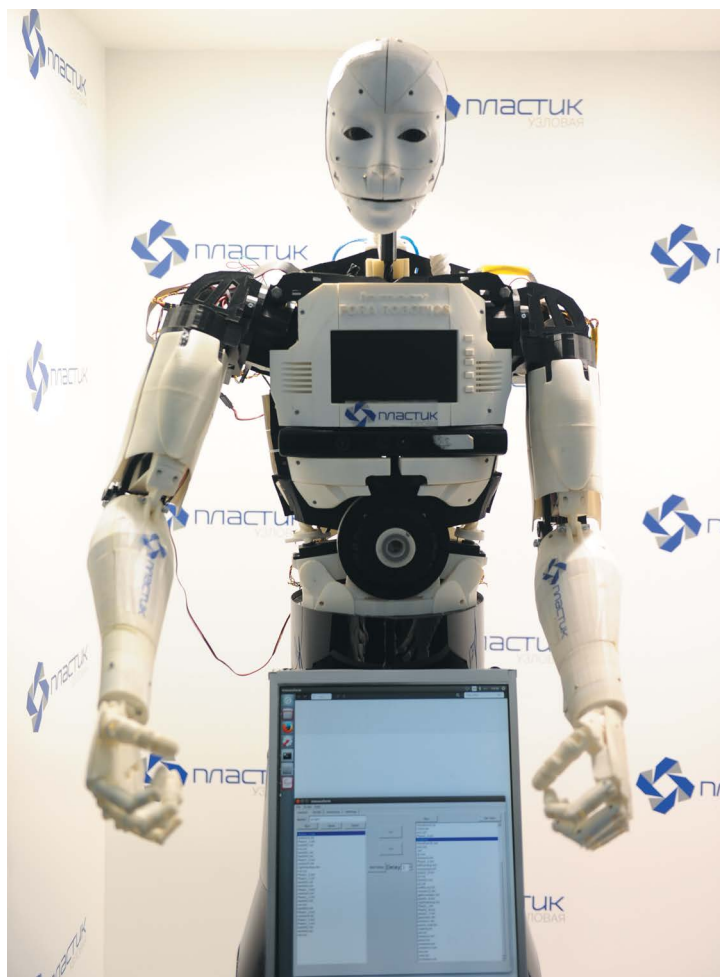
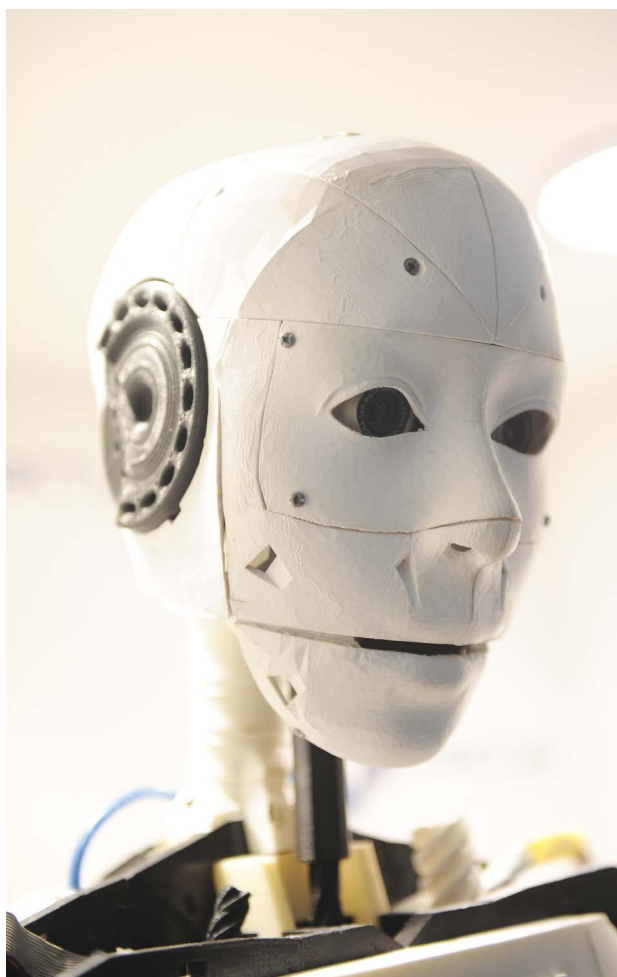
Далее робот проходит ряд различных испытаний для проверки работоспособности и возможностей управления, живучести при максимальных нагрузках и т.п. После этого программистами разрабатывается софт для визуализации и управления действиями робота. Для сокращения времени изготовления многие технологи-

ческие процессы по его созданию проходят параллельно.

На данный момент антропоморфные роботы представляют собой механизмы, на 90% полученные с помощью 3D-печати. Физиологическое строение осуществлено частично и повторяет верхнюю часть человеческого тела от пояса до головы. Отдельные конечности роботов в процессе проектирования показали возможность дешевого и быстрого создания протезов для человека. Они пока не обладают тактильной чувствительностью, но достаточны для манипулирования предметами и выполнения многих функций без сильной нагрузки, как на сам протез, так и на место сочленения протеза и остатка конечности человека.

Применение 3D-печати для таких задач просто незаменимо, поскольку робот-андроид — это

сложная конструкция, которая может изменяться на всех этапах его создания и в период эксплуатации. Дизайнеры, маркетологи и даже театральные режиссеры, которые ставят движения, пластику робота вносят свои замечания. Создать действительно высокохудожественное изделие, отвечающее самым современным техническим требованиям в области электроники и мехатроники без 3D-принтеров сегодня невозможно. Экономический эффект от применения 3D-печати для прототипирования очень высок. Данная технология позволяет в разы, а то и в десятки раз сократить время изготовления прототипов и затраты на изготовление деталей методами механической обработки, а также затраты на разработку и корректировку конструкторской документации. ■



VIII Российский конгресс переработчиков пластмасс заинтересовал нас темой развития полимерной отрасли и перспектив применения полимерных материалов, в том числе для 3D-печати.

Государство — химикам

Сегодня все отдают себе отчет в том, что активизация промышленности невозможна без регулирующих воздействий государства, хотя характер этих воздействий не всем видится одинаково. Этим объясняется интерес к выступлению представителя государства. Дарья Шевякина. Советник отдела химической промышленности департамента химико-технологического и лесопромышленного комплекса Минпромторга РФ, рассказала о финансовых и нефинансовых мерах государственной поддержки химической отрасли.

Финансовые меры предполагают полную компенсацию затрат на НИОКР, субсидии на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, субсидии на пополнение оборотных средств и (или) на финансирование текущей производственной деятельности. Предприятия химической промышленности могут обращаться в Фонд развития промышленности, через который можно получить льготный кредит под 5% годовых.

Нефинансовая поддержка осуществляется через таможенно-тарифное регулирование, предоставление преференций при госзакупках, информационную поддержку при посредстве Государственной информационной системы «Промышленность», содействие в участии на выставках

и конференциях. Дарья Шевякина напомнила о возможностях, которые открываются благодаря институту межправительственных комиссий.

В химическом комплексе появился первый специальный инвестиционный контракт (СПИК), заключенный с компанией ЕвроХим. Компания обязуется инвестировать в производство промышленной продукции, не имеющей аналогов в России, в обмен на гарантии стабильности налоговых и регуляторных условий сроком на 10 лет.

По информации Дарьи Шевякиной, в 2016 году организациям химического комплекса оказана государственная поддержка на сумму 1,5 млрд руб.

Через уполномоченный Минпромторгом Российский экспортный центр осуществляется стимулирование экспорта, предусматривающее предоставление субсидий российским производителям на финансирование части затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках объектов интеллектуальной собственности, а также субсидий из федерального бюджета производителям высокотехнологичной продукции на компенсацию части затрат, связанных с сертификацией продукции на внешних рынках при реализации инвестиционных проектов. Появилась новая субсидия — на покрытие части затрат на логистику, которая также

осуществляется через Российский экспортный центр.

Спрос на нефть будет падать

Новый вектор развития нефтяной отрасли, а именно увеличение доли нефтехимии как сырьевой базы для производства пластмасс, выявил и описал в своем выступлении Михаил Левинбук, председатель комитета по нефтехимии Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков. Именно он, по информации организаторов конгресса, в 2005–2006 годах предсказал, а вернее математически просчитал сланцевую революцию и объяснил, что это принесет мировой, и, в том числе российской экономике. Мы видим, что предложение нефти превышает спрос, вследствие чего цены на нефть падают. А на пороге уже другая проблема.

Сегодня 70% поступающей на рынок нефти идет на производство моторного топлива, которое работает в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Однако курс на возобновляемые источники энергии приведет к сокращению, а впоследствии и полному отказу от ДВС. По прогнозам до 2030 года спрос на нефть сократится наполовину, и это ощутимый удар по нашей экономике через падение экспорта сырой нефти. Эту ситуацию с нефтью докладчик назвал более серьезной, чем «ядерная дубина». Мер воздействия на цену нефти у нас нет. Тон се-

годня задает не ОПЕК, а США, экономике которой выгодна дешевая нефть.

«Куда идти?», — задал вопрос профессор Левинбук и сам ответил: «В нефтехимию. Сырье для нефтехимии есть, но надо снижать себестоимость нефтепереработки. Если сейчас, пока у нас есть печи, мы не войдем на рынки, то мы туда уже не войдем никогда».

Есть лабораторные образцы

Профессора Левинсона поддержал выступивший следом Рафинат Яруллин, генеральный директор ОАО «Татнефтехиминвест-Холдинг», образно назвавший нефтехимию и пластмассы «печатным станком денег и рабочих мест». Он же сказал, что в стране нет конструкционных полимеров. Однако противником этому утверждению позвучало выступление Светланы Хашировой, заведующей кафедрой органической химии и высокомолекулярных соединений Кабарди-

но-Балкарского государственного университета. Она рассказала, что на кафедре удалось создать отечественные технологии получения суперконструкционных полимеров для 3D-печати. Полученные полимеры обладают регулируемым комплексом свойств для 3D-печати методом FDM — термостойкостью выше 450°C, ударной вязкостью, огнестойкостью, радиационной стойкостью, а также диэлектрическими свойствами, превышающими, по словам Светланы Хашировой, зарубежные аналоги.

Основным сырьем для печати полимерами являются фотополимеры и термопласты. Как рассказала Светлана Хаширова, по прогнозам, до 2025 года эти материалы сохранят свои позиции, тем не менее другие материалы будут значительно усиливать свои позиции на рынке в связи с переходом от моделирования к производству готовых изделий. Светлана Хаширова высказала сожаление, что российский рынок

материалов для аддитивной печати хотя и развивается, составляет 0,5% мирового.

Интересен прогноз динамики роста рынка аддитивной печати. В 2015 году мировой рынок оценивался в 4,25 млрд долл., к концу 2017 года он должен вырасти до 6 млрд долл., к 2020 году он должен составить почти 20 млрд долл., а к 2025 году общий рынок технологий составит 52 млрд долл. Как рассказала Светлана Хаширова, наш рынок аддитивных технологий характеризуется высокой зависимостью от импорта материалов. Если отечественное оборудование для 3D-печати уже появилось, то материалы для 3D-печати не производятся, на рынке в основном импорт, к тому же это обычные, стандартные пластики, которые не подходят для ответственных целей.

Итак, отечественные лабораторные образцы получены. Когда увидим промышленные? ■

EXPO 1520 VI
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
30.08-02.09 | 2017
Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ»
Россия, г. Москва, Щербинка

Генеральный партнер: **РЖД** (ОАО «РЖД»)
Спонсор регистрации: **ОВК** (ОБЪЕДИНЕННАЯ ВАГОННАЯ КОМПАНИЯ)
Спонсор навигации: **BOMBARDIER** (the evolution of mobility)
Спонсор Дня открытых дорог: **SKF**
Генеральные информационные партнеры: **TSCC**, **Гудок** (железнодорожное радио), **РЖД ПАРТНЕР**, **Railvolution**
Организатор: **СИБУР** (СИБИРСКИЙ ДИЗАЙН)

реклама

реклама

+7 (495) 988-28-01 | WWW.EXPO1520.RU



Организатор



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

22-27

августа

ARMY 2017

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ФОРУМ «АРМИЯ-2017»

Место проведения

Выставочный оператор



ПАТРИОТ
ЭКСПО





МКВ

www.rusarmyexpo.ru

РИТМ

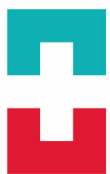
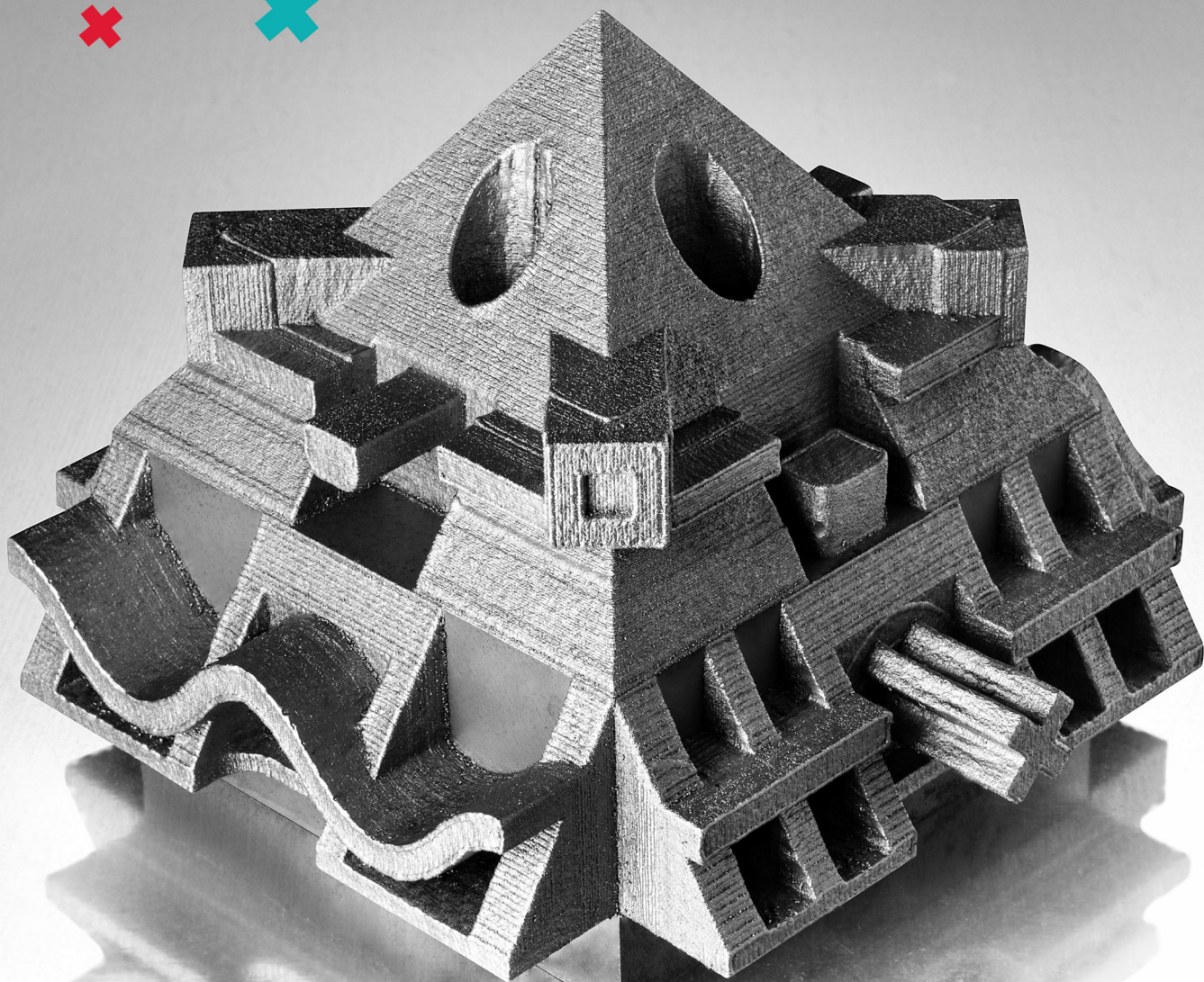
МАШИНОСТРОЕНИЯ

www.ritm-magazine.ru
ritm@gardes mash.com

 [ritmmagazine](#)
 [rhythm_of_machinery](#)



ДИПОЛЬ – ВАШ ПРОВОДНИК В МИР 3D-ПЕЧАТИ



ДИПОЛЬ

**+ Положительно
заряжен**

Группа компаний «Диполь»
Тел. (812) 702-1266
<http://3d.dipaul.ru>

