

at

аДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



TRUMPF ломает стереотипы стр. 10



Индустрия
3D-технологий:
итоги 2017 года
12



Применение
технологий
быстрого
прототипирования
в медицине
36



Изготовление
керамических
газотурбинных
двигателей
с встроенным
электро-
генератором
42

formnext

Международная выставка и конференция
производственных технологий будущего.
Франкфурт, Германия, 13-16 ноября 2018
formnext.com

Новые идеи. Новые возможности. Новые рынки.

Есть люди, которым нужны ваши идеи. Благодаря вашему опыту они приобретут форму и смогут воплотиться в инновационные продукты. Представьте свои решения на formnext – международной выставке и конференции по аддитивному производству и „умным“ технологиям будущего.

Where ideas take shape.



mesago
Messe Frankfurt Group



Настольные 3D-принтеры высокого разрешения

- Лучшее качество поверхности в своем классе
- Печать высокоэффективными полимерами и стандартными материалами
- Пластик для 3D-печати Verbatim и Polymaker

 **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
Принтеры: www.mass-portal.ru
Пластик: www.4fdm.ru



12



20



26

СОДЕРЖАНИЕ

- 8** 3D-вселенная
- 10** TRUMPF ломает стереотипы
- 12** Индустрия 3D-технологий: итоги 2017 года
- 16** Инновационное оборудование для предприятий будущего
- 20** Заглянуть за горизонт
- 23** Аддитивные технологии для атомной энергетики
- 26** Новая концепция аддитивного производства CAMS от Farsoon!
- 28** Литье в силиконовые формы: мелкосерийное производство по доступной цене
- 30** Соответствовать времени
- 33** Компания экспертного уровня
- 36** Применение технологий быстрого прототипирования в медицине
- 40** Между победой и поражением
- 42** Аддитивное изготовление керамических газотурбинных двигателей с встроенным электрогенератором
- 46** Применение аддитивных технологий в изготовлении аппаратов для нефтепереработки и нефтехимии

Издатель ООО «ПРОМЕДИА»

директор О. Фалина

главный редактор
М. Копытина

отдел редакции:

Т. Карпова

Э. Сацкая

С. Куликова, Е. Ерошкина

консультант:

Н.М. Максимов

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
www.additiv-tech.ru

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций (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.

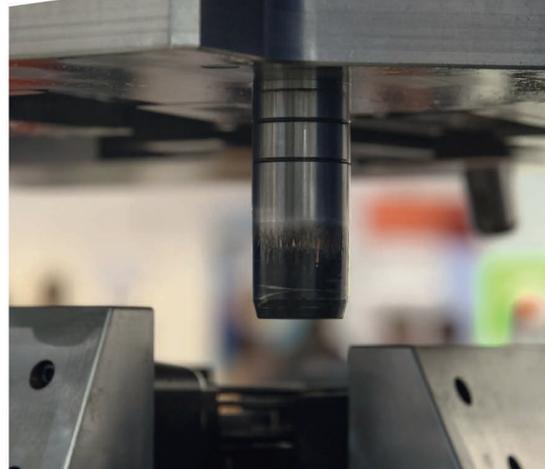
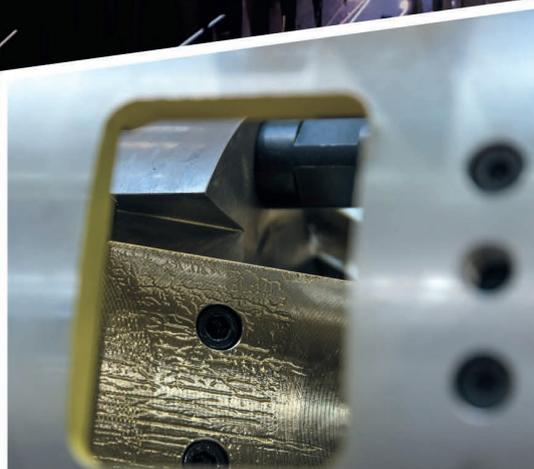
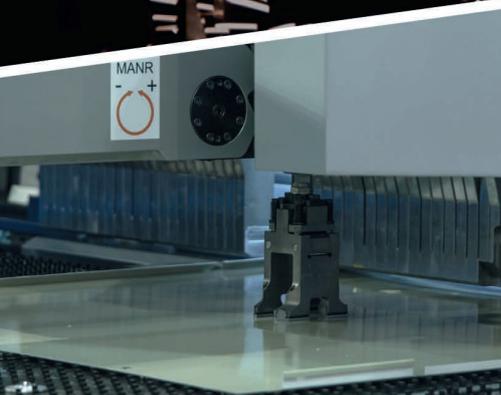
ИТАЛИЯ

НА ВЫСТАВКЕ

МЕТАЛЛО- ОБРАБОТКА 2018

**ПРИГЛАШАЕМ
ПОСЕТИТЬ ИТАЛЬЯНСКУЮ
КОЛЛЕКТИВНУЮ ЭКСПОЗИЦИЮ
14-18 МАЯ 2018**

**ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ ЭКСПОЦЕНТР,
МОСКВА, КРАСНОПРЕСНЕНСКАЯ НАБ.14
ПАВИЛЬОН 8.3**



ITALIAN TRADE AGENCY
ICE - Agenzia per la promozione all'estero e
l'internazionalizzazione delle imprese italiane
ИЧЕ - Посольство Италии
Отдел по развитию торгового обмена



Ministero dello Sviluppo Economico



UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE

Ассоциация итальянских производителей
станков, роботов и средств автоматизации

Для справок: Посольство Италии, Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ), 123610, Москва, Краснопресненская наб., д.12, офис 1202
Тел. (495) 9670275/77/78, факс (495) 9670274/79, e-mail: mosca@ice.it, www.italtrade.com/rossija



Роскошный автомобиль

Компания Hyundai Motor Group представила на международном автосалоне в Нью-Йорке роскошный электромобиль Essentia Concept с напечатанными на 3D-принтере компонентами.

Корпус автомобиля в виде монокока из легкого и прочного углеволокна является несущим для шасси с электрическим приводом. Стеклокапот переходит в прозрачную крышу. Интерьер Essentia также включает в себя детали из трехмерного печатного волокна, которые предназначены для добавления текстуры и «спортивного технического элемента» в дизайн интерьера. Автомобиль оснащен батареей высокой плотности и системой электродвигателей, функциями искусственного интеллекта, такими как распознавание голоса, интеллектуальный помощник, управление автомобилем с помощью голосовых команд, анализ настроения водителя и многое другое.

www.3ders.org

3D-печать для автомобилестроения

Технический центр АТ компании «Ауди» в г. Ингольштадт на крупнейшем автомобильном заводе использует металлические 3D-принтеры SLM Solutions Group AG уже в течение нескольких лет для производства как прототипов, так и готовых запчастей. Наиболее экономически подходят для изготовления на 3D-принтерах детали и узлы сложной геометрии, детали по запросу, а также мелкосерийные детали с объемом не более 3000 штук в год. В их числе детали из алюминиевых сплавов.



Водяные коллекторы для двигателя W12, отпечатанные на SLM280

<https://3dprintingindustry.com>

Аддитивные технологии в ракетостроении

Компания Relativity Space (США), применяющая 3D-принтеры в области ракетостроения с 2015 г., успешно привлекла инвестиции в размере 35 миллионов долларов. Используя самый большой металлический 3D-принтер, компания печатает сейчас более 95% компонентов двигателя, при этом успешно испытаны более 100 напечатанных двигателей. Это привело к тому, что вместо традиционных 100 тысяч деталей для сборки используется всего одна тысяча, резко сократились сроки изготовления и численность рабочих. 3D-принтер Stargate использует три робота Kuka с лазерными головками для печати металлическими сплавами в виде проволоки.

В планах компании полностью автоматизировать производство ракет, чтобы добиться удовлетворения растущего спроса на запуски ракет. В том числе заяв-

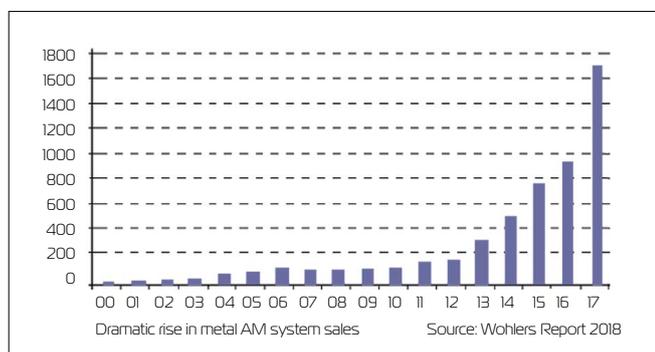


лено и участие в программе полета на Марс и создании там базы по производству ракет. Сейчас портфель заказов компании превышает 1 млрд долларов.

www.relativityspace.com

Итоги 2017 года

Согласно ежегодному отчету Wohlers Report 2018 о состоянии и перспективах рынка аддитивных технологий, подготовленному T. Wohlers, в 2017 г. общий рост отрасли составил 21%, что выше 2016 года с 17,4%. Металлических принтеров реализовано 1768 единиц (в 2016 г. — 983), т.е. рост на 80%. В основном он достигнут за счет улучшения систем мониторинга и контроля качества изделий. Количество компаний, выпускающих 3D-принтеры с ценой выше \$5000, увеличилось с 97 (2016) до 135 (2017), при этом новые компании выпускают системы с более продвинутыми свойствами: с открытыми по материалам платформами, с более высокими скоростями печати с меньшей ценой.



<https://wohlersassociates.com>



Профессор Массачусетского технологического института Анастасиос Джон Харт и выпускник института Джеймисон Го рассмотрели основные факторы, ограничивающие скорость печати обычного настольного 3D-принтера: скорость движения печатающей головки, давление, выталкивающее материал из сопла, и скорость, с которой этот материал плавится. «Когда мы поняли, что ограничивает эти три переменных, мы задались вопросом, как сконструировать новый принтер так, чтобы все три этих показателя у него были улучшены, — сказал Харт. — Нам это удалось, и принтер работает очень хорошо».

Инженерам пришлось изменить несколько механизмов внутри и около печатной головки и добавить

Печать датчиков для мягких роботов

Вдохновленные сенсорными способностями человека исследователи из Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (SEAS) и Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering разработали платформу для создания мягких роботов со встроенными датчиками, которые могут ощущать движение, давление, прикосновение и температуру.

Большинство датчиков, используемых в традиционной электронике, являются жесткими. Для решения этой проблемы исследователи разработали проводящие чернила с органической ионной жидкостью, которые можно применять для 3D-печати в мягких эластомерных матрицах. Данное решение позволяет сочетать как мягкое восприятие, так и приведение в действие в рамках одной интегрированной мягкой роботизированной системы.



<https://www.seas.harvard.edu/>

Быстрее в 10 раз

лазер для ускоренного плавления пластикового сырья. В результате получился аппарат FastFFF, работающий в 10 раз быстрее аналогов. Напечатать то, на что у обычного 3D-принтера уходит час, он может за пару минут. Если точнее, то объем выпуска прототипа составляет 127 см³/ч, что примерно в 7 раз выше, чем у коммерчески доступных моделей, а при максимальной скорости экструзии он достигает 282 см³/ч, что в 14 раз быстрее, чем печатают аналогичные принтеры в таком же разрешении.

Однако увеличение скорости процесса печати означает, что предыдущий слой не успевает полностью затвердеть, что может привести к искажению формы и ухудшению качества детали. Поэтому еще необходимо придумать способ, как охладить слой. Впрочем, инженеры уверены, что им это удастся, пишет New Atlas.

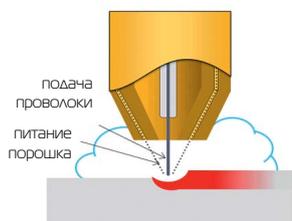
<https://hightech.fm>

3D-гибридные решения на базе станков с ЧПУ

Компания 3D Hybrid Solutions предлагает оснастить практически любые станки с ЧПУ дополнительными возможностями для 3D-печати на основе электрической, оптической и кинетической энергии:

— дуговой наплавки проволокой и порошком (Wire-Arc Additive Manufacturing) — рис. 1;

Рис. 1.

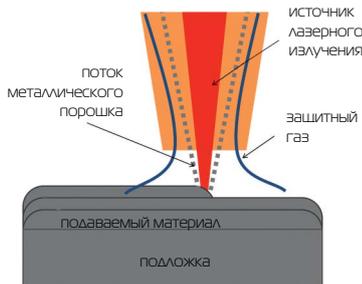


— лазерной наплавки металлического порошка (LMD, использует энергию лазера для расплавления небольшой зоны подложки, куда подается порошок для последующего сплавления с подложкой) — рис. 2;

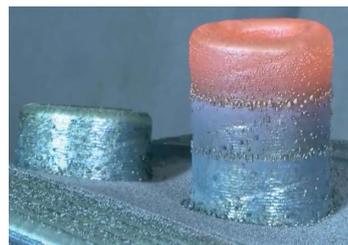
— холодного газодинамического напыления порошков (Cold Spray, использует метод нанесения порошков, которые разгоняются в струе газа

Рис. 2. Лазерная система наплавки порошка в защитном газе

а) схема процесса наплавки



б) наплавленные дополнительные элементы



в) наплавка дополнительных элементов

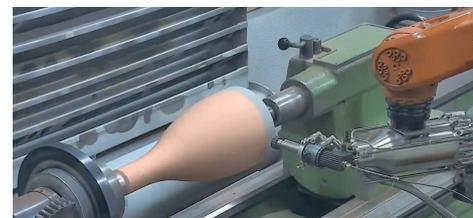


Рис. 3. Система холодного газодинамического напыления порошка

а) схема процесса



б) конструкция из меди в) нанесение медного покрытия



до сверхзвуковых скоростей и при соударении с подложкой соединяются с ней в единое целое) — рис. 3.

Таким образом компания снижает барьер входа для многих потребителей в мир аддитивных технологий, добавив новые опции АТ к имеющимся у них станкам с ЧПУ. Образцы изделий приведены ниже рядом со схемой процесса.

www.3dhybridsolutions.com, видео: <https://youtu.be/bkQWlzs1rMY>

Аддитивные технологии для создания ракетных двигателей

Аддитивные технологии (АТ) будут использоваться при производстве жидкостных двигателей для семейства ракет-носителей «Ангара», «Союз-5» и «Союз-2», сообщили в «Роскосмосе».

Предложение о внедрении АТ в производство двигателей было внесено конструкторским бюро НПО «Энергомаш» после успешных огневых испытаний на воронежском Конструкторском бюро химавтоматики (КБХА, входит в НПО «Энергомаш») камеры двигателя 14 Д23 (применяется в «Союзе-2.1б»). «При этом на предприятии уже освоена методика изготовления смесительной головки и сопла двигателя

14 Д23 с помощью аддитивных технологий», — сказали в госкорпорации.

По оценке специалистов КБХА, применение аддитивных технологий сократит трудоемкость производства этого двигателя на 20%. К примеру, смесительная головка, произведенная по традиционной технологии, состоит из 220 деталей, имеет 124 паяных соединения и 62 сварных шва. А смесительная головка, изготовленная по аддитивной технологии, состоит из одной цельной детали. Срок ее выращивания — 77 часов.



<http://tass.ru/>

Природный способ очистки воды от нефти

Исследователи из Университета Южной Калифорнии вдохновились примерами из живой природы, как можно создать искусственные материалы для ликвидации нефтяных разливов. Аналог в природе — плавающие листья бразильского папоротника (*Salvinia molesta*), микроструктура которых в виде яйцеобразных выступов придает листьям супергидрофобные свойства, т.е. они очень эффективно отталкивают воду.

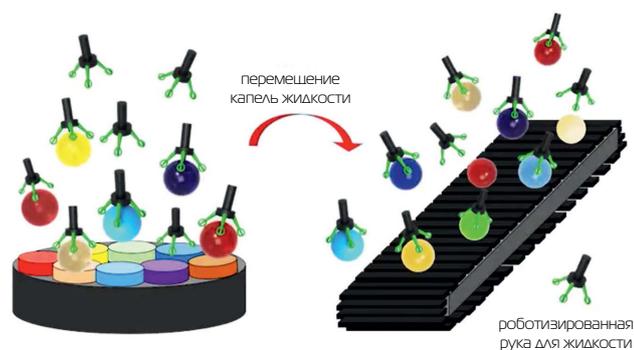
По словам руководителя работ профессора Y. Chen: «Мы создали одну функциональную текстуру поверхности, которая способна отделять масло от воды, используя 3D-печать». Полученный при 3D-печати материал эффективно поглощает нефть, а другие структуры материала позволяют также эффективно и с малыми по сравнению с традиционными энергозатратами отделять воду от нефти.

Эти же свойства структуры можно использовать в аналитической медицине, например, для нанесения микрокапелек крови на различные химические смеси для повышения эффективности анализа крови. Процесс легко можно автоматизировать за счет использования роботизированной руки.

Рис. Плавающие листья папоротника:
а) напечатанные структуры



б) транспортировка микрокапель
с помощью роботизированной руки



Видео: <https://youtu.be/BC3sBDuTT8o>

ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Промышленный лазерный
3D-принтер по металлу

СЕРИЯ
МЛ6 производится
с 2016

для послойного лазерного сплавления металлопорошков



Разработано и произведено в России

Разработка технологий
Сервисное обслуживание
Технологическое сопровождение
Поставка «под ключ»
Объем построения: 60×60×200 мм,
100×100×200 мм, 210×210×200 мм
Российское программное обеспечение
Открытые технологические настройки

ГРУППА КОМПАНИЙ
**ЛАЗЕРЫ
И АППАРАТУРА**

www.laserapr.ru • sales@laserapr.ru • +7 499 645 61 22

Зинаида Сацкая

Аддитивное производство все чаще называют драйвером инноваций. Попытаться окинуть взглядом необозримые пространства вселенной аддитивного производства дала возможность конференция 3DFAB + Print, организованная компанией «Мессе Дюссельдорф Москва».

Тема горячая. Возможно, и сами организаторы не ожидали такого наплыва жаждущих новой информации посетителей, которые заполнили в конференц-зоне не только все стулья, но и проходы. В работе конференции приняли участие 37 спикеров и более 400 слушателей. Ведущие игроки, накопившие опыт на молодом российском рынке аддитивных технологий, делясь опытом, не забывали предостерегать тех, кто задумывается о вхождении в рынок.

Деньги, время, геометрия

Вопрос стоимости и целесообразности использования технологии важен всегда. На этом сделал акцент Олег Лысак, генеральный директор компании CML AT, которая занимается технологическим инжинирингом в сфере аддитивных технологий. Он привел впечатляющие «антипримеры», когда выращенное изделие на порядок дороже сделанного по традиционной технологии.

Так, пилотный проект «3D Printing Marine Spares» в порту Роттердама при изготовлении седла клапана выявил цену в 2400 евро плюс 150 евро на испытания против цены 203 евро при производстве по традиционной технологии. Другая запчасть, а именно кронштейн, при аддитивном производстве обошлась в 1628 евро плюс 1500 евро на испытания. Деталь при традиционном производстве стоила 480 евро. Совместный проект 3D Systems, SolidWorks, Haas Factory Outlet и Mastercam по печати буровой головки кроме высокой цены показал нецелесообразность печати из-за габаритов и высокой вероятности появления дефектов. Таким образом, нет смысла применять аддитивные технологии для замены традиционных, только лишь проектирование новых изделий и конструкций позволят использовать все преимущества 3D-печати.

Специалист отдела маркетинга компании Picaso Ирина Арапова также обозначила тупиковые, по мнению профессионалов компании, направления: «Настольная 3D-печать никому не нужна из-за огра-

ничений на геометрию и очистки поддержек. Двух-экструдерные принтеры бесполезны из-за низкой скорости печати и низкой стабильности процесса».

Но, как выяснилось, не все в аддитивном производстве сходится на проблемах цены и эффективности оборудования. В 2015 году голландская компания Additive Industries, выпускающая оборудование для печати металлом, представила первую модульную конструкцию принтера. В 2017 году состоялись первые продажи в компании уровня Airbus и BMW. Но в Россию, по словам Лысака, это оборудование компания поставлять не будет, поскольку пока не видит в нашей стране рынка.

Генеральный директор компании Anisoprint Федор Антонов, представивший первый российский композитный 3D-принтер, утверждает, что на рынке отсутствуют доступные решения, позволяющие изготавливать функциональные детали сложной формы. Либо дешевые, но с малыми возможностями, либо с большими возможностями, но дорогие.

Если суммировать мнения многих выступавших, то малые тиражи выгоднее, то есть и быстрее, и дешевле делать на принтере, большие серии лучше делать на традиционном оборудовании по традиционным технологиям.

Статистика, прогнозы, проблемы

Руководитель RP-центра компании Consistent Software Distribution Кирилл Меренков поделился информацией, предоставленной ООО «Аэрокосмические технологии». Это данные за 2014 год, но вряд ли ситуация кардинально изменилась. Так, в первую мировую тройку потребителей оборудования для аддитивных технологий входят США (38%), Канада (12%), Япония (9,7%), доля России равна 1,4%. Не менее интересен прогноз применения аддитивных технологий до 2020 года по критерию основных приоритетов. В лидерах ускорение разработки продукта и производство продуктов по индивидуальным спецификациям.

Интересную информацию представил Дмитрий Трубашевский, директор по продажам ГК «Солвер». Преобладает печать пластиком — 89%, на долю печати металлом приходится 10%, на все остальные материалы — 1%. При этом доля любительских и полупрофессиональных принтеров составляет 91,6%, а профес-

Поздравляем победителей!

сиональных и промышленных — 8,4%. По данным исследования International Data Corporation (IDC), в 2016 г. емкость мирового рынка 3D-принтеров составила 13,2 млрд долл., в 2017 г. — 16 млрд, к 2020 г. она по прогнозу составит 28,9 млрд. Динамика роста числа 3D-принтеров выглядит следующим образом: 2015 год — 220 000 ед., 2016 — 450 000 ед., к 2020 году количество принтеров в мире достигнет показателя 6 700 000 ед. В 2016 году 29,6% принтеров работали в автомобильной промышленности, 17,8% приходилось на авиацию, космос и военную промышленность, 7,5% на производство оснастки, 6,9% на архитектуру, 3,3% составила частная печать и 34,9% на все остальное.

По данным представителя департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга РФ Антона Гречко, за 2017 год российскими компаниями изготовлено и реализовано 2600 принтеров, 19 промышленных аддитивных систем, в число которых входит 3 машины для работы с металлическими порошками. Крупнейшие государственные корпорации, в том числе «Роскосмос», «Росатом», «Ростех» и другие ведущие научные и промышленные организации активно используют 3D-принтеры в своих производственных и исследовательских процессах.

В связи с немалым числом заявлений от разных компаний о создании российских 3D-принтеров, Анна Цыганцова, ГК «Лазеры и аппаратура» отметила основные этапы изготовления готовой к внедрению серийной машины: разработка опытного образца станка и его ключевых узлов, доработка этого образца по результатам испытаний, адаптация документации и технологии изготовления под серийное производство, подготовка производства. Кроме того, успешное внедрение станка невозможно без качественной проработки технологии, проводимой изготовителем. Должно осуществляться параллельное развитие оборудования, конструкции конечного изделия, ПО и технологии. В этой связи значима постоянная связь между корпорацией-производителем конечного изделия и фирмой производителем технологического оборудования, требуется сотрудничество с университетами. В ГК «Лазеры и аппаратура» разработано оборудование послойного лазерного сплавления (SLM) — серия МЛ6, прямого выращивания (DMD) — МЛ7, начаты работы по созданию гибридной машины. Для успешного внедрения этого оборудования организован технологический центр.

Компания AdUpp, пожалуй, единственная коснулась темы утилизации или рециклинга отходов. Сегодня компания видит в этом предмет глобальной дискуссии, хотя есть понимание, что выйти на стоцентное решение проблемы невозможно. ■

В Институте передовых производственных технологий (ИППТ) СПбПУ подвели итоги заключительного этапа трека TechNet крупнейшего в России и Восточной Европе стартап-акселератора GenerationS от АО «РВК».

1 место занял проект FDM ver. 2.0 — высокоскоростной экструдер для 3D-принтера, существенно расширяющий возможности традиционных технологий FDM 3D-печати различными материалами. Его представили **Евгений Матвеев** и **Игорь Безукладников**. Победители получили сертификат на 500 000 рублей на реализацию проекта и возможность протестировать свои решения на испытательном полигоне «Фабрика будущего».



2 место и приз в 300 000 рублей получил проект **Сергея Кокшарова** SEMA — инновационный осушитель воздуха для транспортных контейнеров, способный достичь 900% влагопоглощения от собственного веса.

3 место завоевал стартап ООО «Стимул Групп» — производство инновационных полимерно-композитных материалов нового поколения. Особенность новых полимеров: повышенная термостойкость, снижена токсичность при нагреве и горении и снижена наполненность полимерных композиций за счет полифункциональных свойств. Авторами проекта выступили **Сергей Лосев** и **Любовь Постникова**.

Так как в этом году стартап-акселератору GenerationS исполняется 5 лет, организаторы дали возможность принять участие в суперфинале пяти финалистам трека. Проекты VR Concept — разработчик программного обеспечения виртуального прототипирования для VR-очков и A.A.C.Polymers — инжиниринговая компания полного цикла, производящая теплопроводящий полимерный композит, также поборются за первое место и главный приз — 15 млн рублей.

<http://fea.ru/>



TRUMPF ломает стереотипы

Снижение производственного цикла, повышение производительности, использование 99% материала, снижение конечной стоимости изделия и многое другое — несомненные преимущества аддитивных технологий перед традиционными. Часто приходится слышать, что аддитивные технологии пока не подходят для серийного производства изделий. TRUMPF ломает этот стереотип!

Благодаря промышленному подходу и руководствуясь принципом «все из одних рук», TRUMPF предлагает готовое индустриальное решение для 3D-печати серийных изделий из металла, включающее в себя все необходимое оборудование и программное обеспечение.

Периферийное оборудование

Решающим условием для промышленного аддитивного производства является оптимальное перемещение порошка и деталей. Периферийное оборудование TRUMPF рассчитано на серийное производство изделий и способно обеспечить до 6 работающих

принтеров. Можно легко управлять одновременно порошком, производственным процессом и деталями.

Процесс производства деталей и обработки порошка представляет собой закрытый герметичный цикл, главными составляющими которого являются станция распаковывания, просеивающая установка и станция хранения порошка. Таким образом, обеспечивается работа в чистой и безопасной, можно даже сказать, дружественной человеку производственной среде.

Промышленная система управления деталями и порошком TRUMPF помогает увеличить производительность и экономичность производства, так как позволяет распаковывать задания и оснащать один или несколько станков TruPrint параллельно основному машинному времени.

Станция распаковывания

Благодаря компонентам станции распаковывания новый металлический порошок попадает в контур станка для 3D-печати без прямого контакта с оператором. При этом детали могут отделяться от платформы построения за пределами станка, что гарантирует высокую доступность станка.

- При помощи сменных цилиндров в станках TruPrint рабочий цилиндр может перемещаться



в станцию распаковывания сразу после окончания производственного процесса.

- Всасывающее сопло гарантирует легкую очистку даже сложных деталей через герметичные перчатки. Это позволяет избежать прямого контакта с порошком.

- Поворотный рабочий цилиндр и электрический подъемный привод обеспечивают оптимальный доступ к станции.



Просеивающая установка с вакуумным транспортером

Надежная просеивающая станция обеспечивает высокопроизводительный автоматический процесс фильтрации с ультразвуковой очисткой для промышленной обработки металлического порошка. Высокая степень автоматизации позволяет управлять станцией без участия оператора.



Станция хранения порошка

Станция хранения обеспечивает безопасное и надежное содержание, транспортировку и расфасовку больших объемов порошка.



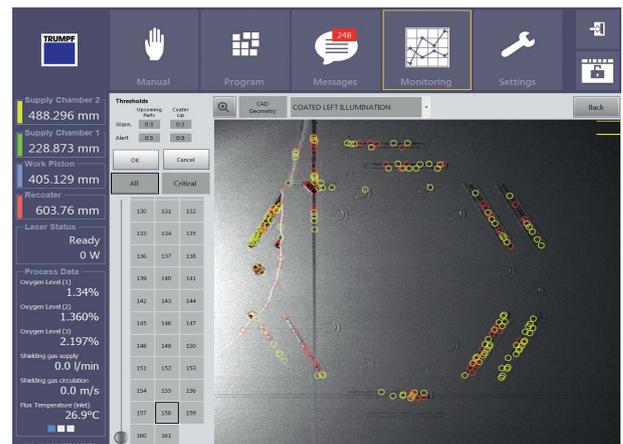
Программные решения

TRUMPF предлагает открытое программное обеспечение для создания управляющей программы, позволяющее оптимизировать все возможные параметры процесса печати в соответствии с требованиями к деталям.

Мониторинг

В 3D-принтеры TRUMPF интегрирована система мониторинга качества процесса печати, способная обеспечить работу без контроля со стороны оператора.

В случае обнаружения дефекта программное обеспечение автоматически исключит нужную деталь из процесса печати.



Приложение, устанавливаемое на мобильное устройство, позволяет удаленно в режиме реального времени следить за работой TruPrint.

Таким образом, готовое решение TRUMPF, стандартный интерфейс и модульная конструкция гарантируют максимальную производительность, и позволяют легко интегрировать в производство дополнительные 3D-принтеры в соответствии с растущим спросом на аддитивные технологии. ■

ООО «ТРУМПФ»
+7 495 234573
ru.trumpf.com

Индустрия 3D-технологий: итоги 2017 года

Семен Попадюк, эксперт компании iQB Technologies

2017-й год уже позади, и мы попросили ведущих специалистов компании iQB Technologies рассказать о самых интересных разработках, решениях и тенденциях в области 3D-печати и 3D-сканирования, проанализировать ситуацию на рынке и поделиться своими ожиданиями на 2018 год.

Как растет мировой рынок 3D-технологий: цифры и тенденции

Андрей Трофимов,
директор по стратегическому планированию iQB Technologies

В мировом масштабе все выглядит достаточно перспективно: годовой рост рынка производственных и профессиональных аддитивных установок в сумме (в штуках) составляет порядка 14% (рис. 1). Мы говорим об экономически развитых странах — Германии, Франции, США, Японии, Китае. В других странах темпы несколько ниже.

Рост числа компаний, которые внедряют 3D-технологии и применяют в производстве соответствующее оборудование, естественно, отстает от общего роста парка оборудования. Это и лидеры рынка, которые уже встали на этот путь и наращивают производственные мощности, и те, кто по-прежнему находится

в стадии исследований и изысканий. Я бы так оценил увеличение количества предприятий, постепенно переходящих к этапу внедрения: порядка 2–3% в год.

Рынок расходных материалов растет опережающими темпами, примерно на 19–20% в год (суммарно, по всем типам материалов). И это понятно: как только у предприятия появляется оборудование, получить экономический эффект от его применения можно только в том случае, если оно не простаивает. Поскольку этот рынок показывает достаточно высокий темп, он привлекателен и для инвесторов, и для компаний, и конкуренция между производителями 3D-оборудования довольно высока.

Каждый год появляются новые производители — и оборудования, и расходных материалов. Разрабатываются ноу-хау, которые в рамках существующих технологий позволяют добиваться новых преимуществ — например, увеличения скорости производ-

ства или точности сканирования. Допустим, компания улучшила потребительские свойства своей продукции. С одной стороны, она имеет реальный шанс добиться рыночного успеха, а с другой — может быть поглощена более крупным игроком, готовым приобрести эту компанию ради инновационного ноу-хау.

Самое важное из таких событий по итогам 2016 и 2017 года — это покупка крупных производителей 3D-оборудования Concept Laser и Arcam компанией General Electric Aviation. Два влиятельных игрока 3D-рынка получили доступ к финансовым возможностям и лабораториям GE и будут развиваться в соответствии со стратегией, которую видит этот индустриальный лидер, в том числе и в такой важной тематике, как встраиваемость аддитивного оборудования в современные технологические процессы. И еще один пример поглощения: DMG MORI, лидер рынка токарных и фрезерных станков с ЧПУ, приобрела производителя 3D-принтеров Realizer. Первая задача, которая будет решаться компанией, — это встраивание аддитивных машин в единый технологический цикл с классическими станками для металлообработки. Это ярко выраженный тренд, и он будет развиваться в ближайшие несколько лет.

ГОДОВОЙ РОСТ РЫНКА В ПРОЦЕНТАХ

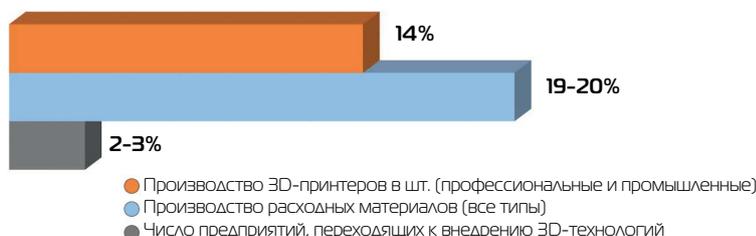


Рис. 1

*Алексей Чехович,
главный технический
эксперт iQB Technologies*

Все производители — и опытные, и новые — сейчас делают упор не столько на улучшение 3D-технологий, сколько на повышение автоматизации процесса в целом и вкладывают в это значительные средства.

Наиболее востребованной на профессиональном рынке аддитивной технологией является селективное лазерное плавление, и мы наблюдаем появление нового типа SLM-установок: это уже не просто 3D-принтеры, а целые автоматические линии. В их состав входит манипулятор, переносящий платформу построения из принтера в камеру очистки, и весь этот процесс выполняется в автоматическом режиме. Что немаловажно, производитель таким образом заботится о здоровье операторов оборудования, ведь сама технология очень вредная.

В 2017 году все крупнейшие компании представили решения, нацеленные на создание замкнутого автоматизированного производственного цикла 3D-печати металлами.

Разумеется, продолжают разработки по повышению производительности машин и увеличению размеров камер построения. У кого-то это получается лучше, у кого-то хуже — в любом

случае, стандарт большой камеры для технологии SLM на сегодня — 500×300×500 мм. Есть и более габаритные камеры, 600–800 мм по одной оси.

Резюмируя итоги года, можно сказать, что производители прежде всего борются за скорость печати, повышают мощность. Машина с одним лазером — уже анахронизм, в современных моделях их как минимум два, а то и четыре. Это существенно повышает производительность, но и усложняет аппарат.

Если говорить о других методах 3D-печати, появились такие интересные решения, как принтер Rize One, совмещающий две технологии. По сути, это FDM-принтер, который накладывает слой пластика леской, а рядом установлена цветная струйная головка, которая в нужных местах раскрашивает модели. Можно устанавливать до пяти головок и смешивать цвета, как в струйном принтере. У изделий, напечатанных на Rize One легко удаляются подержки.

*Никита Кудряшов,
эксперт по профессиональным
и промышленным аддитивным
установкам iQB Technologies*

Дополню сказанное Алексеем об автоматизированных производственных системах. Важной и очень ожидаемой новинкой стала установка SLM 800, которая будет продаваться в 2018 году. Это по-настоящему «умное» про-

изводство — 3D-принтер плюс система обработки и очистки деталей, к которой можно подключить до восьми машин.

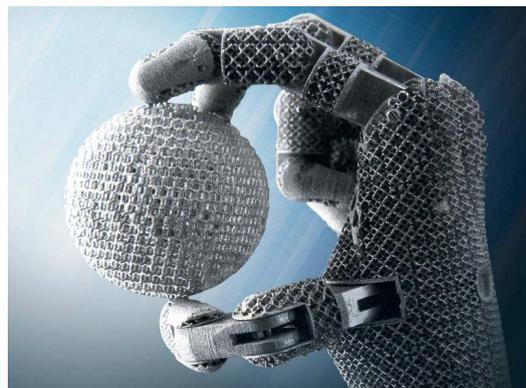
Компания iQB Technologies пристально следит за изменениями на рынке 3D-технологий. В странах, где налажен процесс их сертификации, они применяются уже в совершенно разных отраслях. В Европе и Америке аддитивным способом производится очень много продукции для массовых, потребительских нужд (рис. 2). На выставках мы постоянно видим все новых производителей, которые представляют весь спектр оборудования — от модификаций самой простой аддитивной технологии FDM до серьезных промышленных машин SLM, SLS и SLA. Постоянно появляются новинки — из Франции, Голландии и особенно из азиатских стран. Все больше машин и технологий уходит в производство.

В качестве примера любопытной новинки приведу FDM-машину, размеры рабочей камеры которой определяет заказчик. В самом принтере используется не струна, как мы привыкли в FDM-технологии, а гранулированный ABS-пластик. Фактически это совмещение процесса литья и FDM. Раньше мастер-модель вытачивали из дерева, и она была очень тяжелой. Сейчас на принтере с камерой построения 27 куб м выращивается не менее прочная и гораздо более легкая пластиковая форма.

Были в этом году и спорные решения — например, 3D-принтер

Рис. 2





для печати моделей из полиамида, в котором порошок не спекается лазером, а скрепляется клеем.

Алексей Чехович

Что интересного произошло в области 3D-сканирования? Большой проблемой практически всех 3D-сканеров является сканирование блестящих, зеркальных плоскостей — полированных, хромированных изделий. Без нанесения матирующего спрея фактически ни один сканер такие поверхности хорошо не оцифрует. Ведущие мировые производители работают над этим, и на смену технологии структурированного белого цвета пришла технология структурированного голубого цвета. Компания Creaform пошла дальше: в программном обеспечении нового сканера MetraSCAN 3D был реализован дополнительный алгоритм обработки данных, который позволяет качественно сканировать блестящие поверхности. В следующем году Creaform планирует добавить эту функцию в ПО 3D-сканеров HandySCAN 300 и 700. Подчеркиваю, что проблема была решена не за счет «железа», а за счет софта.

Упомяну еще одну новинку Creaform, показанную в этом году: это фотограмметрия MaxSHOT 3D для контроля крупных объектов, совместимая практически с любыми 3D-сканерами. Систе-

ма может работать независимо, но позволяет существенно увеличить точность данных сканирования за счет совместного использования 3D-сканеров, фотограмметрии и ПО. В отличие от традиционных решений, MaxSHOT 3D может диагностировать сделанные снимки в режиме онлайн.

Производители 3D-сканеров продолжают улучшать характеристики своего оборудования за счет нового аппаратного и программного обеспечения, новых камер, оптики и т.д. Однако каких-то кардинальных, прорывных изменений в технологии 3D-сканирования в уходящем году не было.

А что происходит в России?

Никита Кудряшов

В этом году мы почувствовали, что низшая точка кризиса преодолена. Производство начинает выходить на крупные объемы. Соответственно, мы видим, что заводы и предприятия, поддерживаемые концернами, государством, начали опять закупать серьезное оборудование и готовы к перевооружению. Можно с уверенностью говорить, что аддитивные технологии займут в России достаточно большую нишу и в сочетании с традиционными методами начнут менять сам процесс производства (рис. 3).

Конец года ознаменовался хорошими продажами промышленных машин, и мы ожидаем, что весь 2018 год будет плодотворным по 3D-оборудованию в целом. Сейчас я занят в нескольких проектах по поставкам промышленных решений (производственные машины, 3D-сканеры и профессиональные 3D-принтеры), и я вижу, что со стороны клиентов к ним есть повышенный интерес.

Несколько слов о государственной поддержке компаний, применяющих 3D-технологии. Поставлена задача к 2025 году перевести оборонные предприятия на самокупаемость. То есть производства частично перейдут на коммерческие рельсы и сами будут зарабатывать средства на оборудование, модернизацию и прочее. Это должно дать новый импульс внедрению инноваций.

Правительство осознает необходимость внедрения 3D-технологий, и в ближайшее время планируется серьезно подойти к их сертификации. Соответственно, нужна подготовка специалистов, и в России появляются центры новых технологий, в ведущих вузах уже есть или скоро будут созданы исследовательские лаборатории. Многие университеты (например, МГТУ имени Баумана, МИСиС) разрабатывают учебные программы и готовят конструкторов и технологов 3D-оборудования. ■



9–12 июля 2018, Екатеринбург
Страна-партнер: Республика Корея

ГЛАВНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА **ИННОПРОМ**

ТЕМА:
**ЦИФРОВОЕ
ПРОИЗВОДСТВО**



600+

индустриальных
компаний-
экспонентов

50 000

посетителей:
профессиональная
аудитория более 60%

Более 100

стран мира

160+

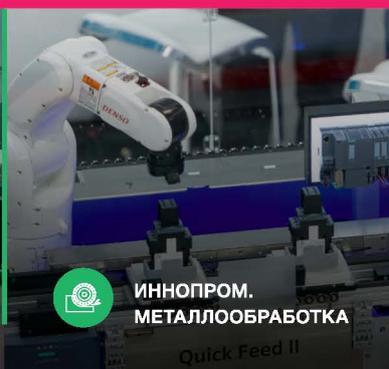
деловых
мероприятий



ИНДУСТРИАЛЬНАЯ
АВТОМАТИЗАЦИЯ



МАШИНОСТРОЕНИЕ
И ПРОИЗВОДСТВО
КОМПОНЕНТОВ



ИННОПРОМ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА



ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Организатор



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Оператор

business event
ГРУППА КОМПАНИЙ **FORMIKA**

WWW.INNOPROM.COM

Телефон горячей линии:
8-800-700-82-31

#ИННОПРОМ2018

#ЦИФРОВОЕПРОИЗВОДСТВО

#DIGITALMANUFACTURING

На рынке аддитивных систем для выборочной лазерной плавки станок LASERTEC SLM впечатляет высоким уровнем надежности и производительности. Сменный порошковый модуль обеспечивает возможность замены порошка менее чем за два часа



Инновационное оборудование для предприятий будущего

- Цифровой завод: внедрение интерфейса CELOS для цифрового обеспечения производства в эпоху Индустрии 4.0
- Автоматизация производства: интегрированные решения для производства будущего
- Обучение и подготовка специалистов: международные образовательные стандарты и самые современные системы ЧПУ
- Отечественное производство и сервис на Ульяновском станкостроительном заводе 36 месяцев гарантии на шпиндели серии MASTER
- АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: три комплексные производственные цепочки для технологии работы с порошковой камерой и подачей порошка через сопло
- Превосходство технологий DMG MORI: 50 лет опыта в разработке технологий для авиакосмической отрасли

На выставке «Металлообработка», которая в 2018 г. пройдет в Москве с 14 по 18 мая, компания DMG MORI представит весь спектр возможностей — цифровой завод, комплексные решения по автоматизации, сервисные решения, основанные на потребностях заказчиков. Во время выставки будут демонстрироваться уникальные решения для цифровизации производства, автоматизации, такие как интеграция

DMU 50 и системы PH 150 для загрузки/выгрузки паллет, а также инновационные разработки в области аддитивного производства. Кроме этого, посетители получат возможность ознакомиться с индивидуальными сервисными решениями, обучающими программами для российского рынка и передовыми технологиями для авиакосмической отрасли.

Концепция DMG MORI «Путь цифровизации»

Внедрение цифровых технологий в станкостроение будет одной из ключевых тем на стенде DMG MORI во время выставки «Металлообработка» 2018 года. Презентации на выставке будут всесторонне освещать концепцию, названную «Путь цифровизации». Согласно этой концепции, внедрение цифровых технологий происходит «снизу вверх» (bottom-up): начиная от внедрения интерфейса CELOS на отдельные станки, переходя к объединению производственных процессов с помощью CELOS и заканчивая переходом к «умному заводу».

Комплексные решения для цифрового завода

Впервые представленные на выставке ЕМО системы поточной обработки цифровых заданий для информационной поддержки планирования производства и автоматизированного управления инструментом находятся уже на этапе точной настройки. Они будут доступны для клиентов в качестве приложений CELOS уже в первой половине года. Другими вопросами внедрения цифровых технологий являются непрерывное расширение возможностей мониторинга для оптимизации производственных процессов, а также цифровых продуктов и услуг. Внедрение новой, не зависящей от конкретного производителя платформы IoT ADAMOS позволяет компании DMG MORI предлагать своим клиентам и поставщикам комплексные интегральные и открытые решения для цифровизации.

Автоматизация производства: интегрированные решения для производства будущего

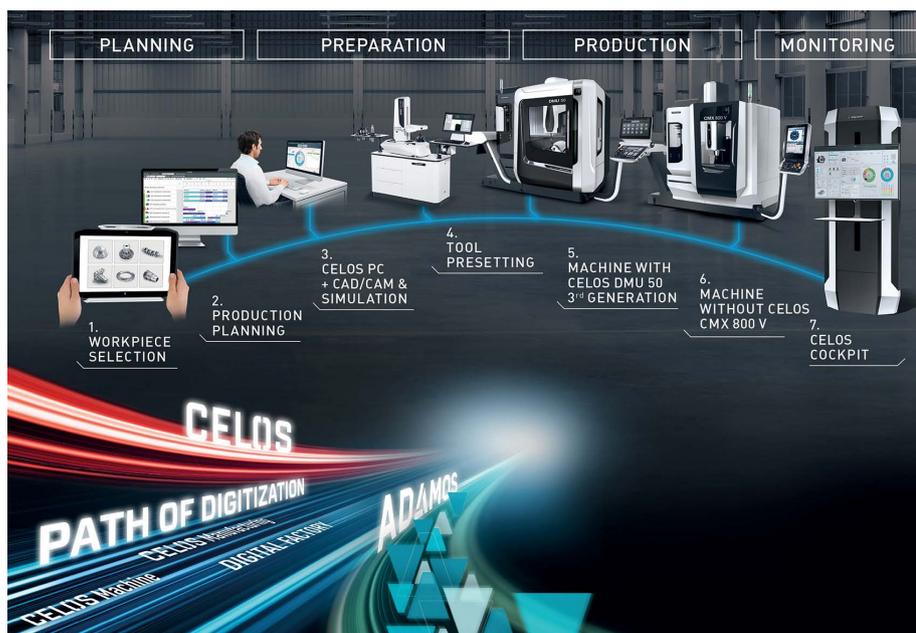
Решения по автоматизации получают все большее распространение и позволяют увеличивать объемы производства. Компания DMG MORI поддерживает это направление и гарантирует, что все станки ее производственной линейки могут поставляться от единого поставщика либо в качестве стандартного решения, либо в качестве решения для конкретного заказчика. «Наши общие производственные возможности варьируются от разработки и моделирования до окончательной передачи полной системы «под ключ», — объясняет Маркус Ремм, управляющий директор совместного предприятия DECKEL MAHO Seebach GmbH и DMG MORI HEITEC GmbH, DMG MORI AKTIENGESELLSCHAFT и HEITEC AG. Интеграция станков и си-

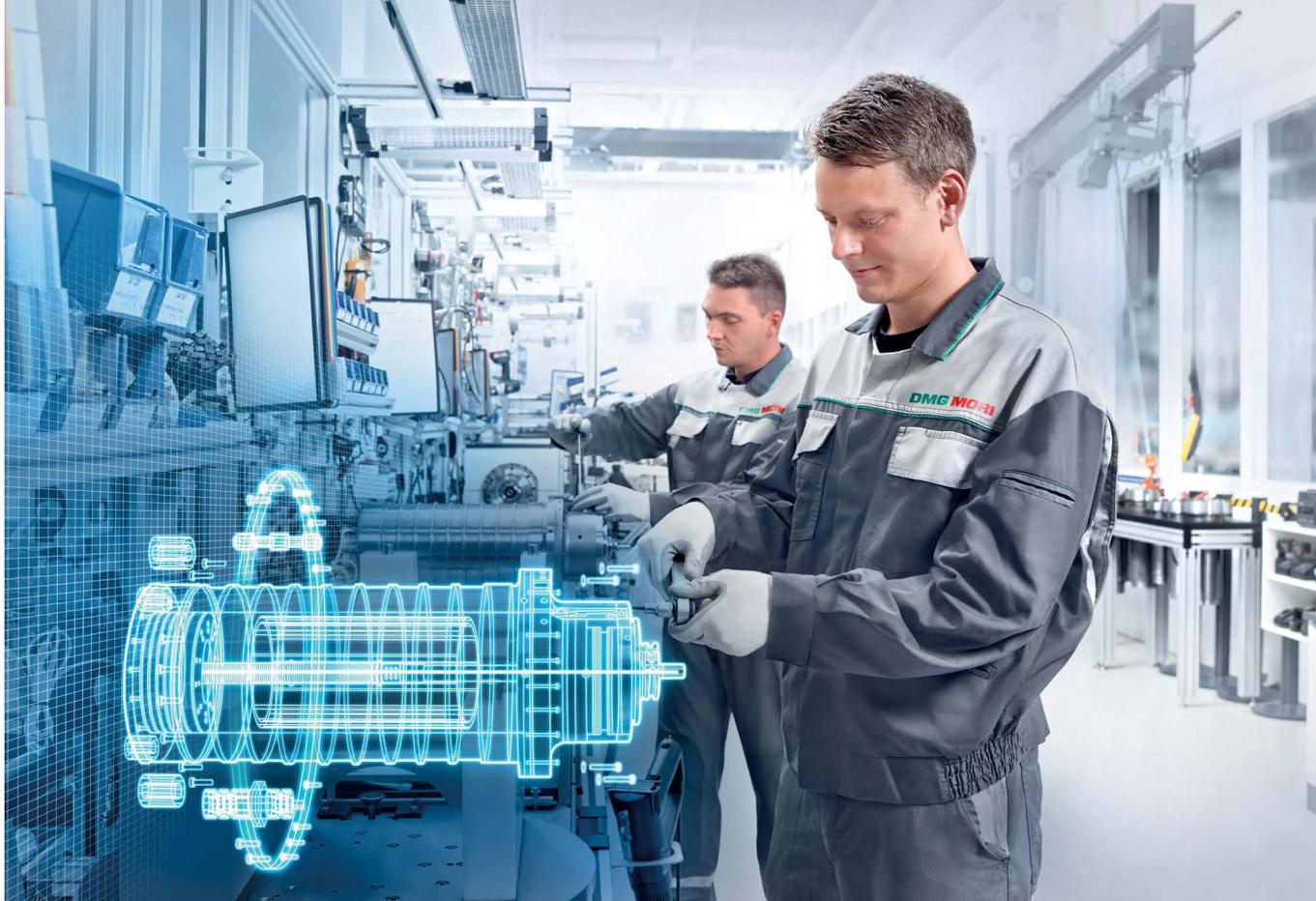
стем автоматизации осуществляется на производственных площадках DMG MORI, что позволяет компании реализовывать комплексный подход и поставлять объединенные решения от единого разработчика. На «Металлообработке» компания DMG MORI представит решение по автоматизации, которое включает систему PH 150 для загрузки/выгрузки паллет на 24 паллеты, максимум и универсальный обрабатывающий центр для обработки по 5 осям DMU 50 и DMU 50 ecoline, выпускаемые на Ульяновском станкостроительном заводе.

Обучение и подготовка специалистов для российского рынка

Конкурентоспособность предприятия зависит от владения ноу-хау в области систем ЧПУ. Компания DMG MORI охотно делится опытом в этой сфере как с промышленными предприятиями, так и образовательными учреждениями. Работая в тесном сотрудничестве с техникумами, университетами и производственными предприятиями, Академия DMG MORI зарекомендовала себя как надежного партнера, предлагающего широкий перечень обучающих курсов и оборудования для российского рынка. Подход Академии DMG MORI к обучению основан на применении международных образовательных стандартов и использовании передовых систем ЧПУ. Все тренеры проходят обучение в Германии. В Технологическом центре DMG MORI в Москве и на заводе в Ульяновске можно приобрести обо-

Цифровой завод, комплексные решения по автоматизации и аддитивное производство — основные направления деятельности компании DMG MORI также и в России





На Ульяновском станкостроительном заводе DMG MORI планируется собирать 600 шпинделей в год

дование для классных комнат и станки для обучения. Имея богатый опыт в организации образовательных программ, компания DMG MORI с 2013 г. является генеральным партнером движения WorldSkills в России, а с 2017 г. и глобальным партнером международного движения WorldSkills International. Партнерство подразумевает проведение специальных обучающих курсов для подготовки участников соревнований WorldSkills. Эффективность обучающих программ подтверждена на практике в обучающих центрах, сотрудничающих с компанией DMG MORI. Наилучшие результаты в таких компетенциях, как точение и фрезерование, были продемонстрированы в образовательных учреждениях, оснащенных станками DMG MORI.

Ульяновский станкостроительный завод: производство и сервис в России

Современное промышленное предприятие в Ульяновске и технологический центр DMG MORI в Москве обеспечивают станкостроительному концерну не только статус отечественного производителя, но и лидера инноваций на российском рынке. С момента открытия Ульяновского станкостроительного завода в 2015 году российская производственная площадка с каждым годом развивается все успешнее, достигнув высших показателей в 2017 году. Приме-

няя технологию сборки полного цикла, производство в 2017 году показало рост на 45% по сравнению с 2016 годом. В 2018 году предприятие запускает сборку шпиндельных узлов для станков собственного производства — DMG MORI будет собирать 600 шпинделей в год, а также начнет производство гидравлических систем для оборудования собственного производства. Что касается серии шпинделей MASTER, DMG MORI дает достойный ответ на требования рынка. Объединив в себе весь опыт компании DMG MORI, эти шпиндели пользуются высоким спросом, очень надежны и имеют значительно более длительный срок службы по сравнению с обычными шпинделями. По этой причине компания DMG MORI предоставляет 36-месячную гарантию на шпиндели в этой серии — без каких-либо ограничений часов эксплуатации.

Сервисные услуги, предоставляемые компанией DMG MORI, являются наглядным примером решений, ориентированных на запросы заказчиков, и основой стратегии будущего развития. Еще совсем недавно, в 2016 г., компания DMG MORI объявила о 5 новых сервисных обязательствах перед заказчиками под девизом «Интересы заказчика на первом месте 1.0». И вот уже готов расширенный список обязательств по оказанию сервисных услуг «Интересы заказчика на первом месте, версия 2.0».

АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО:

три комплексные производственные цепочки для технологии работы с порошковой камерой и подачи порошка через сопло

DMG MORI успешно работает на рынке уже более четырех лет благодаря комбинации технологии сварки лазерной наплавкой и механической обработки на станках серии LASERTEC 3D hybrid. Это базовый уровень, на котором DMG MORI уже давно зарекомендовал себя как поставщик полной линейки оборудования для аддитивного производства и на котором он полностью скомплектовал портфель оборудования. В то время как LASERTEC 653D служит дополнением существующего парка обрабатывающих центров, где он используется исключительно для сварки лазерной наплавкой, серия LASERTEC SLM расширяет диапазон продукции, предлагая работу с использованием рабочей платформы методом выборочной лазерной плавки.

Комплексные решения для АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА в порошковой камере

На рынке аддитивных систем для выборочной лазерной плавки станок LASERTEC SLM впечатляет высоким уровнем надежности и производительности. Его сменный порошковый модуль обеспечивает возможность замены порошка менее чем за два часа. Благодаря CELOS для SLM компания DMG MORI предлагает интегральное программное решение для

автоматизированной подготовки УП и управления станком из единого источника и с единым пользовательским интерфейсом. Благодаря скоординированному и единообразному пользовательскому интерфейсу детали программируются в кратчайшие сроки, а информация передается на устройство мгновенно — независимо от сложности деталей.

Комплексные ноу-хау для российской авиакосмической промышленности

Помимо оборудования DMG MORI поставляет заказчикам комплексные промышленные ноу-хау от технического консультирования до индивидуальных решений «под ключ» для отраслей с высокими требованиями к качеству обработки поверхности, такими как автомобилестроение и авиакосмическая отрасль. Особое внимание в компании DMG MORI уделяется именно авиакосмической отрасли. Эта быстрорастущая отрасль промышленности требует серьезных компетенций для реализации эффективных решений и высокопроизводительных систем ЧПУ. Компания DMG MORI уже является главным поставщиком станков и решений для российской авиакосмической отрасли. На выставке «Металлообработка» в зоне, посвященной аэрокосмической промышленности, заказчики смогут не только увидеть станки DMG MORI, выпускаемые в России, но и 5-осевой обрабатывающий центр DMU 125 P duoBLOCK и токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX beta 800 TC. ■

Интеграция станков и систем автоматизации осуществляется на производственных площадках DMG MORI, что позволяет компании реализовывать комплексный подход и поставлять объединенные решения от единого разработчика



Заглянуть за горизонт

Зинаида Сацкая



Поставщик оборудования, материалов и услуг ТПК «Фолипласт» на рынке не новичок. С 2006 года была отстроена устойчивая и, можно сказать, равновесная структура. Каждое направление занимает треть в обороте компании, и каждое направление имеет разветвленную внутреннюю структуру. Работа по аддитивным технологиям включает в себя быстрое прототипирование и 3D-печать, а также 3D-сканирование, что предполагает как услуги, так и поставки оборудования. Все заказы компания выполняет на таком же оборудовании, которое поставляет на рынок. Это сильное управленческое решение, которое говорит о качестве поставляемого оборудования больше, чем любые рекламные ухищрения, ведь компания поставляет оборудование, которому доверяет и собственную репутацию, и собственный кошелек. О прошлом, настоящем и будущем компании обозревателю журнала «Аддитивные технологии» рассказал Максим Сухарев, генеральный директор компании.



Максим Сухарев,
генеральный директор
компании ТПК «Фолипласт»

Как всё начиналось?

В 1998 году я начал работать в компании, которой, правда, сейчас уже не существует, но в которой было пионерское начало, я бы сказал, зорька всех российских аддитивных технологий. Так что аддитивное направление в «Фолипласте» возникло не с нуля. Шаг за шагом мы выстраивали свой бизнес, и сегодня для реального сектора экономики у нас, наверное, самые мощные возможности по аддитивному производству

мелкосерийных пластмассовых изделий. Оборудование у нас самое разнообразное. Порядка 10 3D-принтеров, несколько установок вакуумного литья в силиконовые формы, в том числе автоматические, несколько 3D-сканеров для реверс-инжиниринга и контроля качества изготавливаемой продукции, установки литья полиуретана под низким и высоким давлением, станки с ЧПУ для фрезерования изготавливаемых прототипов. Сейчас у нас более полутора тысяч проектов каждый год, и 80% из них — это проекты по аддитивной тематике. Проекты разные — от нескольких тысяч рублей до десятков миллионов рублей.

Что представляет собой ваша продукция, выпускаемая по аддитивным технологиям, и кто ее потребители?

Детали самые разные, всё зависит от заказчика. 3D-принтер для того и создан, чтобы выполнять все пожелания заказчика. Основной наш заказчик приходит за мелкими сериями пластиковых изделий. Наш диапазон — от одного изделия до нескольких тысяч, но значительная часть заказов приходится на диапазон от 100 до 500 штук. Среди наших клиентов все отечественные производители автомобилей, автобусов и дорожно-строительной техники, которые в первую очередь заказывают прототипы и малые партии пластиковых изделий по аддитивным технологиям, а также опытные образцы — пластиковые изделия для интерьеров и экстерьеров. Мы интересны медицинским предприятиям, а также примерно полусотне ведущих вузов начиная с МГУ.

С пластиками понятно, а с металлами вы работаете?

Мы специализируемся на пластиках, но совместно с Нижегородским государственным университетом имени Лобачевского работаем над темой металлической печати.

Сильные компании-поставщики однажды приходят к собственному производству оборудования. Вы такой вариант для себя рассматриваете?

Мы к этому уже пришли. Выпускаем установки по вакуумному литью в силиконовые формы под брендом «Фолипласт» и намерены развивать это направление дальше.

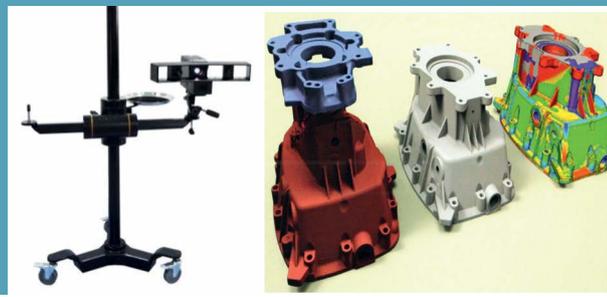
ФОЛИПЛАСТ

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ • ВАКУУМФОРМОВКА • ППУ
УСЛУГИ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

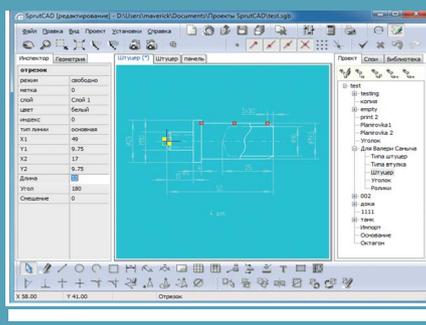
БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ



3D-СКАНИРОВАНИЕ



ИНЖИНИРИНГОВЫЕ УСЛУГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ
от дизайна до 3D-модели и
конструкторской документации

ВАКУУМНОЕ ЛИТЬЕ
в силиконовые формы

ЛИТЬЕ ИЗДЕЛИЙ
ПОД НИЗКИМ
(RIM-технология)
и ВЫСОКИМ
давлением



CNC-ЦЕНТРЫ и ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА



ТЕРМИЧЕСКОЕ ВАКУУМНОЕ ФОРМОВАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ и
РОБОТОТЕХНИКА



Чем занимается ваше инжиниринговое подразделение?

Наше инжиниринговое подразделение сосредоточило усилия на автоматизации производственных процессов. Не без гордости замечу, что именно у нас был установлен первый в стране фрезерный роботизированный комплекс для изготовления оснастки и обрезки пластмассовых изделий. До нас такого решения не было. То, что сейчас всё более и более актуально в мире, прочно приживается у нас. Сейчас на собственном производстве у нас работает три фрезерных робототехнических комплекса на базе роботов KUKA в различных исполнениях. Мы углубляемся в технологии автоматизации производственных процессов с роботами именно этой компании, которой мы благодарны за методическую помощь.

Где вы берете оборудование и пластики, а главное, как вы выбирали ваших поставщиков?

У нас две большие группы поставщиков оборудования. Это европейские компании, как правило, немецкие и польские. Другую часть оборудования, которое хорошо показывает себя в работе и которое смело можно представлять на российском рынке, мы берем в Китае. Материалов, которые нас интересуют, в Китае пока нет, здесь только европейские поставщики. А история выбора поставщиков долгая. Кажется, все пути прошли, в первую очередь европейские и китайские выставки по пластмассам, автоматизации, металлообработке. Объехали множество поставщиков, смотрели, сравнивали, выбирали. Более 50% нашего оборудования, а это около 30 единиц, работает на аддитивную тематику.

Как ваши потребители структурируются по отраслям, по географии?

География у нас без преувеличения — вся Россия! В отраслевой структуре значительные доли занимают автопром, военно-медицинское приборостроение, сельскохозяйственная и дорожно-строительная техника.

Как вы оцениваете российский рынок аддитивных технологий и каково ваше конкурентное преимущество на этом рынке?

Рынок стремительно растет. С тем, что было лет десять назад, просто и сравнивать нельзя, небо и земля. Тем не менее и на быстрорастущем рынке мы сегодня крупнейшее частное сервис-бюро России в области мелкосерийного производства деталей из пластмассы, и это наше реальное конкурентное преимущество. В заслугу себе определенно можем поставить понимание нужд клиента и, я бы сказал, адекватную реакцию на эти нужды. Есть немало компаний, которые много чего заявляют, но за словами не следуют дела. Для нас

такое отношение к клиенту невозможно в принципе. Вот почему клиенты приходят к нам снова, вот почему они рекомендуют нас своим коллегам и партнерам.

В каких отраслях вы видите наиболее заметный рост спроса?

Наибольший рост спроса наблюдается в оборонно-промышленном комплексе. Собственно, ОПК можно назвать драйвером роста спроса. На выставках «Технологии безопасности» и «Армия» почти половина участников — наши клиенты.

Вы оцениваете рынок как быстрорастущий.

А развитие вашей компании совпадает с динамикой развития рынка?

Я бы сказал, что зачастую опережает рост отечественного рынка, потому что мы знаем направление его развития. Мы отслеживаем все мировые тенденции, посещаем все выставки, знаем все новинки. В одном только Китае я был 18 раз, а количество посещений Европы я даже не смогу сосчитать. Мы по всему миру ищем не только какие-то импульсы к совершенствованию производства, но и идеи подсматриваем.

Какие идеи вас сейчас занимают?

Выставка Formnext, ориентированная в первую очередь на работу с металлами, дала нам информацию для обдумывания нашего будущего, а то, что было связано с пластиками, всё больше и больше обращает нас к теме автоматизации. Уже сегодня нам видится что-то вроде умной фабрики, исключая человеческий фактор: на входе математическая модель, на выходе готовая деталь.

Какой у вас горизонт планирования? Вы знаете, что будет с вашим предприятием через год, пять, десять лет?

Сейчас работаем над тем, чтобы отодвинуть горизонт планирования с трех лет до пяти. Сейчас нам понятно, что будет через год, через три, а вот через пять — пока еще нет. В условиях взрывного характера развития рынка трудно видеть далекую перспективу, это хорошо на устоявшихся рынках. Не успели адаптироваться к приходу новых технологий, а уже цифровизация на пятки наступает.

А чего вы в принципе хотели бы для своего предприятия?

Я бы хотел видеть «Фолипласт» предприятием, в котором доля инжиниринга больше, чем сейчас. Хотел бы, чтобы наше предприятие имело абсолютно европейский вид, вышло на международный фондовый рынок. Заглянуть в будущее действительно трудно, но одно могу сказать определенно. Мы не будем стоять на месте, нас ждет динамичное развитие. ■

Аддитивные технологии для атомной энергетики



*Алексей Владимирович Дуб,
генеральный директор
ООО «Росатом –
Аддитивные технологии»*

Каковы предпосылки, пути и ожидаемые результаты внедрения аддитивных технологий в такой высокотехнологичной отрасли, как атомная энергетика, редакции рассказал генеральный директор ООО «Росатом – Аддитивные технологии» Алексей Владимирович Дуб.

Каковы перспективы применения аддитивных технологий для атомной энергетики?

Совершенно очевидно, что невозможно пропустить аддитивные технологии (АТ) как не значимые для атомной энергетики (АЭ). Вопрос состоит только в том, как скоро мы будем готовы применить эти технологии и в каких объемах. На сегодняшний момент у нас есть как минимум 4 примера изделий, которые мы готовы пробовать изготавливать для АЭ. Сюда входит, например, насосное оборудование, а также производство деталей для топливных элементов. Я полагаю, что в течение 3–5 лет АТ станут такой же очевидной составной частью АЭ, как и традиционные технологии.

Возможно ли привести примеры эффективного внедрения АТ в мире и в Госкорпорации «Росатом» в частности?

На сегодняшний момент в мире уже применяется большое количество деталей, изготавливаемых по АТ. Если говорить о печати не только металлическими порошками, то таких примеров очень много: от простых бытовых изделий до целых домов. Что касается энергетического сектора или машиностроения, то лидерами по применению АТ являются компании General Electric, Siemens, Caterpillar и автопроизводители. К примеру, GE запланировал производство

новой турбины, где большая часть элементов должна производиться методами АТ. Siemens также выпустил колесо турбины. Автопроизводители обращаются в центры АТ за изготовлением деталей сложного дизайна, а также используют эти технологии для изготовления запчастей снятых с производства автомобилей. Один из примеров будущего: автопроизводитель передает клиенту только цифровую модель, а конечный потребитель в центре АТ печатает нужные ему детали. Хочется отметить, что к АТ относится и композитное производство, где применяется послойное выкладывание. Таким образом, на сегодняшний день многие самолеты изготовлены с помощью АТ.

В Госкорпорации «Росатом» мы начинаем производство изделий для медицины, исходя из сроков их сертификации. Полученный опыт при освоении таких сложных изделий уже применяется для внедрения элементов для наших основных производств.

Каковы критерии и обоснования для перехода от традиционных методов изготовления к АТ?

Прежде всего это желание иметь цифровое производство, когда его основные элементы возможны для оцифровки. То есть параметры технологических процессов могут быть записаны и определены в виде цифры, что обеспечивает их абсолютно объективный контроль. Исходя из этого основным критерием является задача обеспечить стопроцентное качество или нулевой отказ. И даже несмотря на экономический аспект в вопросе перехода на АТ, когда цикл производства дешевле в несколько раз, повышение качества и снижение брака на сегодняшний день являются главными критериями.

Какие технологии аддитивного производства выбраны для развития в «Росатоме»?

Для развития в «Росатоме» выбраны технологии прежде всего печати металлическими порошками, т.к. это основной конструкционный и функциональный материал для «Росатома». Но это не означает, что в части вспомогательных производств, таких как изготовление прототипов, литейных форм, мы не будем использовать пластиковые массы для печати. А если вернуться к вопросу применения композиционных материалов, то здесь возможна печать пластиком,

укрепленным волокном или с добавлением металлических порошков. Такие методы тоже предлагаются к развитию и внедрению.

Какие могут быть предложены механизмы внедрения АТ в отрасли?

Внедрение новых технологий в различные отрасли может происходить двумя путями. Первый — это реинжиниринг уже существующих конструкций, когда в рамки действующей конструкции вписываются новые элементы. В таком случае происходит объединение нескольких деталей, и возможно вместо 5–10 отдельных элементов конструкции изготовить одну сложную деталь. Второй способ — это полное изменение формы изделия с учетом преимуществ АТ. Речь идет о так называемой топологической оптимизации, когда изделие может быть в 10 раз легче при тех же функциональных свойствах. В нашей отрасли будут использоваться оба направления. Известны компании, которые для ускорения внедрения АТ в свое развитие приняли решение о конструировании и проектировании новых изделий, преимущественно базируясь на аддитивных технологиях.

Мы будем стараться применить оба способа, но в сочетании. В «Росатоме» будет три основных центра компетенции АТ: в Новоуральске, Сарове и Москве. По мере развития, возможно, число этих центров увеличится. Для начала это будут отраслевые центры коллективного пользования, где будут принтеры, квалифицированные специалисты по работе с цифровыми моделями. Конечно же, мы обязательно должны ориентироваться на взаимодействие с зарубежными и отечественными компаниями, т.к. понимаем, что есть компетенции не только у нас: отечественные компании во многом продвинулись вперед.

Чье оборудование, порошки и программное обеспечение (ПО) используются для моделирования и производства. Есть ли специальные требования для отрасли?

Мы начали заниматься АТ через создание оборудования прежде всего для понимания, какие технологические ограничения у нас могут быть. На сегодняшний момент у нас создана линейка однолазерных принтеров. Условно однолазерных, потому что уже сегодня мы можем использовать два лазера в этих же машинах. Одновременно с этим у нас есть принтеры II поколения, в которых могут использоваться одновременно два разных металлических порошка. Наши принтеры позволяют создавать различные структуры, начиная от ячеек размером 500 микрон с толщиной стенки 300 мкм и до размеров согласно размерам камеры принтера, то есть до 500 миллиметров.

Изначально используемые порошки были преимущественно зарубежного производства, но сейчас и отечественная продукция готова к применению. Производством порошков занимается ВИАМ, компания «Полема». В нашей отрасли на базе УЭХК запускается производство порошков. В отличие от традиционного производства, где модифицирование материала влечет за собой изменение свойств конечной детали, в аддитивном производстве именно конечные свойства детали будут влиять на модифицирование материала изготовления.

Основным в аддитивном производстве является цифровая модель изделия, верифицированная под возможности производства на конкретном принтере. Исходя из этого мы разрабатываем программный продукт «ЛОГОС» с ПО «Виртуальный принтер», который объединит в себе возможности создания дизайна изделия, проведения конструкторских расчетов свойств изделий и перевода их в итоговые файлы для последующей печати на 3D-принтерах. Наличие ПО собственной разработки позволяет нам ускорить процесс конструирования изделия и в том числе не допускать потери интеллектуальной собственности.

Как решаются вопросы контроля и сертификации? Какие методы и методики существуют?

Вопросы сертификации и контроля для АТ являются важной задачей еще и потому, что в процессе аддитивного производства, к сожалению, невозможно его остановить, достать деталь, исправить брак и продолжить печать. Весь процесс происходит абсолютно без участия человека, и в этом его преимущество. Задаются нужные параметры, загружается необходимое сырье — порошок, соблюдаются внешние условия. Если все эти факторы соответствуют требованиям, то мы уже заранее определяем качество будущей детали. Исходя из этого пошаговый контроль является очень важной и неотделимой частью цифрового производства. Мы не можем контролировать процесс только по контрольным точкам, отбирая пробы в определенный момент.

Вопрос сертификации может решаться традиционным путем, когда по одному изделию из партии проводится испытание и мы судим о всей серии производства. Либо мы должны контролировать внутреннюю структуру изделий новыми методами, и здесь наиболее часто используется рентгеновская томография.

Какие трудности для внедрения отечественных решений существуют?

Субъективно, рынок заполнен предложениями западных и китайских компаний, многие уже купили

подобное оборудование, и поэтому нам приходится доказывать наше преимущество. Но мы понимаем свои задачи: демонстрировать возможности, выгодно конкурировать по цене оборудования и защищать себя от внешнеполитических факторов в рамках импортозамещения. Как и на любом другом перспективном рынке, нам нужно мобильно осваивать использование технологий в реальном конструировании. И чем быстрее наши конструктора станут применять новые технологии для создания изделий будущего, тем быстрее мы перейдем на АТ, на новые способы конструирования и производства. Как известно, цикл с использованием АТ ускоряет время появления не просто нового дизайна, а принципиально новых изделий в 10 раз.

Вы ждете поддержки государства или это задачи отраслевой науки?

Мы активно взаимодействуем с государством в части продвижения АТ. Не секрет, что Министерство образования и науки нам в значительной степени помогло в создании оборудования на первом этапе, довольно активно поддерживало и продолжает поддерживать работы по созданию материалов и ПО для АТ. При этом мы считаем, что на сегодняшний момент АТ становятся задачами и отраслевой науки, поэтому мы как отраслевая организация имеем инвестиционные проекты по освоению аддитивного производства и считаем, что центр тяжести будет смещаться именно

в этом направлении. Но все-таки существуют системные вопросы освоения технологий в рамках государства и их последующая передача в отрасли, создания нормативной базы для оценки качества и сертификации изделий. Без помощи государства не только в материальных, но и организационных вопросах нам обойтись будет сложно.

На сколько глобально АТ изменят существующие традиционные производства?

Аддитивные технологии — это новая философия нашей будущей жизни. Они естественны по природе, когда маленькие детали растут и превращаются в большие. Другой важный вопрос состоит в том, что мы будем отходить от традиционных форм конструирования и проектирования, разделяя исходное большое изделие на части, переходя на конструирование и производство изделия целиком. Фактически АТ позволяют выращивать большую часть конечного изделия в рамках одного технологического процесса. И в этом смысле это является абсолютным переходом от классической схемы, когда мы имеем материал и его свойства, с помощью технологических операций получаем всего лишь другую форму и, только соединяя разные детали, получаем готовый продукт. В АТ свойств исходного материала фактически нет, мы сразу получаем свойства нового изделия. В этом и состоит основное отличие нового производства. ■

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МОРСКОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
ОБЪЕДИНЕННАЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ
ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ
ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ЦЕНТР ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

17-19 СЕНТЯБРЯ 2018

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ»

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. CAD-CAM-CAE-СИСТЕМЫ
2. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ
3. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА
4. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ РЕЗКИ, ПРОШИВКИ ОТВЕРСТИЙ И ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ
5. МЕТРОЛОГИЯ, СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ДЕФЕКТОСКОПИЯ
6. ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0

Тел./факс: +7 (812) 552-98-43 E-mail: e.pozdeeva@ltc.ru
Web-site: www.ltc.ru, www.smtu.ru



Новая концепция аддитивного производства CAMS от Farsoon!

В марте 2018 года в Шанхае состоялась выставка TCT Asia на которой компания Farsoon представила новинки промышленных установок для 3D-печати. Главным новшеством стала презентация концепции непрерывного аддитивного производства Continuous Additive Manufacturing System – CAMS (сокр.). По сути, CAMS – это конвейер, производящий пластиковые детали по технологии SLS, состоящий из системы подачи порошка, аддитивной машины HT1001P, станции охлаждения и станции просеивания, которые монтируются в одну линию и управляются взаимосвязанно. Такой состав линии не является минимальным или максимальным, есть возможность уменьшить линию до одной машины HT1001P, имеющей, к слову, самую большую в мире камеру построения для SLS-технологии: 1000×500×450 мм, два лазера и возможность работы с высокотемпературными материалами. Если же существует необходимость создания аддитивного производства с высокой производительностью, то концепция CAMS дает возможность создавать непрерывные производственные линии, состоящие из печатающих ячеек на базе HT1001P, подключенных к централизованной системе подачи материала или нескольких материалов для разных ячеек, каждая из которых имеет свою систему охлаждения, просеивания порошка и подачи вторичного порошка обратно в систему загрузки материала. Настройки для каждой ячейки могут быть уникальные, равно как и для каждой отдельной детали

внутри одной загрузки. Такую гибкость дает программное обеспечение, разработанное Farsoon, а также принцип открытой архитектуры.

Подключив в линию системы автоматизированной постобработки, мы получаем на выходе готовое изделие, имеющее все потребительские качества, такие как нужная форма, вес, чистота поверхности, цвет и так далее.

Получается, что CAMS позволяет организовать конвейерное производство пластиковых деталей с одним важнейшим от традиционного конвейера отличием – каждая деталь может быть уникальной без дополнительной технологической операции! Учитывая то, что мировой тенденцией в последнее время является увеличение спроса на уникальные, штучные и мелкосерийные изделия, концепция CAMS может удовлетворять как раз такие потребности рынка, при этом не увеличивая стоимость изделий.

Второй новинкой выставки стала аддитивная машина FS421M, работающая по технологии сплавления металлического порошка. Данная машина имеет объем камеры построения 420×420×420 мм, два лазера мощностью 500 Вт и размером пятна от 70 до 200 мм, два высокоточных сканера, работающих на скорости до 15 м/сек. Толщина слоя может варьироваться от 0,02 до 0,1 мм. FS421M получила встроенную систему фильтрации газа, что позволяет сократить его расход, а также новую защищенную систему загрузки материала для минимизации загрязнения помещения и предотвращения контакта материала с кислородом.

FS421M тоже полностью интегрирована в концепцию CAMS в плане производства металлических изделий, что означает наличие всех возможностей для подключения системы подачи материала, централизованного контроля каждой ячейки с гибкими параметрами построения, системы удаления деталей с платформы, дальнейшей постобработки. Программное обеспечение Farsoon MakeStar является открытой платформой, которая позволяет организовать печать из широкого спектра материалов.

В данный момент FS421M имеет предустановленные параметры для печати такими материалами, как: 316L, 17-4PH, CoCr, Ti64, AlSi10Mg, 18Ni300, 420, Cu90Sn10, IN625, IN718, Ta, W. Хотелось особенно отметить наличие успешного опыта печати специфическими пока для отрасли вольфрамом и танталом. Печать этими материалами также доступна и на предыдущей модели FS271M, которая имеет меньшую камеру построения и производительность, но и более низкую стоимость.

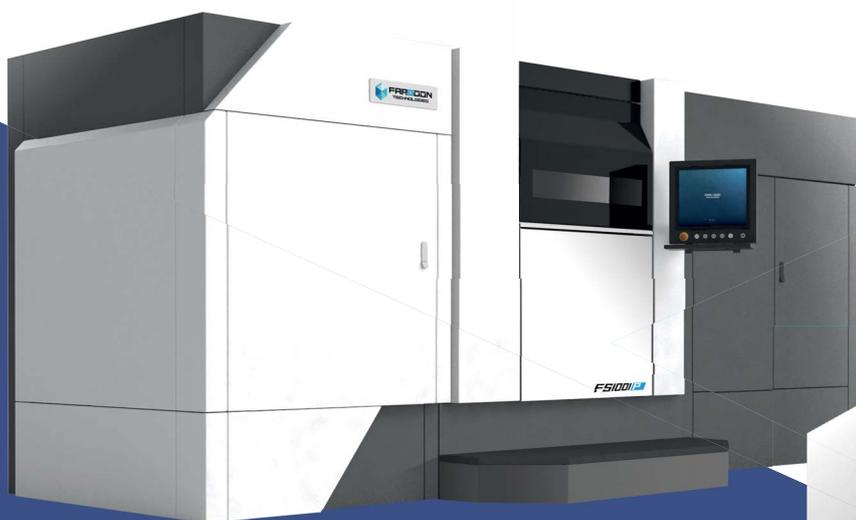
Компания Farsoon открыта для инноваций и предлагает своим клиентам оптимальные решения по цене, качеству и производительности. Представитель и официальный дистрибьютор в России компания «Синкам» обеспечивает весь спектр услуг от поставки до пусконаладочных работ и дальнейшего сервисного обслуживания. ■

ООО «СИНКАМ»
г. Москва, Хлебозаводский проезд,
дом 7, строение 9, офис XV
Телефон: +7 (495) 768-77-43
sales@farsoon.ru, www.farsoon.ru



ООО «СИНКАМ»
г. Москва, Хлебозаводский проезд
дом 7, строение 9, офис XV
Телефон: +7 (495) 768-77-43
sales@farsoon.ru, www.farsoon.ru

3D-ПЕЧАТЬ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ



HT1001P

CAMS — установка,
работающая по технологии
SLS для серийного
производства

Высокопроизводительная
SLM установка

FS421M



Литье в силиконовые формы: мелкосерийное производство по доступной цене



Для выпуска серийных товаров, как правило, используют технологию литья в пресс-формы (металлические оснастки). Это дорогостоящие решения в плане первоначального расхода средств на подготовку производства, да и временные затраты с момента начала работ и до получения первых единиц продукции занимают порядка 3–4 месяцев. Сейчас уже большинство компаний знакомы с аддитивными технологиями, и до производства пресс-формы и литья изготавливается прототип будущего изделия для проверки собираемости и физико-механических свойств будущей детали, однако для многих остается загадкой, как получить максимально приближенный к конечному изделию прототип и в плане функционала, и в плане внешнего вида. Для этих задач нам на помощь приходит уже довольно давно используемая технология вакуумного литья в силиконовые формы, которая, к сожалению,

в России для многих остается загадкой. Она будет также актуальной, если вы планируете вывести на рынок небольшое количество продукции (до 500–1000 единиц), и не только сэкономит ваши деньги, но и позволит добиться оптимального качества готового изделия за максимально короткие сроки.

Так что же это за технология? И как она устроена?

Технология

Саму работу по мелкосерийному производству пластиковых и резиноподобных изделий можно разделить на 5 основных этапов. По каждому этапу, в зависимости от задачи, есть различные пути решения. Используются различные материалы как для мастер-моделей, так и для производства форм и отливок, но эта тема отдельной статьи, поэтому мы тезисно опишем каждый этап для общего понимания технологии производства.

1. *3D-моделирование и производство прототипа изделия.* Речь идет о проектировании математической модели с последующей ее распечаткой на 3D-принтере или фрезеровкой на ЧПУ.

2. *Подготовка мастер-модели.* Иными словами, это усовершенствованный и подготовленный к производству формы для литья прототип изделия, на который наносят дополнительные составы для получения текстур, заклеивают клейкой лентой все отверстия, армируют металлическими элементами глубокие пазы и наносят клейкую ленту на будущую линию разъема формы.

3. *Изготовление силиконовой формы для литья.* Для производства формы, или, как ее еще называют, матрицы, мастер-модель помещается в опалубку — герметичную емкость из твердого материала. Затем устанавливают систему трубок (литниковую систему), предназначенных для подачи в форму жидкого двухкомпо-



нентного материала. После этого силикон, который предварительно прошел дегазацию в вакуумной камере, заливают в опалубку.

4. Тестовая отливка и доработка формы. Если после тестовой отливки детали полученное изделие отличается от мастер-модели, производится доработка формы. Как правило, модернизация силиконовой матрицы не занимает много времени и в основном заключается в усовершенствовании литниковой системы и каналов вывода воздуха из формы при заливке на основе полученного первого образца.

5. Производство форм и отливок. После того, как заказчик одобрил полученный после тестовой отливки результат, начинается мелкосерийное производство изделий. Количество силиконовых форм зависит от численности конечных изделий из расчета, что одна матрица способна дать 20–100 единиц качественной продукции в зависимости от особенностей геометрии и материала литья.

Благодаря скорости изготовления оснастки данный метод уже через несколько дней позволяет получить небольшую партию пластиковых изделий.

Преимущества

Сильные стороны эластичных форм не заканчиваются на их дешевизне и быстром изготовлении, о чем было сказано в самом начале.

Во-первых, силиконовые матрицы универсальны, в силиконовую матрицу можно отливать материалы со свойствами ПММА, АБС, резины и резинопластика, полистирола и полипропилена, а также пенополиуретана.

Во-вторых, силиконовые емкости безопасны. Они не горят, являются химически инертными. Есть также пищевой силикон, форму из которого можно использовать для создания уникальных кондитерских изделий.

В-третьих, такие формы просты в использовании. Изделие отделяется от матрицы легко, а поскольку форма имеет высокую гибкость, то и требования к изделию предъявляются не такие жесткие, как к производству такого же образца, но на пресс-форме.

В-четвертых, в изделия без проблем внедряются металлические закладные разных типов начиная от стандартных втулок и заканчивая жестким металлическим каркасом корпуса.

И наконец, в-пятых, с помощью данной технологии можно изготавливать изделия с компоновкой разных материалов на одной детали, к примеру, жесткий пластик и резиноподобный материал.

Предназначение

Мелкосерийное производство деталей предполагает создание небольших партий изделий, например, изготовление корпусов уникальных приборов, макетов для проверки качества дизайнерских работ, качественных прототипов для проведения презентаций. Выпуск продукции малым тиражом также необходим в случаях функционального тестирования деталей. Небольшая партия отлитых изделий поможет исследовать отклик или провести сертификацию продукции одновременно с производством крупной партии. Подобный под-



ход позволяет выпустить новый продукт на рынок в сжатые сроки при небольших затратах на изготовление.

В Центре объемных технологий 3D Vision вы можете заказать услугу литья пластмасс в силиконовые формы. Наши специалисты работают исключительно с оригинальными полимерами на сертифицированном оборудовании, ставя во главу угла качество итоговых изделий. Обращаясь в нашу компанию, заказчик может рассчитывать на добросовестное выполнение поставленной задачи. 3D Vision сделает все возможное, чтобы обе стороны остались довольны итогом сотрудничества: вы получите мелкосерийную партию качественных изделий, а мы — нового клиента на большое количество проектов. ■



3D VISION
Центр Объемной Печати

Услуги: mail@3dvision.su
Поставки оборудования и расходных материалов: info@3dvision.su
Тел.: +7 (812) 385-72-92
+7 (495) 662-98-58, 8 (800) 333-07-58
<https://3dvision.su>
<https://www.instagram.com/3dvision.su>
<https://vk.com/3dvisionsu>

Соответствовать времени

Зинаида Сацкая



Управляющий директор компании ПОЛЕМА Дмитрий Мартынов дал эксклюзивное интервью обозревателю журнала «Аддитивные технологии».

Участие отечественных компаний в зарубежных выставках стало весьма скромным, поэтому выход каждой российской компании на международный смотр радует. А когда совпадают коммерческий рост самой выставки и технологический рост ее участников, это значит, что отраслевой рынок на подъеме. Вот так совпали во времени, пространстве и обстоятельствах франкфуртская выставка по аддитивному производству Formnext и российский завод порошковой металлургии ПОЛЕМА (входит в Промышленно-металлургический холдинг), который представлял на мероприятии металлические порошки на железной, никелевой и кобальтовой основе для 3D-печати. Об особенностях продукции завода и проблемах российского рынка аддитивного производства мы поговорили с Дмитрием Мартыновым, управляющим директором ПОЛЕМА.

Давно ли вы начали выпускать порошки для печати металлом и какую долю они сегодня занимают в общем объеме выпуска продукции ПОЛЕМА?

Порошки для аддитивного производства мы начали выпускать в 2014 г., пока что их доля в нашей производственной структуре небольшая. Но на российском рынке мы уже лидеры. Потребление порошков в нашем сегменте составляет порядка десяти тонн в год. Мы покрываем порядка 60% потребностей рынка, остальное — импорт. Олимпийский принцип «быстрее, выше, сильнее» здесь напрямую не работает. Сам рынок еще нужно подготовить к восприятию аддитивных технологий. Поэтому у нас в разработке множество разных проектов, в том числе мы планируем создать сервисный центр по 3D-печати.

Для каких принтеров более всего подходят ваши порошки?

Для принтеров по технологиям SLS, SLM и DLM. Наши порошки используют на оборудовании ConceptLaser, SLMSolutions.

Как бы вы сформулировали конкурентное преимущество ваших порошков для аддитивного производства?

Быть лидерами на рынке нам позволяют два равновеликих фактора: конкурентоспособная цена и умение делать порошки не стандартных марок, а под конкретного заказчика. Стратегия нашей компании не замкнута исключительно на получение прибыли. Нас интересует долгий горизонт планирования и длительные отношения с потребителем. То есть не «сливкоснимательство», чем озабочены сейчас западные компании, а долгосрочное сотрудничество.

В каких отраслях сосредоточены потребители металлических порошков для 3D-печати?

Основной потребитель у нас — авиастроение, активно развивается медицинское направление. В станкостроении спрос пока низкий, но со многими клиентами мы сейчас разрабатываем материалы и хотим в этом направлении усилиться.

А в чем суть взаимодействия со станкостроителями?

Мы с клиентами разрабатываем технические решения, которые по эффективности должны превзойти традиционные технологии.

Есть ли экспортная составляющая в общей структуре ваших продаж порошков для аддитивного производства?

Есть. Мы сейчас отгрузили первые партии на Тайвань и в Южную Корею на авиастроительные и станкостроительные предприятия. Доля экспорта в структуре продаж аддитивных порошков сейчас 10%.



ПМХ

ПОЛЕМА

Металлические порошки

Более 250 видов для наплавки, напыления, 3D и MIM-технологий

Хром

Порошки, чешуйки, пластины, распыляемые мишени, испаряемые катоды

Чистота хрома 99.95-99.99 %

Композиционные материалы

Распыляемые мишени, испаряемые катоды, контакты

Тугоплавкие металлы

Листы, пластины, лодочки, прутки, электроды

АО «ПОЛЕМА»

Т: +7(4872) 25 06 70

Ф: +7(4872) 25 06 78

300016, Россия, г. Тула,
ул. Пржевальского, д. 3

www.polema.net

51А30
стенд

ВЫСТАВКА

Металлообработка-2018

14-18 мая 2018 г.

Экспоцентр, Москва

А какую цифру держите на прицеле?

Мы хотим приблизиться к сложившейся у нас структуре 50:50 по всей продукции ПОЛЕМЫ.

Насколько стабильно качество вашей продукции?

На первоначальном этапе вопросы относительно стабильности качества у клиентов возникали. Для решения этой проблемы мы закупили новое классифицирующее оборудование, ввели дополнительные методы контроля. Могу утверждать, что сегодня стабильность качества наших порошков сопоставима со стабильностью качества западных компаний.

Какой рынок вам сейчас представляется более покоряемым — российский или зарубежный?

Если брать объемы, то, естественно, намного проще выйти на зарубежный рынок, тем более что у нас есть стопроцентные дочки в Швейцарии, Китае, Тайване, Южной Корее.

С чем связаны трудности с продвижением 3D-печати металлом на российском рынке?

Первое — это консерватизм потребителей и относительно небольшое количество клиентов, которые ориентированы именно на промышленное производство. Сейчас это больше тренд, нежели индустрия в строгом понимании этого слова. Второе — это отсутствие технологического обеспечения у клиентов. Каждый клиент разрабатывает техническое решение для себя самостоятельно, начиная все с нуля. Это, естественно, большой тормоз для рынка. Третье — это высокая стоимость входа на рынок. Нормальный промышленный принтер стоит около 50 млн рублей. На нем можно произвести одну тонну изделий. То есть килограмм изделия с этого принтера будет стоить 50 тысяч плюс материал. Немногие готовы платить за изделие, полученное методом 3D-печати, более 15 тысяч рублей за килограмм.

А какую цену вы сочли бы оптимальной?

Цена должна быть соизмеримой с той, что дают существующие технологии. При мехобработке это 2–3 тысячи за килограмм, вытяжка со штамповкой — это примерно 4 тысячи за килограмм. Есть технологии-субституты, основная роль которых заключается в том, чтобы заместить эти сложные технологии более современными.

Как вам видятся пути снижения стоимости напечатанных изделий?

Первое — это снижение стоимости входа на рынок для компаний за счет уменьшения цены принтеров. Ведь то, что стоит за рубежом 250 тысяч евро, внутри страны продают за 750 тысяч. Второе — уменьшение стоимости материалов у небольших производителей.

Ну, и третье — низкая информированность о промышленном применении 3D-печати в производственных компаниях. Многие до сих пор считают это просто игрушками.

Мне приходилось слышать, что малое распространение печати металлом связано с тем, что еще не все решено с прочностью, в частности, есть проблема остаточных напряжений.

На каждой конференции об этом говорю. Любой материал, который нужен клиенту, мы подготовим. Но все сейчас заиклены на процессе печати и забывают, что после печати требуется механическая обработка. В любом случае нужна термообработка, нужен гомогенизирующий отжиг, нужно уплотнять изделие, нужна специальная оснастка. Вот обо всем этом мало кто думает.

Не хотите ли воспользоваться случаем, чтобы послать месседж «Городу и миру»?

Воспользуюсь. Первое. Государство много сейчас вкладывает в поддержку развития аддитивных технологий. Надо не субсидировать государственные компании, которые зачастую довольно неэффективно расходуют средства, а поддержать частно-государственное партнерство. В экономически развитых странах государство субсидирует прикладные научные исследования частных компаний в этой области. Второе. Когда мы говорим об аддитивных технологиях, надо всегда держать в поле зрения технологии постобработки, которая необходима для напечатанных изделий. И третий момент — это те сплавы, которые традиционно используются для изготовления штамповых сталей, литых изделий. Нужно понимать, что штампованная сталь или то, что идет на литье, — это два разных сплава. Под аддитивные технологии, под конкретные применения конечного изделия нужно специально разрабатывать материал. Мы для некоторых клиентов, например, меняем железную основу на нержавеющую сталь, чтобы он получал те физико-механические свойства, к которым привык и которые подходят по конструкции и документации. К сожалению, мало кто этим занимается. Обычно один раз попробуют и прекращают, потому что считают это неэффективным и непригодным.

А вы в себе эту боязнь каким образом преодолели?

Есть подотрасли машиностроения, где люди менее консервативны. Вместе с ними мы внедряем инновации, потому что там заметна нацеленность на результат, в том числе на снижение стоимости. В большинстве же индустрий еще царит косность мышления, и именно эту косность нужно преодолевать в первую очередь. Пора понять, что нужно меняться вместе со временем. ■

Зинаида Сацкая



*Ашхен Овсеян,
директор SIU System*

Российская SIU System в 2013 году стала дистрибутором 3D System — компании, с которой в 1986 году в мире началась эра 3D-печати. Толчком стала новость о выпуске настольного 3D-принтера ценой немногим менее тысячи долларов. Другим решающим соображением стала необходимость развивать собственные аддитивные технологии на российском рынке.

К этому моменту у SIU System, которая работает с 2008 года, была накоплен немалый опыт инжиниринговых решений, поэтому переориентация на 3D-технологии оказалась логичной и успешной. Этот опыт показался убедительным и 3D System, которая доверила компании из России свое оборудование и деловую репутацию. Ашхен Овсеян, директор SIU System, считает, что кроме внушительного опыта к числу железных аргументов, которые убедили американских партнеров, стало знание российского рынка, налаженные деловые отношения внутри индустрии, энергия, энтузиазм и высокий профессиональный уровень команды.

Мыслить категориями индустрий

И началось. Сначала, в 2013 году, SIU System открывает первый в России офлайн магазин-шоурум 3D-принтеров, где выставлялись все последние новинки. Любой желающий мог зайти, посмотреть, потрогать, попытаться ощутить технологию. «Но, быть может, главное для нас было то, — рассказывает Ашхен Овсеян, — что люди задавали вопросы, которые мы сами себе еще не успели задать. Поиск ответов на вопросы конвертировался в бесценный опыт».

Сначала занимались всеми типами 3D-принтеров — от простых настольных «игрушек» для продвинутых любителей гаджетов до промышленных. Потом последовательно начали фокусироваться на промышленности, потому что именно там были не только возможности для творческой реализации, но и возможности развивать и даже, как выразилась Ашхен, «трансформировать различные индустрии». Столь амбициозные цели повлекли за собой расширение круга партнеров. Вслед за продукцией 3D System появились песчаные 3D-принтеры VoxelJet, керамические 3D-принтеры 3DCERAM, за которыми ожидается бум в промышленных применениях, решения Markforged для карбоновой печати легких прочных деталей. И наконец, оборудование InssTek для печати металлом.

Разумеется, есть сканеры, программные продукты, и уже наработано обширное портфолио комплексных решений в сфере аддитивного производства. Спортивного интереса наращивать число вендоров у компании нет. «Наша главная задача — предложить клиенту технологически и экономически эффективное решение, которое упрочит его положение на рынке, — утверждает Ашхен. — Просто продаж оборудования у нас не бывает. Это всегда ОКРы, НИОКРы, отработки циклов, проектирование деталей, идущие от полного понимания задач клиента. Качественное решение означает, что клиент придет к нам еще, а главное — мы просто любим разворачивать производственный цикл клиента в сторону большей эффективности. На текущий момент мы вправе считать себя лидером рынка в области адаптации 3D-решений для промышленных предприятий». О высоком положении компании на рынке говорит тот факт, что госкорпорация «Росатом», работая над проектом по созданию собственного металлического принтера для послойной печати металлом, привлекла SIU System в качестве эксперта. Именно компания SIU System принимала активное участие в процессе разработки и планирования выведения принтера на рынок.

В компании есть команда инженеров, специализирующихся на аддитивных технологиях. ОКР есть в самых разных областях, от создания двигателей до ме-

дицины. К решению конкретных задач SIU System привлекает лучших специалистов из разных предметных областей. Самый большой объем приходится на полимерную печать, которая реализует технологию стереолитографии. На следующей позиции — печать металлами: в основном алюминием, титаном, сталью.

В фокусе 3D-печать металлом

Некоторые эксперты говорят, что печать больших серий пока невыгодна, но в SIU System есть и серии. «Многое зависит от задачи, — рассказывает Ашхен. — Если мы говорим про технологию наплавки, а это технология создания крупногабаритных деталей и ремонтная технология, то она еще только проходит циклы адаптации под конкретные применения в серийном производстве. Эта технология еще не используется в тех масштабах, какие у нас обычно связаны со словосочетанием «серийное производство». Но когда речь идет о послойной печати металлом, которая в аддитивном поле возникла раньше, чем технология наплавки, то она уже успела пройти отработку циклов адаптации, да и сама технология немного «выросла» и готова к выпуску серийной продукции.

На мой вопрос, какое направление бизнеса развивается наиболее динамично, Ашхен Овсепян ответила, скорее, философски: «На чем сфокусировался, там и есть динамика. Два направления нашего бизнеса помогают друг другу расти. Потому что я не представляю себе, как без услуг можно интегрировать оборудование. А интеграция оборудования невозможна без предоставления услуг. Это как сапожник без сапог. Если веришь в оборудование, то оно должно работать. Хорошее оборудование — работающее оборудование».

Многие сильные инжиниринговые компании однажды приходят к идее открытия собственного производства. К этому пришла и SIU System. Идея диверсификации собственного бизнеса переплелась с интересами промышленности в целом: «Если мы, к примеру, на каждый стол поставим по пластиковому принтеру, то общее понимание технологии и ее применений, а следовательно, перемещение индустрии в более эффективное русло произойдет намного быстрее, чем если мы самостоятельно решим создать еще один настольный принтер. В моем представлении это равнозначно изобретению еще одного велосипеда, — рассуждает Ашхен. — Хороший принтер уже есть, а мы хотим его локализовать и усовершенствовать». Речь идет о корейских металлических принтерах InssTek. SIU System планирует открыть их производство в России в следующем году. Но сегодня вопрос не просто в организации производства, а, скорее, в эффективной адаптации конкретных серийных принтеров под нужды российских клиентов. «Укоренив на родной почве

процессы производства и разработок, мы можем ощутимо ускорить весь адаптационный цикл и, как следствие, придать еще большую динамику российскому рынку, — говорит Ашхен. — Компания ставит перед собой цель прийти минимум к 80% локализации. Это приведет к спросу на компоненты и повлечет за собой создание новых рабочих мест и дополнительную загрузку отечественных производств».

Монолог от первого лица

Конкуренты дремать, конечно, не дают, но нашим конкурентным преимуществом я назвала бы общую профессиональную влюбленность нашей команды в аддитивные технологии. Нам невероятно интересно этим заниматься.

Наши отношения с партнерами и клиентами выходят за пределы договоров поставок, платы за услуги и прочих неромантических вещей. Мы живем этим. Такой практически самогенерирующийся интерес вызывает все новые точки роста. Мы любим глубоко вникать в проблему клиента, вдаваться в подробности, в которые порой сам клиент еще не пробовал вдаваться. Часто результаты превосходят ожидания клиента, а иногда и наши собственные ожидания. Любовь к технологии — это движущая сила нашего бизнеса.

Клиент может в любой момент прийти, сделать запрос, испытать оборудование, можно сказать, пожить у нас. У нас нет секретов, кроме наших know-how, к которым не допускают в любом бизнесе. Заинтересованному клиенту мы иногда предлагаем сделать небольшой проект в лаборатории, чтобы ему стало понятно, как всё функционирует. В тот момент, когда клиент принимает решение об интеграции, у него уже действительно есть понимание, что такое 3D-технологии. Если такой предварительной адаптации не было, то, получив оборудование, клиент не знал бы возможности самого оборудования и областей применения. Поэтому какую-то часть дистанции нам необходимо пробежать вместе с клиентом. ■



www.3d-store.ru

123022, Москва

ул. Рочдельская, 15/23 (вход - 15/31)

тел.: +7 495 374 60 07, +7 495 374 91 07

тел.: +7 800 555 85 48

3D-принтеры компании



ProX 320 от компании 3DSYSTEMS

3D Systems ProX 320 — DMP — Direct Metal Printing — технология прямой печати металлом (Мартенситно стареющая сталь, нержавеющая сталь 17-4PH, хирургическая сталь 316L никелевые сплавы Ni625 Ni718, алюминиевые сплавы AlSi10Mg, кобальт-хром CoCrF75, титановые сплавы Ti Gr5, Ti Gr23, Ti Gr1)



3DSYSTEMS 2500W

3D Systems ProJet 2500 Plus — печать фотополимерных моделей по технологии многофорсуночной печати MJM (multijet printing) из материалов: VisiJet M2 RWT, VisiJet M2 RBK, VisiJet M2 RCL, VisiJet M2 EBK, VisiJet M2 ENT.

3D Systems ProJet 2500 W — печать восковых моделей по технологии многофорсуночной печати MJM (multijet printing) из материала VisiJet M2 Cast



VoxelJet

Печать литейных песчаных форм или ПММА моделей



SINTO 3DCeram Ceramaker

Печать керамических моделей по технологии стереолитографии (SLA).

Материалы: ZrO_2 , Al_2O_3 , Hydroxyapatite/TCP, Si_3N_4



Zortrax M200



Zortrax M300

Zortrax M200/M300

Печать моделей из пластика по технологии LPD.

Материалы: Z-ULTRAT, Z-HIPS, Z-GLASS, Z-PETG, Z-PCABS, Z-ABS, Z-ESD, Z-ASA, Pro Z-PLA Pro

Применение технологий быстрого прототипирования в медицине

Роман Архангельский, генеральный директор онлайн-сервиса производства на заказ *CubicPrints.ru*

Медицина — один из основных потребителей технологий быстрого прототипирования: 3D-печати, мелкосерийного литья в силикон, фрезеровки и т.п. Медицинская отрасль динамично развивается и постоянно находится в процессе разработки инноваций, способных продлить жизнь. То и дело в мире появляются новости о достижениях 3D-печати в медицинской сфере. Здесь и печать прототипов органов для повышения точности и эффективности хирургических операций, и печать протезов конечностей, имплантов (вплоть до черепной коробки), всевозможных стоматологических моделей. Недавно стало известно о первом напечатанном на 3D-принтере сердце на чипе — эта разработка позволит проводить медицинские исследования без участия людей и животных. Одна из самых удивительных разработок ученых-медиков за последнее время — 3D-печать волне функциональных яичников, которые уже помогли родить бесплодным мышам, сейчас планируется тестирование на людях. Однако биопечать — это пока в основном экспериментальные технологии, которые только отлаживаются и далеки от повсеместного практического использования. Также надо помнить, что многие инновации создаются за рубежом и до российского рынка доходят не скоро. В России медицинская 3D-печать в основном используется по следующим направлениям: 3D-печать протезов, стоматологи-

ческих шаблонов, а также печать корпусов и деталей для новых медицинских аппаратов.

Протезирование — отрасль, которая должна учитывать индивидуальные особенности человека. О пользе 3D-печати в протезировании расскажем сразу на примере. В стоматологической клинике требуется провести дентальную имплантацию — вживление искусственного корня на место отсутствующего или больного зуба. Традиционно импланты устанавливаются на основе данных, полученных с помощью рентгеновского исследования. По контрастности изображения на черно-белом 2D-снимке можно получить информацию о наличии кости на месте установки импланта и о приблизительной высоте кости, т.к. снимок делается под углом. Таким образом, имеется лишь примерная информация, и пациент должен полагаться на опыт и квалификацию хирурга. Ошибка в расчетах и в прове-

дении операции может привести к неприятным последствиям: перфорации носовой пазухи или челюстной кости, повреждению нижнечелюстного нерва, что угрожает парестезией (онемением губ и подбородка).

3D-технологии позволяют минимизировать вероятность ошибки и делают весь процесс быстрее и легче. Прежде всего, с помощью 3D-сканера создается цифровая 3D-модель челюсти, которая идеально передает все индивидуальные особенности. На 3D-модели с помощью компьютерных вычислений в нужном месте и под нужным углом намечаются отверстия для имплантатов. Затем модель быстро печатается на 3D-принтере и используется в качестве навигационного шаблона (рис. 1), который как бы надевается сверху на челюсть пациента, и по направляющим отверстиям врач точно устанавливает имплантаты. При этом 3D-технологии позволяют не только повысить точность ша-

Рис. 1. Напечатанная из фотополимера модель челюсти



блону, но и сокращают временные и финансовые издержки на производство.

При производстве протезов конечностей работает аналогичный принцип — с помощью 3D-сканирования можно подогнать модель четко под параметры пациента. Сам протез можно отпечатать на 3D-принтере в среднем за 1–3 дня в зависимости от размера и технологии печати. При этом можно еще и разработать уникальный дизайн протеза, что легко сделать в цифровой 3D-модели. Например, модели детских протезов от британской компании Open Bionics (рис. 2), которые сделаны в стиле героев из фильмов «Железный человек», «Эльза — Снежная королева» и «Звездные войны». Такие протезы позволяют детям почувствовать себя особенными супергероями и легче справиться с понятными комплексами.

Однако основным применением 3D-печати в медицине остается прототипирование и отладка новых аппаратов перед выпуском на рынок. Медицина — отрасль, которая меньше других прощает ошибки, потому что здесь в буквальном смысле решаются вопросы жизни и смерти. Неправильно функционирующий аппарат в лучшем случае не сможет помочь пациенту, в худшем — усугубит его состояние. Разработка медицинской электроники требует участия квалифицированных специалистов, большого количества потраченного времени и средств. Поэтому крайне важно тщательно протестировать устройство перед началом его использования широким кругом людей. При этом, конечно, всегда хочется минимизировать временные и финансовые издержки при производстве. Вопрос времени в медицинской сфере стоит особенно остро: чем быстрее будет выпущен тот или иной аппарат, тем больше людей будет иметь возможность своев-

Рис. 2. Модели детских протезов



ременно получить необходимую помощь. Поэтому оперативное производство, которое возможно благодаря 3D-печати, здесь просто незаменимо.

Расскажем, как 3D-печать помогает в производстве медицинских устройств, на примере нашего кейса по изготовлению корпуса для интеллектуального кардиорегистратора.

К нам обратился медицинский стартап ООО «СММ», который разработал инновационный интеллектуальный кардиорегистратор для длительного дистанционного мониторинга физиологических параметров человека: измерения ЭКГ, дыхательной, двигательной активности — полученные данные используются для диагностики пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В разработанном устройстве заложен весь потенциал для сбора, обработки данных, автоматического формирования отчетов. С таким аппаратом нет необходимости постоянно ходить к врачу для обсуждения результатов мониторингования. Все записанные данные по интернету передаются на компьютер специалиста, лечащий врач всегда может проверить, как дела у пациента, в случае необходимости оперативно принять надлежащие меры. По окончании сессии суточного мониторингова-

ния моментально выдаются расшифровки собранных данных.

Эта уникальная в своем роде разработка имеет существенные преимущества перед известными решениями. Прежде всего, аппарат имеет компактный корпус, конструкция которого защищена патентами. Регистратор можно носить на теле пристегнутым к одному из нательных электродов; благодаря небольшим габаритам (около 5 см) устройство можно не снимать круглосуточно и чувствовать себя комфортно — не стесняет движения, не видно под одеждой, не мешает во сне. Помимо этого инновационный кардиорегистратор имеет удобный сменный источник питания с магнитными креплениями. В случае разрядки аккумулятор можно заменить на резервный буквально одним движением без прерывания сессии мониторинга. Все это позволяет носить кардиорегистратор практически неограниченно долго, что важно пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями для длительной непрерывной диагностики, в частности «редких» аритмий, для слежения за ходом лечения и решения других вопросов в амбулаторном обследовании.

Конструкция корпуса кардиосенсора содержит четыре детали: основной корпус для электроники

+ крышка, корпус аккумулятора + крышка. Разработчики самостоятельно подготовили цифровые 3D-модели, по которым сначала был отпечатан прототип для проверки на собираемость (рис. 3). Поскольку модель довольно миниатюрная и требует высокой точности, прототип печатали из высокоточного пластика фотополимера.

Первый же напечатанный прототип дал положительный результат по основным моментам сборки, решено было отлить в силиконовые формы пробную партию пластиковых корпусов (рис. 4).

Напечатанные из фотополимера детали использовались в качестве мастер-моделей для снятия силиконовых форм, в которые заливается полиуретан и тиражируются изделия. Изначально для отливки был выбран бирюзовый цвет (рис. 5).

После тестирования первой отлитой партии была улучшена эргономика корпуса, усовершенствованы крепежные элементы электронного кабеля и скорректированы некоторые другие конструкторские решения. Также выяснилось, что для длительного непрерывного использования светлый бирюзовый цвет довольно маркий, решено было заменить его на серый (рис. 6).

В цифровую 3D-модель были оперативно внесены изменения, за день отпечатали новую мастер-модель из фотополимера, по-

сле чего за несколько дней отлили еще десяток комплектов.

Испытания второй партии позволили еще больше оптимизировать конструкцию, в частности упростить фиксацию источника питания. Аккумулятор крепится к корпусу с помощью встроенных магнитов, это позволяет максимально быстро заменить батарею «на ходу». Поэтому две части кардиорегистратора должны свободно соприкоснуться друг с другом без щелчка соединительных пазов.

Отлитые в третьей итерации корпуса сейчас используются в доклинических исследованиях в ряде медицинских учреждений и проходят сертификацию перед запуском крупносерийного производства и выводом на рынок.

Производственный процесс нескольких тестовых партий удалось уложить в сжатые сроки, в первую очередь, благодаря возможности легко внести изменения в цифровую 3D-модель и быстро напечатать на 3D-принтере усовершенствованную мастер-модель для снятия силиконовой формы и тиражирования.

Очевидно, что на сегодняшний день скорость 3D-печати позволяет значительно сократить срок производства и финансовые издержки, а в ряде случаев бывает просто незаме-

нимой. Недавно мы с коллегами задались вопросом: а как вообще раньше, в до 3D-печатные времена, делали прототипы или мастер-модели для литья? Понятно, что что-то можно отфрезеровать, что-то вырезать, но если у модели сложная форма, то, скорее всего, потребуется довольно долгий процесс изготовления отдельных частей и дальнейшей кропотливой ручной сборки и доводки. Когда задали этот вопрос одним нашим заказчикам — крупному заводу пластмассовых изделий, которые печатают у нас прототипы, то получили ответ: да практически никак. То есть права на ошибку и проверку конструкции нет. Если вдруг предстоит выпуск крупной партии, а инженер ошибся в расчетах, то ошибка выявится только после изготовления пресс-формы, которая стоит сотни тысяч рублей и изготавливается несколько недель. Остается сказать спасибо технологическому прогрессу, который делает жизнь, мягко говоря, проще. ■

Рис. 5. Первая партия отлитых корпусов



Рис. 3. Обработанная мастер-модель из фотополимера



Рис. 4. Силиконовые формы для литья



Рис. 6. Отлитый собранный корпус в сером цвете





ТЕРМООБРАБОТКА

12-я международная
специализированная выставка

2–4 октября 2018

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»,
павильон 7, залы 1, 2

Единственная в России выставка
термического оборудования
и технологий

**2–3
октября**

Международная конференция
«ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМООБРАБОТКИ»

Тематика выставки:

- Термическое, химико-термическое, индукционное оборудование
- Вакуумная техника и компоненты вакуумных систем
- Лабораторные печи, сушильные шкафы; лабораторное оборудование
- Установки нанесения покрытий
- Оборудование для электронно-лучевой сварки и сварки в среде аргона
- Лазерно-технологическое оборудование
- Комплексы глубокого охлаждения (криогенная обработка)
- Оборудование для исследования свойств материалов, неразрушающий контроль
- Центробежное литье коррозионных, жаропрочных и специальных сталей и сплавов
- Отливки из жаропрочной стали, технологическая оснастка
- Огнеупоры, теплоизоляция и футеровка тепловых агрегатов
- Изделия из графита, углеродного войлока и углерод-углеродных композитов



Факты о выставке 2017 года: 110 экспонентов из 10 стран мира
3022 кв.м. экспозиции
Информационная поддержка: 2830 посетителей-специалистов



Организатор: «Выставочная Компания «Мир-Экспо», ООО
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд,
дом 7, строение 10, офис 507 | Тел./факс: 8 495 988-1620
E-mail: info@htexporus.ru | Сайт: www.htexporus.ru
Твиттер: @htexpo_ru | YouTube: youtube.com/user/termoobrabotka

Между победой и поражением

Зинаида Сацкая

«Прототипирование и аддитивные технологии в травматологии и ортопедии, нейрохирургии и челюстно-лицевой хирургии» — так называлась очередная научно-практическая конференция, которая прошла в Российском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена. Эта наукоемкая и — что очевидно — медийно актуальная тема собрала полный конференц-зал института.

Содружество аддитивных и медицинских технологий

Показалось естественным, что преобладающая часть выступлений участников касалась не столько создания «запасных частей» для человека с помощью аддитивных технологий, сколько медицинских технологий их использования. Многократно говорилось о проблеме фиксации мышц к имплантам при значительных костных дефектах: лигатура легко проникает в мышцу, но ее очень тяжело протащить через напечатанный имплант. Говорилось о необходимости найти баланс между травмой и «металлургией», иными словами, решить вопрос, как человеку жить с большим металлическим имплантом. Выступавшие говорили, что проблемы сертификации сложнее проблем создания имплантов: не вызывает сомнений необходимость сертифицировать пластики для печати имплантов, но при существующей сегодня системе нужно сертифицировать, как ска-

зал один из выступавших, не вид пластика как таковой, а каждую катушку. В одном единодушно все: медицина с использованием аддитивных технологий — это сплошной custom-made, серийности даже не предполагается.

Биопечать на горизонте

Как констатировал Николай Карякин, председатель ассоциации специалистов по 3D-печати в медицине, аддитивные технологии в ортопедии — самое интенсивно развивающееся направление. Многие врачи-ортопеды готовы принять аддитивные технологии в свои лечебные практики, но, по словам Карякина, надо четко понимать, что аддитивные технологии — это не только позиция врача, как в обычной медицине, когда врач использует серийный имплант. Аддитивные технологии требуют постоянной связки врача, специалиста по компьютерной инженерии, который подбирает механику, и непосредственно производителя индивидуального медицинского импланта. Этот контакт врача, технолога и предприятия-производителя происходит при создании каждого единичного изделия. И если у врача нет наработанного опыта и системы, защищающей пациента от ошибки, то «удариться» в аддитивные технологии только потому, что в наличии есть 3D-принтер, означает не только вероятность нанести вред пациенту, но и дискредитировать саму идею использования аддитивных

технологий в медицине. «В наших условиях негативный результат может привести к избыточному регулированию со стороны Росздравнадзора», — высказал опасения Карякин. Однако очевидно, что в серьезном деле изучать требуется не только победы, но и поражения.

В мире все больше говорят о биопечати, но биопечать, по словам Карякина, «сопряжена с огромными рисками. Поскольку мы еще не вышли на крейсерскую скорость с аддитивными технологиями, то биотехнологии для нас — это экспериментальный этап, не более того. Наш опыт пока распространяется на ветеринарию, и это опыт, интересный для отработки навыков».

Юридические аспекты

Некоторые эксперты говорят, что к аддитивным технологиям прибегают тогда, когда все другие методы лечения исчерпаны. Тем не менее юридические аспекты применения аддитивных технологий в медицине ни за рубежом, ни в нашей стране еще не урегулированы. Об этом говорил в своем докладе Алексей Денисов, ученый секретарь РНИИТО им. Р. Р. Вредена. В США управление санитарного надзора за качеством пищевых продуктов и медикаментов FDA (Food and Drug Administration) опирается на классификацию медицинских изделий, согласно которой изделия, предназначенные для имплантации человеку, долж-

ны пройти так называемое предварительное одобрение. Есть программа Free Market, которая предполагает технические, токсикологические и экологические испытания, то есть, по сути, речь идет об испытании каждого индивидуального импланта. Попытки специалистов выработать правила применения аддитивных технологий в медицине привели к мысли, что на устройства, которые используются для аддитивных технологий, могут потребоваться еще более сложные и долгие процедуры тестирования, чем на изделия. И возникает цепь вопросов, на которые нет ответов. Как в реальной жизни и в реальных условиях проводить контроль индивидуальных имплантов? Как сертифицировать производителей? Кто отвечает за качество? Нужно ли сертифицировать 3D-принтеры, как именно нужно сертифицировать 3D-продукты и какие системы качества будут применяться по индивидуальному импланту? FDA считает, что нужно на всех этапах — от КТ и планирования хирурга до самой операции — проводить какую-то сертификацию, но насколько это реально, пока никто не может понять. В 2017 году FDA выпустило проект руководства по регулированию и применению аддитивных технологий. Это не закон, это рекомендации по проектированию, изготовлению имплантов и тестированию устройств, где помимо различных видов сертификации добавлен контроль программного обеспечения с требованием только одного формата файла, который признается для 3D-печати именно имплантов. Обязательной признается сертификация биоинженера и контроль качества самого принтера.

В Европе, как рассказал Денисов, сертифицируется практически все. Сертификат выдается, если медицинское изделие

соответствует директивам ЕС (законодательный акт) на разные виды медицинских приборов и устройств. Индивидуальные импланты относятся к медицинским изделиям класса 3, то есть достаточно серьезным и несущим в себе серьезный риск, но при этом не нуждающихся в сертификации. Звучит это, по словам Денисова, парадоксально, но в настоящее время так установлено. Очевидным представляется только одно — что имплант должен обладать высоким уровнем безопасности, что требует придания большей определенности законодательной базе и ее усилению.

Что в России? В настоящее время по ФЗ «Об основах охраны здоровья» медицинскими изделиями являются любые инструменты, аппараты, приборы, материалы и прочие предметы, применяемые в медицинских целях. При этом определено, что медицинские изделия, которые изготовлены по индивидуальным заказам пациентов и к которым предъявляются специальные требования, не подлежат государственной регистрации. «И фактически, — комментирует Денисов, — по рекомендациям Росздравнадзора сертификации подлежит только материал, из которого изготовлен индивидуальный имплант».

Что впереди?

В современном мире нет строгих критериев применения индивидуально изготовленных имплантов, и сейчас наступил некоторый этап осмысления, подвигающий к усилению законодательной базы. Но, как говорили выступавшие, чтобы не похоронить это направление в медицине, надо понимать, что тестирование каждого индивидуального импланта невозможно и что идти надо по пути лицензирования и сертификации производств. ■

Новый проект
в рамках выставки
«Здравоохранение»

«АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ»

Москва, ЦВК «Экспоцентр»
3–7 декабря 2018 г.

- специализированная экспозиция, включающая стенд стартапов
- отдельная секция в рамках конференции «Медицина будущего»
- тематические публикации в журнале «Аддитивные технологии»

К участию приглашаются:

- производители оборудования для АТ, имеющие опыт участия в медицинских проектах
- врачи и представители клиник, которые готовы поделиться опытом внедрения АТ в хирургии, ортопедии, стоматологии и других направлениях
- ученые, которые могут рассказать о мировых и собственных достижениях, актуальных для внедрения в медицине

Редакция журнала
«Аддитивные технологии»
Тел. + 7 (499) 55-9999-8
e-mail: ritm@gardemash.com
www.additiv-tech.ru

Аддитивное изготовление керамических газотурбинных двигателей с встроенным электрогенератором

А.В. Сударев, ООО «Научный центр «Керамические двигатели» им. А. М. Бойко, soudarevbojkocenter@westcall.net
В. Г. Конаков, ООО «Научно-технический центр «Стекло и керамика», glasscer@yandex.ru

Газотурбинные двигатели обеспечивают прогресс в авиации, судостроении, энергетической и оборонной отраслях, и этому утверждению вряд ли что можно противопоставить. Однако с конца 80-х годов прошлого столетия развитие ГТД практически свелось к эволюционному конструированию отдельных узлов при слабом росте рабочих параметров ГТД и коэффициента полезного действия (КПД).

Главной причиной такого положения является необходимость смены поколения трудоемких конструкций ГТД из жаропрочных металлических сплавов, требующих сложных систем охлаждения при высоких температурах, на новые неохлаждаемые высокотемпературные ГТД из легких керамических материалов (ККМ) с долговременной температурой эксплуатации 1300–2000°C, что для традиционных металлических жаропрочных сплавов уже становится недостижимым. Бурное развитие аддитивных технологий дает дополнительные возможности для такого перехода. Специалисты понимают, что теоретические термодинамические основы двигателей именно этот путь прогресса определяют для получения экономичных высокоэффективных надежных ГТД.

На такую смену поколений ГТД, которые изготавливаются из ККМ, работают не один де-

сяток лет лучшие фирмы США, Японии, Франции и ряда других стран, включая Россию. Имеются определенные успехи по созданию для ГТД отдельных керамических узлов и деталей (рис. 1), но о создании неохлаждаемых, целиком керамических ГТД (КГТД) зарубежные фирмы пока не сообщают.

Только в России последние 10 лет две российские фирмы из Санкт-Петербурга из года в год делают доклады на конференциях в России и за рубежом о своих работах по созданию легких неохлаждаемых КГТД (рис. 2), которые отличаются надежной и высокоэкономичной работоспособностью при температуре на входе в турбину 1623 К (1350°C) [2].

В перспективе — создание КГТД с температурой эксплуатации 1773 К (1500°C) и выше при

низких затратах на изготовление и эксплуатацию и обеспечении многократного снижения стоимости электрической и тепловой энергии. При достаточном финансовом обеспечении становится возможным освоение неохлаждаемых высокоэкономичных КГТД с температурным уровнем работы материалов:

этап 1: Ti — температура эксплуатации 1673–1723 К — 2019 г.;

этап 2: Zr — температура эксплуатации 1800–1850 К — 2021 г.

Именно в новом поколении достигнуто превосходство по значениям КПД, экологических параметров и массогабаритным характеристикам по сравнению с металлическими аналогами, разработаны новые конструкции безлопаточных спирально-канальных или туннельных турбомашин, высокотемпературных камер сто-

Рис. 1. Электрический газотурбинный двигатель для беспилотника, Англия, 2012 г., мощность 3 кВт, КПД—19%, 4 кг [1] — (а); первый опытный керамический газотурбинный двигатель GE Aviation, США, изготовленный с использованием АТ (программа FATE) в 2015 г. (б)

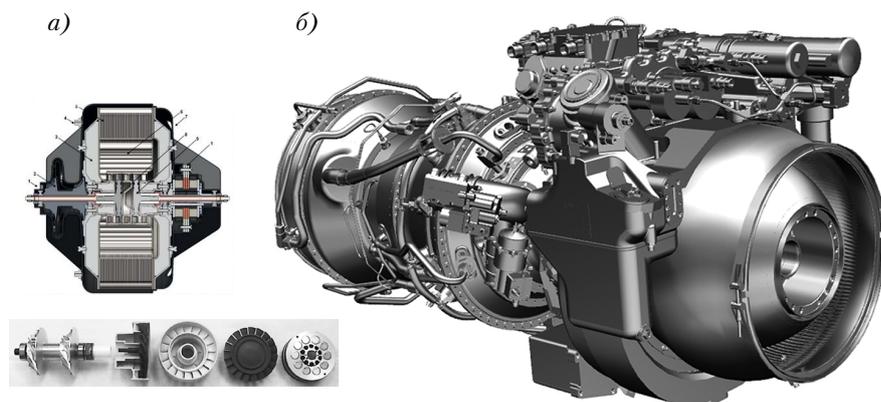


Рис. 2. Высокотемпературный неохлаждаемый КГТД.
Электрическая мощность 2 кВт, ТТГ = 1623 К/1350°С, КПД – 29%

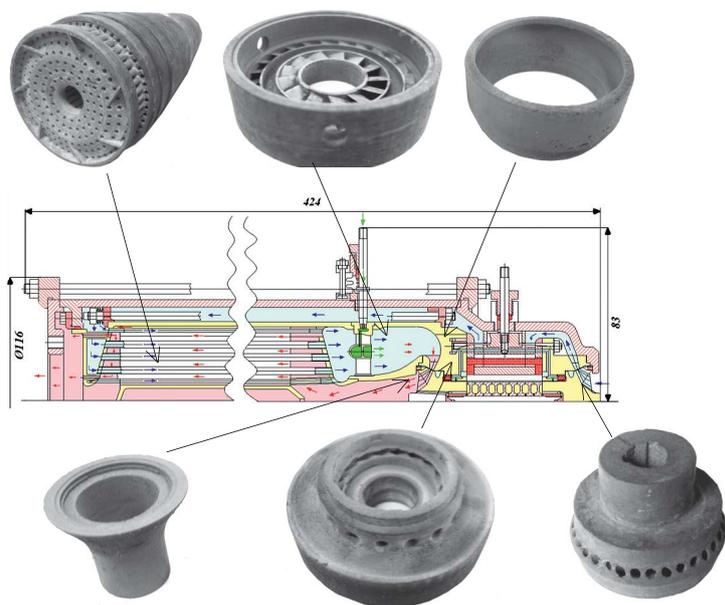
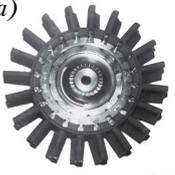
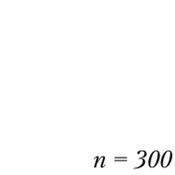


Рис. 3. Количество изготавливаемых деталей и устройств КГТД:
а) лопаточных – 1176 (традиционная технология), б) туннельных – 8 (АТ)

компрессор	 <i>n</i> = 427	 <i>n</i> = 2
воздухоподогреватель	 <i>n</i> = 300	 <i>n</i> = 1
камера сгорания	 <i>n</i> = 22	 <i>n</i> = 3
турбина	 <i>n</i> = 427	 <i>n</i> = 2

рания с «холодным факелом», матричных теплообменников, а также устройств и трактов КГТД с уменьшением количества изго-

тавливаемых деталей и устройств КГТД примерно в 150 раз (рис. 3).

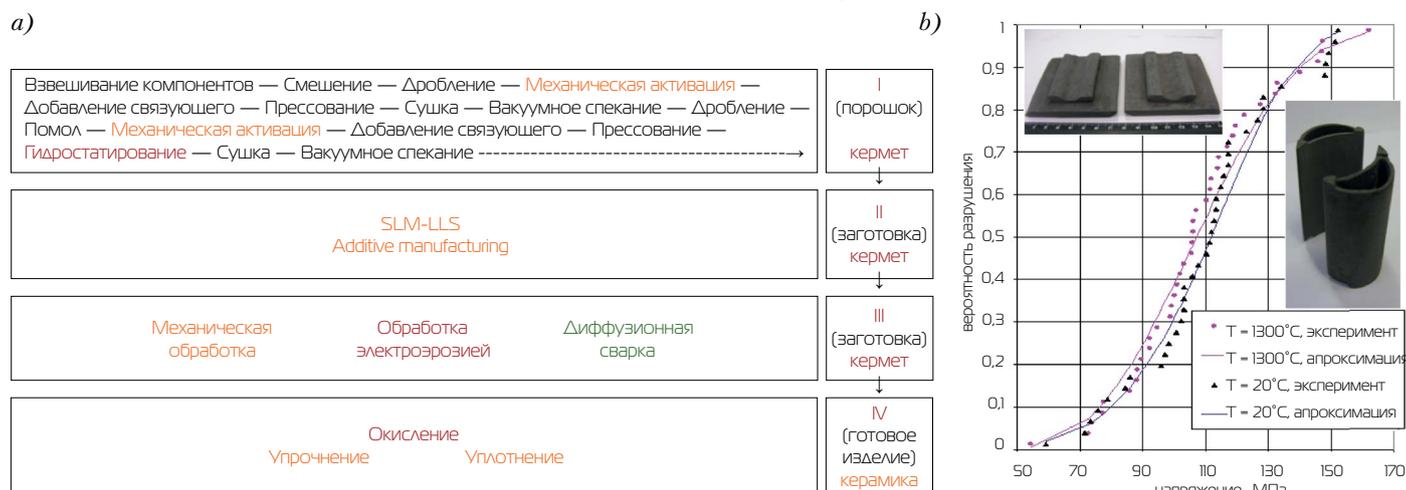
Газотурбинные двигатели из ККМ генерируют электроэнер-

гию (их поэтому называют гибридными) и успешно работают при скорости вращения от 220000 до 840000 оборотов в минуту, при этом по сравнению с металлическими имеют в 3–4 раза меньшие массогабаритные характеристики. Использование многомодульных керамических ГТД: в 3–5 раз снижает стоимость изготовления, ремонта и получаемой энергии; обеспечивает: высокую автоматизацию производства, применение упрощенной системы управления, регулирования и запуска, равномерную нагрузку (время работы, число пусков) модулей КГТД; эксплуатацию, как правило, на расчетном самом надежном, экологичном и экономичном – оптимальном номинальном режиме, длительную бесперебойную работу.

Такие двигатели открывают перспективу превращения транспортных средств в надежные и легко управляемые электрические корабли, самолеты, большегрузные автомобили и специальную военную технику. Автономным электроэнергетическим комплексам не страшны не только аварии в электросетях, но и гибридные войны. Такие экономичные и долговечные автономные энергетические комплексы нужны не только для транспорта, но и в других самых разных областях хозяйственной деятельности: от медицины до геологоразведки, от МЧС до расчетных центров банков.

Создатели гибридных КГТД, понимая их широкое применение в разных отраслях, разработали автоматизированную безударочную технологию SLM–LLS (selective laser melting-laser layer sintering) изготовления всех устройств ГТД из металлокерамических порошков (рис. 4а). Важным фактом является то, что размеры керамических изделий не зависят от температуры среды в диапазоне от 0 до 1350°С (1623 К) – рис. 4б.

Рис. 4. Технология изготовления изделий из ККМ (а), зависимость вероятности разрушения керамических изделий от напряжения (б)



Следует подчеркнуть, что технология производства по схеме «исходные материалы→кермет→керамика» компенсировала такие недостатки, как:

- низкая трещиностойкость;
- обрабатываемость алмазным инструментом;
- влияние масштабного фактора на структуру материала;
- высокая стоимость.

Реализация аддитивной технологии позволяет не на словах, а на деле создавать легко перенастраиваемые безлюдные производства, используя для получения высокого качества изделий эффективное исследовательское оборудование, преобразованное из стандартного, предназначенного для производства металлических изделий. После масштабной модернизации с 2007 г. нами в установке были обеспечены:

- двукратное увеличение мощности лазера, герметизация и замена материалов рабочей зоны;
- изменение систем нанесения и удаления порошка и очистки оптического канала;
- оптимизация режимов SLM-LLS и последующей термообработки;
- послойная визуализация и контроль параметров рабочего процесса;
- автономная система создания инертной среды.

Особенно перспективно применение микроКГТД в производстве беспилотных летательных аппаратов (БЛА), где очень важно максимально снизить массу электродвигателя, увеличивая время и радиус его действия, количество топлива и перевозимого груза беспилотника. Одно из возможных решений этой проблемы — керамический микродвигатель мощностью 200 Вт, успешно прошедший испытания на режиме при начальной температуре рабочего тела на входе в турбину 1400°C (1673 K) в течение более 100 часов. Двигатель был спроектирован и изготовлен нами по заказу фирмы IEPEN, Франция, в 2003–2005 гг.

Однако промышленный переход на двигатели нового поколения затянулся почти на десятилетие. К сожалению, только зарубежные фирмы все эти годы заключают контракты с российскими разработчиками, пытаясь главным образом узнать технологию жаропрочных ККМ и принципы конструирования КГТД. За счет этих контрактов научные центры поддерживают пионерские разработки в области создания КГТД.

Вследствие такого отношения к прогрессу и прорывным технологиям в двигателестроении государство несет многомиллиардные

затраты на разработку металлических ГТД, практически устаревших уже на момент их создания, и такой металлический двигатель для транспортной авиации будет создан, как намечается, только к 2020 году.

Санкт-Петербург всегда в нашей стране имел славу города интеллектуальных разработок и передового научно-промышленного потенциала. Поэтому мы стараемся через научную прессу России привлечь внимание разных служб правительства, администрации города и страны к организации производства легких, экологичных, высокоэкономичных керамических ГТД на основе разработок научных центров «Керамические двигатели» им. А.М. Бойко и «Стекло и керамика», не дожидаясь, когда это сделают за рубежом. ■

Литература

1. Michael J. Vic. High efficiency recuperated ceramic gas turbine engines for small unmanned air vehicle propulsion. – Department of Mechanical Engineering Imperial College London. January 31, 2012.
2. Сударев А.В., Конаков В.Г. Селективное лазерное сплавление для создания деталей и узлов керамических газотурбинных двигателей // «РИТМ машиностроения». 2015. № 7. С. 24–26.

2018



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ISO - 9001 ufi Member



КАЗАНСКАЯ
ЯРМАРКА

9-11 АВГУСТА



9 - я МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

АКТО

Авиа
Космические
Технологии, современные материалы и
Оборудование

Выставка АКТО и проводимые в рамках нее мероприятия будут приурочены:

- 130-летию со дня рождения А.Н. Туполева,
- 50-летию со дня первого полета Ту-144
- 55-летию со дня полета в космос первой в мире женщины-космонавта В. В.

12+

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ
Кабинет Министров Республики Татарстан
Министерство промышленности и торговли РТ
Мэрия города Казани
ОАО «Казанская ярмарка»

При поддержке Президента Республики
Татарстан Р.Н.Минниханова

ОРГКОМИТЕТА:

Руководитель проекта:
Аминова Айгуль Фаридовна

Тел/факс: +7 (843) 202-29-03,
E-mail: expo-kazan@mail.ru,
www.aktokazan.ru, www.expokazan.ru

Применение аддитивных технологий в изготовлении аппаратов для нефтепереработки и нефтехимии



*Константин Владимирович Ефанов,
ведущий инженер-конструктор ГК «ГАГАРИН-ИНЖИНИРИНГ», efanovkv@gmail.com*

Нефтегазовое и нефтехимическое машиностроения характеризуются высокой трудоемкостью, энергоемкостью, металлоемкостью. Так, коэффициент использования металла составляет 0,6 [1]. Сосуды и аппараты на давление от вакуума до 16 МПа изготавливаются по ГОСТ 52630–2012 «Сосуды и аппараты стальные сварные» и на давление от 10 до 230 МПа по ГОСТ 54803–2011 «Сосуды стальные сварные высокого давления». Следует отметить, что важный недостаток технологии сборки корпусов сваркой состоит в различии структуры металла сварного шва и листового металла или поковок. Кроме того, требуется решение вопросов по взаимному расположению сварных швов, выполнение мероприятий по контролю. Поэтому желательно минимизировать количество сварных швов либо исключить их полностью. Применением аддитивной технологии можно устранить все эти проблемы. Установки аддитивного производства могут быть интегрированы в существующую производственную цепочку.

Изготовление деталей методом печати на 3D-принтерах характе-

ризуется невысокой скоростью, выраженной в кг/час, а сами принтеры выпускаются сравнительно небольших размеров [2]. Учитывая массогабаритные характеристики аппаратов, условно приняв толщину стенки 250 мм и массу до 1000 тонн, применять данную технологию в аппаратостроении крайне нецелесообразно.

Однако в настоящее время разработан метод аддитивной технологии, основанный на прямом лазерном выращивании изделий [3]. Данный метод характеризуется достаточно высокой скоростью выращивания деталей — до 20 кг/час. Процесс оформлен в части оборудования в виде камеры, внутри которой установлена планшайба с соответствующими степенями свободы, и сварочного манипулятора. Такое конструктивное оформление рабочих органов полностью соответствует по конфигурации конструкции сосудов и аппаратов, являющихся оболочками вращения с круговой симметрией. Кроме того, имеется опыт изготовления кольца средней опоры турбины диаметром 2000 мм, что по габаритам близко к химическим аппаратам. На основании этого данная технология может быть распространена в аппаратостроении.

Вместе с тем возникает вопрос о соответствии изделий, полученных методом прямого лазер-

ного выращивания, российским и зарубежным нормам и правилам для сосудов под давлением. Поставленный вопрос решается следующим способом. По данным анализа структуры металла после лазерного выращивания, приведенным в работе [4], получается деталь с мелкозернистой структурой, т.е. со структурой, характерной для поковки. На основании этого обстоятельства детали, изготовленные таким методом, можно рассматривать как поковки с предъявлением к ним технических требований для поковок.

ГОСТ 54803–2011 устанавливает способы изготовления корпусов сосудов как в сварном исполнении из поковок, так и цельноковаными. Таким образом, сосуды, подлежащие данному госту, могут быть изготовлены с помощью лазерного выращивания.

Расчеты на прочность сосудов проводятся по соответствующим гостам. Если механические свойства закладывать для поковок, то механические свойства металла после лазерного выращивания, подтвержденные лабораторными испытаниями, должны быть не ниже, чем указанные в гостах для поковок.

Большое количество аппаратов работает со средами, вызывающими межкристаллитную коррозию. В результате чего внутреннюю по-

верхность стенки аппарата, например из стали 09 Г2 С, от воздействия среды защищают наплавкой легированной стали. Для возможности изготовления таких аппаратов необходимо решить вопрос дополнения метода изготовления основного (несущего) слоя металла деталей нанесением защитного слоя методом лазерного напыления либо выполнением наплавки на сварочном производстве.

Обоснование правильности применения АТ при изготовлении аппаратов может быть подобно обоснованию использования АТ при изготовлении корпусов ядерных реакторов (аналогичных по массогабаритным характеристикам). В интервью за 2016 г. генерального директора Научного дивизиона «Росатома» АО «Наука и инновации» А. А. Дуба [5] сообщается, что решение главной проблемы для внедрения АТ —

подтверждение характеристик стенки ядерного реактора техническим требованиям на изделия — может быть найдено при изучении в лаборатории поведения материала стенки в условиях, имитирующих реальные. Так и для нефтяных и нефтехимических аппаратов проблема соответствия механических параметров стенки корпуса может быть решена путем проведения лабораторных исследований поведения материала в условия технологического процесса, под который проектируется аппарат.

Выводы:

1. Показана возможность применения аддитивной технологии в изготовлении аппаратов нефтепереработки и нефтехимии.

2. Выполнен анализ возможности применения аддитивных технологий в соответствии с нор-

мами и правилами на сосуды под давлением. ■

Литература:

1. Ткачев А. Г. Технология аппаратаостроения. — М.: Машиностроение, 2001. — 111 с.
2. Зленко М. А., Нагайцев М. В., Довбыш В. М. Аддитивные технологии в машиностроении. — М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. — 220 с.
3. Тихонов С. Русский аддитивный прорыв // ЭКСПЕРТ. — 2017. — № 12. — С. 33–39.
4. Турчин Г. А., Скляр М. О., Бабкин К. Д., Климова-Корсмик О. Г., Земляков Е. В. Прямое лазерное выращивание — прорыв в изготовлении крупногабаритных изделий // Аддитивные технологии. — 2017. — № 3. — С. 32–35.
5. Алексей Дуб: 3D-печать поможет Росатому быть лидером высоких технологий. [Электрон. ресурс] 26.07.2016 г. Режим доступа: <https://ria.ru/interview/20160726/1472849162.html>



БАНКОВСКИЕ РЕКВИЗИТЫ:

ООО «ПРОМЕДИА»
Юр. адрес: 101000, г. Москва,
Милютинский пер., 18А
Почт. адрес: 101000, г. Москва,
Милютинский пер., 18А, оф. 8
ИНН 7708266787
КПП 770801001
Р/с 40702810400120033781
ПАО АКБ «АВАНГАРД»
г. Москва
К/с 3010181000000000201
БИК 044525201

Подписка на:

номер год

ПОДПИСНОЙ КУПОН

Вы можете оформить подписку на журнал «Аддитивные технологии» с любого месяца. Стоимость одного номера — 250 рублей, стоимость годовой подписки — 1000 рублей.

Фамилия, имя, отчество (получателя):

Наименование предприятия (организации, фирмы):

Индекс и полный почтовый адрес (получателя):

Юридический адрес (для выставления счета)

ИНН/КПП

Телефон:

E-mail (если он имеется)

Для выставления счета направьте заполненный купон по адресу: info@additiv-tech.ru.

Частные лица могут подписаться без счета, оплатив подписку в Сбербанке по указанным реквизитам.

14-18 | 05 | 2018

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»
www.metobr-expo.ru



2018

19-я международная
специализированная
выставка

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

Реклама 12+



**«Оборудование,
приборы и инструменты
для металлообрабатывающей
промышленности»**

При поддержке:

- Совета Федерации Федерального Собрания РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Союза машиностроителей России

Под патронатом ТПП РФ

Организаторы:



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ
«СТАНКОИНСТРУМЕНТ»

ЭКСПОЦЕНТР



Москва
14.05–18.05 2018
Зал 2.2, Стенд E21



**МЫ ГАРАНТИРУЕМ
НАДЕЖНЫЙ ЗАЖИМ**



Мы гарантируем качественный зажим

Аддитивные технологии замещают субтрактивные.

Основная цель – производительность!

Системы с нулевой точкой AMF позволяют достигнуть высокой производительности при использовании аддитивных методов изготовления.

Интегрированные также во все последующие процессы, они создают стандартизированный интерфейс и резко сокращают время модернизации и установки.

AMF: так начинается будущее!

Андреас Майер GmbH & Co. KG
Fellbach (Germany)



запросить бесплатный
каталог сегодня!

www.amf.de

**МГНОВЕННАЯ ОЦЕНКА.
БЫСТРОЕ ПРОИЗВОДСТВО*.**

LOGEEK^S DM

*С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛУЧШИХ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ И ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ.