

at

АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

1 / 2017



REC

Воплощая идеи в реальность

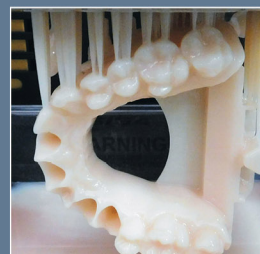
Насколько прочна 3D-печать? Анализ материалов REC стр. 16



Аддитивное
производство
набирает
обороты
24



Трёхмерная
печать для
пректирования
узлов и блоков
ракетно-
космических
систем
29



Использование
3D-принтера в
зуботехнической
лаборатории
32



3D-принтеры высокого разрешения

- Лучшее качество поверхности в своем классе
- Открытые материалы разных производителей



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



8



29



32

СОДЕРЖАНИЕ

- 7** «Аддитивные технологии. Чем удивить искусственного промышленника?»
- 8** Formnext 2016 – двигатель инноваций
- 10** Компания Xioneer Systems представила свою уникальную разработку 3D-принтер X1
- 13** Качество для аддитивного производства
- 16** REC. Испытание прочности 3D-печати
- 20** Аддитивные технологии в машиностроении
- 24** Аддитивное производство набирает обороты
- 29** Трехмерная печать для проектирования узлов и блоков ракетно-космических систем
- 32** Использование 3D-принтера в зуботехнической лаборатории
- 34** Газовые решения «Эр.Ликид» для аддитивных технологий

Издатель ООО «ПРОМЕДИА»

директор О. Фалина

главный редактор
М. Копытина

отдел редакции:
Т. Карпова, Т. Бердникова
Э. Сацкая, С. Куликова
Е. Ерошкина

консультант:
Максимов Н.М.
nikamax@gmail.com

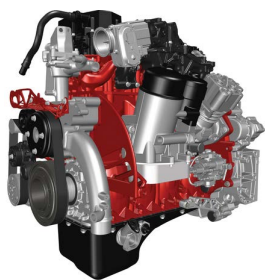
отдел рекламы
т/ф (499) 55-9999-8

АДРЕС: 101000, Москва
Милютинский пер., 18А, оф. 8
т/ф (499) 55-9999-8
(многоканальный)
e-mail: info@additiv-tech.ru

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

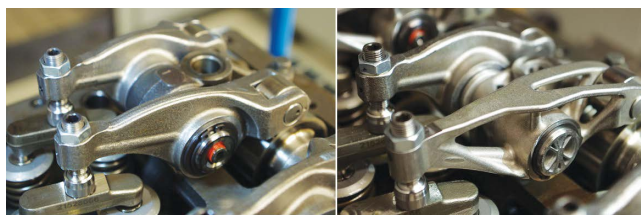
Тираж 5000 экз.
Распространяется бесплатно.
Перепечатка опубликованных
материалов разрешается только
при согласовании с редакцией.
Все права защищены ©
Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в рекламных материалах
и оставляет за собой право
на редакторскую правку текстов.
Мнение редакции может
не совпадать с мнением авторов.

Двигатель нового поколения



Инженеры компании Renault представили прототип нового двигателя DTI 5, полностью изготовленный с помощью 3D-печати. По словам представителей компании, он на 25% легче, чем

аналог, изготовленный традиционными методами, а также содержит на четверть меньше деталей (менее 200). Двигатель не только хорошо смотрится, но и успешно прошел все нужные тесты. В долгосрочной перспективе исследования инженеров Renault Trucks могут быть использованы для внедрения 3D-печати металлом в серийное производство двигателей и других компонентов автомобилей, требующих снижения веса и оптимизации производительности.



<http://3d.globatek.ru>

Комфортный дом

Корпорация ТехноНИКОЛЬ, один из крупнейших международных производителей строительных материалов, участвует в развитии технологий строительной 3D-печати. Разработанные компанией материалы и решения обеспечат комфорт в первом российском доме, напечатанном на мобильном 3D-принтере по уникальной технологии Aris Cor. Пилотный проект трехмерной печати дома реализуется в подмосковном Ступино.



Применявшиеся ранее строительные 3D-принтеры портального типа выпускали на заводах детали для дальнейшей сборки. Разработанный российскими инженерами мобильный 3D-принтер предназначен для печати целых домов непосредственно на месте, что существенно сокращает сроки строительства. На монтаж и подготовку оборудования к работе требуется менее часа.

В качестве кровельного покрытия будет применена полимерная мембрана LOGICROOF. Комфортный для жизни микроклимат создадут современные изоляционные материалы производства ТехноНИКОЛЬ.

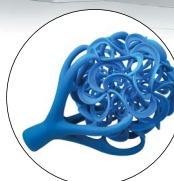
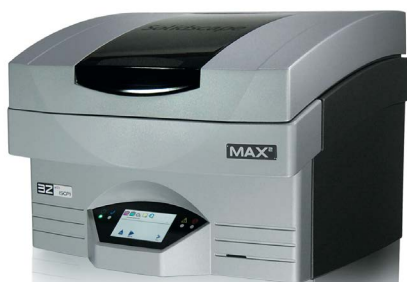


www.tn.ru

SolidScape®
High Precision 3D Printers

Прецизионные 3D принтеры

Когда требуется
Точность



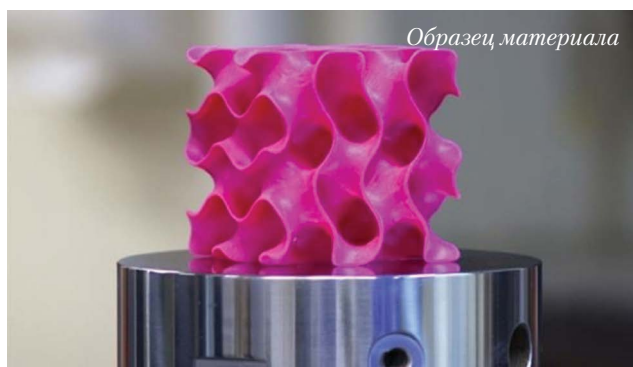
125466, Москва, Ворытинская улица, 5
Тел.: +74957401109
info@nikarus.com, www.solid-parts.ru



Прочнее стали

Команда исследователей из MIT получила материал на основе графена, плотность которого составляет 5% от плотности стали, а прочность при этом в 10 раз выше.

Как выяснилось в ходе исследований, прочность изделий зависит от формы и объемной структуры. Наилучший результат получился при использовании форм, близких к формам природных кораллов. И этот вывод справедлив для любых материалов. Как пример, можно сравнить свойства листа бумаги и того же листа, свернутого в плотную трубку.



При воздействии тепла и давления графен образует различные формы с множеством отверстий внутри, они называются гироидами. Их сложно синтезировать, но можно напечатать на 3D-принтере. Более того, возможно создать детали с использованием ультрапрочных форм из пластика или из металла, нанести покрытия из графена и при необходимости удалить пластик или металл и получить сверхпрочную, легкую деталь из графена. Применений для такой технологии множество: мосты, фильтры и т. д.

www.3ders.org



Дрон Robird выглядит и двигается так же, как хищные птицы, и способен очистить воздушное пространство в аэропортах от птиц, что поможет исключить инциденты с самолетами.

Поскольку для использования дронов в аэропортах требуется специальное разрешение, то компания предлагает использовать своих дронов-птиц только как сервис, поскольку управлять ими должны подготовленные специалисты. Стоимость такой услуги составляет \$1000–1500 в день. В дальнейшем компания планирует разработать автоматическое управление для дрона-птицы, что снизит стоимость услуг.

www.3ders.org

Запуск в серию

Группа компаний «Лазеры и Аппаратура» запускает серийное производство пятикоординатных аддитивных комплексов для прямого выращивания, анонсированных ранее.

В 2016 году «Лазеры и Аппаратура» совместно с научным центром АО «НПЦ газотурбостроения «Салют» завершила разработку уникальной машины МЛ7–1 для аддитивного производства изделий из металлического порошка, основанной на технологии прямого лазерного выращивания. Установка создавалась для ремонта деталей газотурбинных двигателей сложной формы. Рабочий объем камеры построения машины 400x400x400 мм. Скорость построения до 0,6 м/мин. В качестве расходных материалов могут использоваться материалы в порошковой форме: хромо-никелевые сплавы, кобальт-хромовые сплавы, нержавеющая сталь и другие отечественного и зарубежного производства.

Подобных машин ранее в России не создавали, что дает потенциал для шагов в сторону импортозамещения и новых разработок в актуальной и перспективной области технологического машиностроения.



www.laserapr.ru

Дрон-птица

Компания Clear Flight Solutions (Дания) готовится к выходу на мировой рынок после завершения испытаний своего дрона-птицы в одном из европейских аэропортов. Изготовленные с помощью 3D-печати птицы могут быть использованы для отпугивания реальных птиц.

Дрон Robird выглядит и двигается так же, как хищные птицы, и способен очистить воздушное пространство в аэропортах от птиц, что поможет исключить инциденты с самолетами.

Поскольку для использования дронов в аэропортах требуется специальное разрешение, то компания предлагает использовать своих дронов-птиц только как сервис, поскольку управлять ими должны подготовленные специалисты. Стоимость такой услуги составляет \$1000–1500 в день. В дальнейшем компания планирует разработать автоматическое управление для дрона-птицы, что снизит стоимость услуг.

3D в моде



В рамках выставки 3D PRINT Expo 2016, проходившей в ноябре в Москве, была представлена коллекция одежды Riza дизайнеров из Македонии.

Приступая к работе, Ирина Тошева (Irina Tosheva studio) и Никола Кунгуловски (Proxu creative studio) провели исследование традиционного македонского орнамента, а затем использовали его элементы в цифровых 3D-моделях для оформления одежды, украшений и сумок. Согласно задумке Ирины, эти традиционные и одновременно футуристические элементы были напечатаны на 3D принтере.

Услуги 3D печати осуществляла македонская компания MK3D на принтере польской фирмы Zortrax. Процесс печати трендовых моделей занял примерно 200 часов. За это время было использовано почти 2 кг филаментной нити Zortrax Z-ULTRAT различных цветов. Команда MK3D остановила свой выбор на толщине слоя в 0,14 мм для обеспечения идеальной точности и для того, чтобы напечатать изделия были тонкими и легкими — идеальный вариант для последующего соединения с тканью.

<https://3d-expo.ru>

Образовательные программы

Компания GE инвестирует \$10 млн в течение следующих 5 лет в две образовательные программы по поиску и подготовке талантов для аддитивных технологий. Одна из программ рассчитана на школы, другая — на колледжи и университеты. При этом \$2 млн будут инвестированы в течение двух лет в поставку полимерных настольных принтеров в школы, преимущественно ориентированные на подготовку в области науки, технологий, инженерного образования и математики. Другие \$8 млн будут инвестированы в течение 5 лет в поставку примерно 50 металлических 3D-принтеров в колледжи и университеты мира, ориентированные на исследования в области аддитивных технологий. Любые учебные заведения могут подать заявки на участие в этой программе, подробности на сайте www.geadditive.com.

Следует напомнить, что GE инвестировала примерно \$1.5 млрд в создание исследовательского центра (GE's Global Research Center, GRC), который внедряет AM приложения в своих 6 структурных бизнесах GE. В конце 2016 г. GE приобрел 75% акций компании Concept Laser, одного из ведущих производителей лазерных металлических 3D-принтеров. Ранее GE приобрел 76,15% акций компании Arcam AB из Швеции, лидера в производстве металлических 3D-принтеров, использующих электронный пучок.

www.3ders.org

3D-печать гибкой электроники

Исследователи из университета Missouri University of Science and Technology (Missouri S&T) занимаются эластомерами — гибкие изделия из него могут выдерживать повторяющееся скручивание, растяжение и изгиб и практически не оказывают влияния на работу проводников, которые могут печататься на поверхности полимера. Гибкая печатная электроника в ближайшее время может стать новым отраслевым стандартом в области транспортных средств, бортовых систем, электронных устройств, изделий медицинского назначения и др. Например, датчики для контроля сердца, активности мозга, печать непосредственно на коже человека, использование в одежде. При этом широко используется технология 3D-печати в электронике — AerosolJet компании Optomec.

Датчики на гибкой подложке



www.3ders.org

3D-печать подшипников качения

Компании Schaeffler и DMG MORI на выставке JIMTOF в Японии подписали соглашение о сотрудничестве в области разработки технологии 3D-печати подшипников качения.

В основу совместной опытно-конструкторской работы будет положено использование на объектах компании Schaeffler станков Lasertec 65 3D-производства DMG MORI. Цель работы — развитие технологии 3D-печати методом лазерной наплавки металла, которая будет использоваться в производстве прототипов и мелких партий подшипников качения и сделает этот процесс более гибким.

Основное внимание уделяется деталям производственного процесса, используемым материалам и их пригодности для производства.

На выставке компании представили также инновационный проект Machine Tool 4.0 (Машинное оборудование 4-й промышленной революции).



Представители компаний Schaeffler и DMG MORI

www.schaeffler.com

Бум в медицине

Трехмерная печать в медицине переживает настоящий бум, количество 3D-принтеров удваивается ежегодно. К 2025 году рынок 3D-печати в медицине, по информации консалтинговой компании Frost & Sullivan, вырастет до \$6 млрд.

К примеру, стоимость традиционного протеза руки может составлять от \$6000 до \$40000, в то время как волонтерская группа в США (Enable Community Foundation) предлагает разработанную ими бионическую руку Raptor бесплатно, причем печатает ее на 3D-принтере за несколько дней. А в мире ежегодно амputируют около двух миллионов рук.

По словам руководителя Института сердечно-сосудистой хирургии доктора Томаса Бартеля в клинике Кливленда Абу-Даби: «В здравоохранении самой впечатляющей функцией 3D-печати является ее способность к репликации органов, чтобы помочь спланировать операцию или симитировать ее. Каждый человек имеет уникальную анатомию, и в сложных процедурах, где мы проводим операции в труднодоступных областях вокруг сердца, 3D-реплики органа обладают высокой точностью и реально помогают планировать процедуры».

Пока не везде использование протезов, напечатанных на 3D-принтере, покрывается страховкой, но есть позитивный опыт страхования в Японии.

<http://www.thenational.ae/>

Готовим лекарства дома

На медицинском форуме в Дубае (Dubai Health Forum) специалисты предсказали появление в ближайшем будущем медицинских 3D-принтеров для печати лекарств по рецептам в отдельных клиниках, госпиталях и даже дома у хронических больных. Разрабатывает эту технологию биотехнологическая компания FabRx из Великобритании.

Как это работает? Рецепт препарата посылается пациенту, чтобы он смог напечатать нужную дозу или комбинацию компонентов самостоятельно. Фармацевтам нужно только создать правильную дозировку каждой нити, которая используется для печати партии таблеток. Нити представляют собой исходные материалы для печати готового препарата. Естественно, будет применяться жесткий контроль за печатью препаратов, аналогичный использованию банковских счетов, например.

«При правильном применении этот метод будет дешевле и быстрее для пациента, он снизит также количество случаев имитации лекарств или их фальсификации», — говорит руководитель компании Alvaro Goyanes.

Внедрение этой технологии может кардинально изменить всю систему здравоохранения в мире.

www.thenational.ae

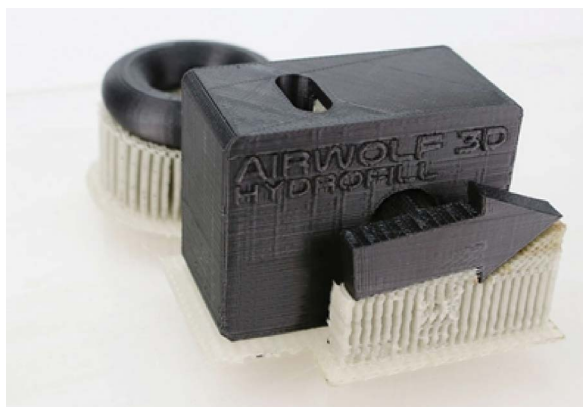
Водорастворимые поддержки

Компания Airwolf 3D объявила о выпуске водорастворимой поддержки HydroFill. Это первый в мире высокоэффективный водорастворимый материал для 3D-печати деталей из ABS и PLA. Материал предназначен для использования с любыми принтерами, работающими по технологии FDM, выдерживает высокие температуры, хорошо сцепляется с модельными материалами ABS и PLA и легко удаляется в воде. Сейчас поддержки удаляются либо вручную, что

не всегда возможно, особенно из труднодоступных мест или из замкнутых полостей, либо в ванне с водой или химическими растворами, но неэффективно.

Поддерживающий материал Hydrofill был разработан в сотрудничестве с профессором Miodrag Micic, руководителем отделения в Cerritos College в Norwalk, Калифорния.

Материал выпускается в виде нити двух диаметров: 1,75 и 2,88 мм.



<http://airwolf3d.com>

Награждение

В рамках выставки 3D PRINT Expo 2016, проходившей в Москве 17–18 ноября, состоялась торжественная церемония 3D Print Award, на которой награждали лучших представителей 3D-отрасли. Интересно, что в этом году престижные награды завоевали новые компании:

- Бренд года — 3D РЭК;
- Лучшая инновационная компания — Hi Tech Workshop;
- Лучшая разработка — Thor3D;
- Лучший российский разработчик 3D –принтеров — TOTALZ;
- Самый популярный производитель расходных материалов — 3D REC;
- Лучшая компания, занимающаяся 3D сканированием — RangeVision;
- Новичок — 3DELO;
- Лучший новостной портал — 3dtoday;
- Лучший выставочный стенд — Ostec&Union Tech.

<https://3d-expo.ru>

Напечатали пули

Фонд перспективных исследований и АО «ЦНИИТОЧМАШ» успешно провели испытания опытной партии пуль, созданных с применением технологии послойного лазерного сплавления (ПЛС-пули). Лазерное сплавление обеспечивает самый быстрый путь от идеи изделия до ее реализации, когда производство пилотных изделий и малых серий деталей становится быстрым, экономичным и гибким. Результаты стрелковых экспериментов подтвердили возможность промышленного выпуска подкалиберных боеприпасов с применением аддитивных технологий: изготовленные образцы пуль обладают всеми необходимыми функциональными характеристиками и не уступают стандартным штатным патронам.



<http://fpi.gov.ru>

Чем удивить искушенного промышленника?

Под таким названием Группа компаний «Остек» провела 26 октября в Москве X Международный симпозиум Асолд 2016

Симпозиум Асолд — крупное событие в сфере аддитивных технологий (АТ), которые на сегодняшний день являются одним из наиболее динамично развивающихся направлений цифрового производства. Еще недавно АТ применялись в таких передовых отраслях, как автомобильная, авиационная, аэрокосмическая, а также в приборостроении и медицине. Сегодня аддитивные технологии осваивают все новые направления промышленности. По мнению экспертов именно в АТ — залог успеха развития промышленности и перспектива развития экономики.

Асолд стал профессиональной площадкой, соединившей теоретиков и практиков, развивающих инновационные аддитивные технологии. Здесь обсуждались возможности взаимовыгодного сотрудничества университетов и институтов, научно-исследовательских обществ, организаций по стандартизации и отечественных производителей, осваивающих новые передовые технологии. С докладами выступили представители компаний «Остек», «Prodways», «Voxeljet», «Renishaw», НИИИТ, ОАО «Авиадвигатель» и др.

На симпозиуме рассматривались такие важные вопросы, как:

- Аддитивные технологии в литейном производстве: преимущества и возможности.
- Трехмерная печать металлами: технологии, особенности, применения.
- Технологии 3D-печати пластиком и их применение в промышленности.
- Керамическая 3D-печать для НИОКР и производства.
- Опыт контрактного аддитивного производства.
- 3D-сканирование и компьютерная томография как уникальные методы контроля изделий, произведенных с помощью аддитивных технологий.

Надо отметить, что выступления представителей компаний, которые рассказали о своих технологиях, достижениях и планах, вызвали большой интерес аудитории.

Так, Барт Леферинк из «Prodways», одного из крупнейших в Европе производителей оборудования для промышленной 3D-печати, поделился информацией о последних разработках компании. Одна из них — запатентованная технология MOVINGLight.

— Аддитивные технологии, — сказал Барт Леферинк, — открывают перед нами новый мир возможностей. Трехмерная печать создает уникальные детали. Однако мало иметь машину, важно иметь материалы. Сегодня используется много различных типов материалов, на мой взгляд, они более важные, чем оборудование. Наши инновационные решения мы применяем в ряде отраслей: в аэрокосмической и оборонной промышленности, автомобильной, зубоорудительной, медицинской, ювелирной, в производстве потребительских товаров.

Движущий свет — новые технологии. Уникальность MOVINGLight — в большом уровне детализации. MOVINGLight — эксклюзивная революционная технология 3D-печати для производства керамических изделий. Важную роль в применении этой технологии играет ценообразование.

Преимущества применения 3D-технологий в разных отраслях промышленности неоспоримы. Они дают возможность печати формы разной геометрии, конструкции, в малых и больших партиях. Эксперты посчитали, что применение 3D-печати позволяет сэкономить до 50 % времени и финансов. Геометрию будущей детали изучают с помощью специальной программы, форму детали можно изменить, пересчитать и только после такого усовершенствования отправив на печать.

Представитель «Voxeljet» рассказал о сегодняшнем дне компании. «Voxeljet» — признанный мировой лидер в производстве высокотехнологичных систем 3D-печати. Ассортимент включает и большие, и крупногабаритные машины, что позволяет компании работать на рынке всех областей промышленности.

Симпозиум Асолд 2016 продемонстрировал огромную заинтересованность в развитии 3D-технологий на российском рынке. Надо отдать должное его организатору — Группе компаний «Остек». За организацию симпозиума «Остек» благодарили не только участники — приглашенные докладчики, но и слушатели. Как показал симпозиум, удивить искушенного промышленника есть чем. Уникальные аддитивные технологии тому яркий пример.

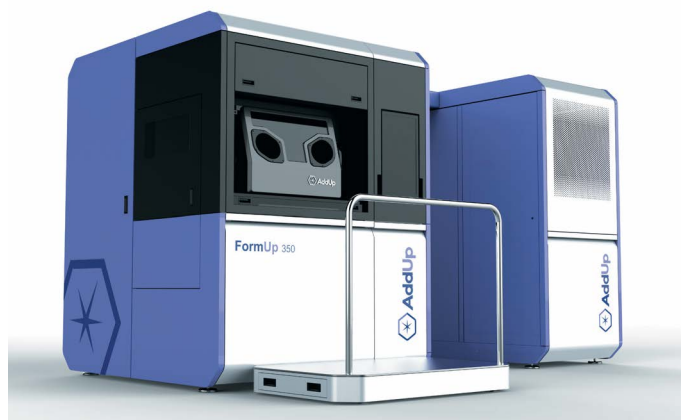
Международная выставка Formnext 2016 прошла во Франкфурте-на-Майне (Германия) 15-18 ноября 2016. Свои новаторские разработки в области аддитивных технологий, программного обеспечения, заводского оборудования, расходных материалов представили производители со всего мира. Новейшие портфели продемонстрировали 307 экспонентов из 28 стран. В этом году на Formnext число экспонентов увеличилось более чем на 50%, а посетителей на 49%.

Fives Michelin Additive Solutions

Это совместное предприятие, организованное Michelin и Fives в апреле 2016 года, показало свои разработки под новым брендом AddUp. Компания теперь может поставлять полноценную промышленную систему, основанную на ее новом станке FormUp 350.

Концепция AddUp призвана оказать персонализированную поддержку промышленным компаниям, чтобы найти оптимальное техническое и экономическое решение. Также компания обращает особое и беспрецедентное внимание на безопасность оператора и уважение к окружающей среде во время промышленного использования металлических порошков.

FormUp™ 350, со слов производителя, является гибким и модульным промышленным аддитивным станком и может использоваться для массового производства частей и прототипов. Система имеет рабочую область 350x350x350 мм и использует один или два итербиевых лазера по 500 Вт. Также станок ограничивает межпакетное загрязнение и позволяет быстро менять порошки.



XJet Ltd

Израильская компания XJet Ltd, компания трехмерной печати, пионер технологии NanoParticle Jetting, представила первое воплощение непосредственной депозиции металлических чернил. Технология создает ультра-тонкий слой капель, содержащих металлические наночастицы. Капли попадают на строительный лоток системы, производя металлические детали с простотой и гибкостью струйной печати, что позволяет изготавливать высококачественные объекты, принося невиданный ранее уровень детализации, чистоты поверхности и точности без потерь продуктивности.

«Мы становимся свидетелями того, как трехмерная печать разрушает целые бизнес-модели», — сказал Яир Шамир, председатель XJET. — «С помощью технологии NanoParticle Jetting от XJET, производство совершит гигантский прыжок, предоставляя бизнесам реальное преимущество. Эта революционная технология производит сложную геометрию с замысловатой детализацией и совершенной металлургией. Это невиданно». Металлическая трехмерно-струйная печать XJet исполняет многие требования, которых до сих пор трехмерная печать затруднялась достичь.



Trumpf

После показа двух новых машин на выставке в 2015 году, компания Trumpf вернулась с новой улучшенной TruPrint 3000. Новая система поставляется с 500 W лазером и может производить компоненты в 400 мм высотой и 300 мм в диаметре.

InssTek

Южнокорейский InssTek подписал контракт за 2,3 миллиона долларов США, на отправку одной из его металлических аддитивных производственных систем MX-Grande клиенту в России.

Из новинок на выставке компания представила MX-Mini, первый в мире настольный принтер для 3D-печати изделий из металла, с прямым подводом энергии в место построения. MX-Mini имеет 3-координатное перемещение печатающей головки, рабочая область: 200×200×200 мм, 3D-печать из различных материалов — конструкционных и нержавеющей сталей, титана, медных, никелевых и кобальтовых сплавов.

Компания разработала свою собственную запатентованную технологию Direct Metal Tooling (DMT). Она может быть применена в электронике, автомобильной, медицинской, космической и оборонной промышленности.

Институты FH Aachen and the Fraunhofer Institute ILT объявили о развитии новой бюджетной системы Selective Laser Melting (SLM). Изготовленная совместно с GoetheLab в Ахене FH, модель предназначена, прежде всего, для малых и средних предприятий. Первый функциональный прототип новой системы использует



лазерный диод на 140 Вт с диаметром центра 250 μm , чтобы произвести сложные металлические компоненты с максимальной высотой из 90 мм и максимальным диаметром 80 мм. Зона печати машины составляет 1,3×0,8×1,4 м. По словам Dawid Zieburga, инженера Проекта в Fraunhofer ILT, модуль с аналогичным размером зоны стоил бы, по крайней мере, 100,000€, тогда как данный модуль будет продаваться примерно за 20,000€. Разработчики утверждают, что модуль будет прост в использовании, даже для начинающих пользователей, ведь потребуется всего несколько часов обучения управления им. «Недорогостоящий модуль упрощает для пользователей начального уровня, вход в технологии 3D-печати металлических компонентов», — добавил Zieburga. Компоненты, которые может произвести

модуль, варьируются в пределах от прототипов и демонстрационных частей до функциональных деталей.

OR Laser

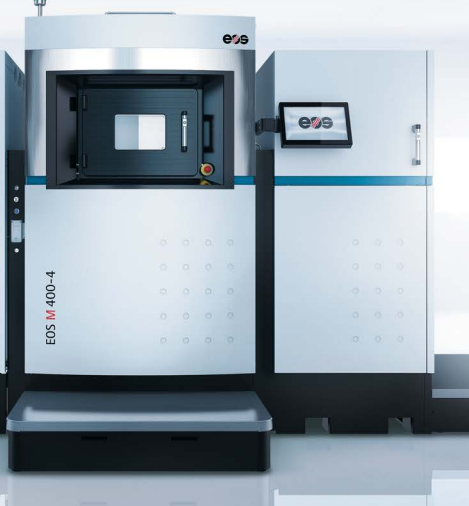
Для немецкой компании выставка прошла с ощутимым успехом. На свою новинку, металлический 3D-принтер ORLAS CREATOR, компания получила более 40 предзаказов непосредственно на выставке.

Компактная машина была разработана, чтобы обеспечить рентабельность металлической 3D-печати для малых и средних компаний с конкурентоспособной ценой в половину стоимости среднестатистических машин на рынке.

Генеральный директор OR Laser Юрий Резник прокомментировал: «Теперь мы знаем наверняка, что производство умной, полноценной системы металлической 3D-печати по доступной для малых и средних предприятий цене это то, что сейчас необходимо сектору. Мы надеемся работать с нашими новыми клиентами и развивать новые партнерства во всем мире».



На Formnext также состоялся европейский дебют EOS M 400-4, ультрабыстрой четырехлазерной системы для промышленного аддитивного производства высококачественных металлических деталей. Спроектированная для промышленного применения, установка EOS M 400-4 предлагает рабочий объем 400×400×400 мм с четырьмя лазерами, что повышает производительность до четырех раз.



Компания Xioneer Systems представила свою уникальную разработку 3D-принтер X1

Павел Алексеев



ускорение процесса печати до финального момента, когда пользователь вынимает готовую деталь из принтера. На это необходимо было обратить внимание, чтобы оптимизировать временные затраты на работу с принтером.

Наш принтер имеет довольно большой объем, может печатать почти до 30 литров (30*30*31 см). Такие большие принтеры — это примерно 3% в объеме принтеров крупных размеров на рынке в данный момент.

Большинство производителей до сих пор не решили проблемы, связанные с надежностью и качеством печати, особенно если речь идет о деталях высокой точности. Одна из этих проблем — печать двумя материалами.

В принципе, мы не первые, кто печатает с двумя материалами. Но, если посмотреть стенды наших конкурентов на выставке, то мы увидим, что они представляют детали, которые были оптимизированы для 3D-печати без использования поддерживающих структур, и это принтеры, которые могут печатать, используя только один материал. Даже несмотря на то, что на некоторых моделях уже стоит вторая печатающая головка, все они в основном печатают только с одним материалом. Печать с двумя материалами требует разработки определенных технологий, в отличие от конкурентов у нас эти технологии уже есть. Все детали, которые наша компания демонстрирует на выставке, напечатаны с использованием поддерживающего материала.

Компания Xioneer Systems (Австрия) не так давно вышла на рынок аддитивных технологий и сразу заявила о себе во многих отношениях уникальной разработкой.

На Formnext 2016 мы встретились с соучредителем и генеральным директором Xioneer Systems Андреем Небояном, и попросили рассказать его о 3D-принтере X1.

— Правильно ли я понимаю, что Xioneer X1 — это полностью ваша разработка?

— Модель X1 была разработана с нуля, она практически не основана на открытых технологиях. Но, разумеется, когда мы изучали рынок и технологию, мы начинали с open source. Это была своего рода школа, чтобы понять, как эта

технология работает. Однако ее уровень недостаточен ни в плане качества и надежности, ни в плане готовности к массовому производству. Для пользователя, который использует принтер для своих личных целей, этого может быть, и достаточно, но для массового производства в профессиональной деятельности — нет.

Нашу технологию мы разрабатывали 4 года, имеем несколько патентов на нее. Мы добавили много новшеств, которые считаем необходимыми для профессионального пользователя. Например, мы изучили весь процесс от подготовки цифровой модели до момента, когда клиент держит готовую деталь в руках. Это включает в себя программное обеспечение, калибровку самой установки,

Из первой проблемы вытекает вторая, это проблема крупных и сложных деталей. Когда мы говорим о сложных деталях, это необязательно означает детали со сложной геометрией, чаще всего имеются в виду детали, в принципе не оптимизированные для 3D-печати, которые инженеры или дизайнеры рисуют в производстве, а затем используют в литье. Это детали с так называемыми overhangs, детали с подвешенными структурами, для которых и нужен поддерживающий материал. Опрос наших клиентов показал, что вопрос крупных и сложных деталей до сих пор не решен другими производителями.

Вот пример типичной детали, используемой в машиностроении, для которой требуется поддерживающая структура второго материала (на фото). Принтер печатает два материала, а затем поддержка механически удаляется и оставляет довольно гладкую поверхность, такое качество невозможно получить без использования второго материала, оптимизированного именно для этой цели. Также не добиться высокой точности детали без использования второго материала как поддерживающей структуры.

Для всех наших деталей нужен поддерживающий материал даже для таких, казалось бы, простых архитектурных моделей (фото). На выставке я обратил внимание на то, что конкуренты стараются не показывать модели, которым нужен поддерживающий материал, что в принципе странно. Считаю, что нельзя ограничивать инженера или дизайнера только потому, что ограничена технология. Наши пользователи должны работать с фокусом на конечный продукт, а не на ограничения, которые присутствуют в 3D-принтерах.

У некоторых производителей остаются пока не до конца решенными вопросы остаточного



выхода неостывшего материала из сопла, который оставляет следы на модели, что в свою очередь отражается на качестве модели; и точности калибровки сопел по высоте.

— А как вы их решили?

— Мы нашли решение в использовании двух отдельных печатающих головок, которые калибруются по высоте независимо друг от друга. Этот процесс полностью автоматизирован и не зависит от каких-либо механических перемен и от изменений, связанных с перепадом температур, разница высоты всегда будет компенсирована программным обеспечением. Первая проблема в данном случае решена по умолчанию, т.к. вторая печатающая головка всегда находится за пределами зоны печати. Эта запатентованная технология представляет собой систему ремней, она позволяет добиться высоких ускорений без потери высокой точности. При этом сами моторы неподвижны.

— Как использование двух независимых печатающих головок сказывается на времени печати?

— Время, которое требуется для замены материала, занимает у нас меньше 6 секунд, у нашего ближайшего конкурента, американской компании (не будем ее называть), это занимает от 12 до 14 секунд. Соответственно, если помножить это время на сотни слоев детали, получается, что в нашем случае печать будет занимать гораздо меньше времени. Это очень важный момент для печати крупных деталей или для деталей, требующих высокой точности.

Другое новшество касается печати первого слоя. В технологии FDM очень важно, чтобы первый слой был точно отрегулирован. Обычно для этого калибруется сама платформа печати. Наша система сканирует платформу



и создаёт математическую модель поверхности, топографию, где отражены все неровности. Во время печати эти неровности автоматически компенсируются гарантируя точную толщину первого слоя. Это помогает устранить погрешности которые неизбежны при использовании, значительно увеличивая надёжность системы.

У нас есть так называемый рапсак-тест (на фото). Это один распечатанный слой материала. По словам экспертов рынка, никто другой на рынке не может создать абсолютно равномерный первый слой материала такого размера.

— Это действительно серьёзная проблема?

— Да, действительно. Она заключается в том, что ни одна поверхность не будет абсолютно ровной, всегда будет какая-либо деформация. Происходит это из-за механических изменений, из-за изменений, связанных с температурой. Нам удалось решить и эту задачу. В настоящее время — это также одна из наших патентованных технологий.

Комбинацию этих двух основных технологий мы дополнили новшеством, связанным с системой подачи материала. Наш материал находится в кассетах, оснащенных чипом, с его помощью принтер всегда знает, сколько материала осталось в кассете, какой это материал, знает, какую температуру использовать, какая максимальная скорость печати и десятки других параметров, которые задаются автоматически. Пользователь никогда не контактирует с материалом. Он просто вставляет кассету, и принтер сам протягивает материал до печатающей головки и контролирует все параметры. Есть другие системы где, например, вынимается печатающая головка, в которой тоже есть чип для распознавания материала, для контроля количества материала, прошедшего через это сопло. Такое оборудование амортизируется и требует периодической замены.

— Какие материалы вы используете для своих машин?

— Наша компетенция — это машиностроение, электроника, программное обеспечение. Мы используем в производстве материалы, специально разработанные для нас. На рынке есть компании, которые специализируются на этом, Xioneer Systems открыта для сотрудничества в этом направлении. Поэтому у нас есть партнеры, которые для нас разрабатывают материалы. Мы знаем, что нам нужно, какой материал, и они готовы для нас его разрабатывать и производить. На данный момент компания сотрудничает с двумя производителями материалов, в этом году мы планируем обновить и дополнить ассортимент. В данный момент компания в стадии переговоров с несколькими производителями.

— В нашей беседе вы часто делаете акцент на своих покупателях. Ваши пользователи, кто они?

— Наши покупатели — это те, кто использует технологию для небольшого серийного производства, где важен постоянный одинаковый результат, качество поверхности, а также те, кому технология необходима для печати сложных деталей. На наших принтерах разрабатываются детали для авиакосмоса, машиностроения, а также для дизайнера и моделирования самих разных товаров для индустрии и потребителя.

— По каким секторам на данный момент можно разбить основных ваших заказчиков?

— Две крупные группы — это дизайнеры и инженеры. Дизайнеры — это и разработчики каких-то товаров, и архитекторы. Особенно архитекторы, которым нужны довольно крупные и сложные по конфигурации модели, их производство при помощи технологии SLS было бы слишком дорогое, поэтому цена материала в производстве крупных моделей играет большую роль.

Мы советовались с нашими клиентами, какой поддерживающий материал они бы хотели использовать для печати. Оказалось, что использование механического удаления поддерживающего материала самое популярное, потому что деталь можно использовать по назначению уже через одну-две минуты после печати. А, к примеру, для растворения подобной детали при использовании растворимого поддерживающего материала требуется несколько часов. Опять же, если посмотреть на всю цепь процессов, которые задействованы при изготовлении детали, усовершенствование одного из них значительно ускоряет весь процесс в целом.

Главное для Xioneer Systems — предложить клиентам 3D-принтер, доведенный до совершенства, и максимально сократить временные затраты на печать.

Качество для аддитивного производства

Татьяна Карпова

Обеспечение качества и надежности изделий высокотехнологичных производств является важной задачей. А когда вопрос касается внедрения новых технологий в такие производства, то значимость контроля и тестирования возрастает в разы. Поэтому проведение в ноябре 2016 года международной конференции «Аддитивное производство. Методы обеспечения качества изделий аддитивного производства. Применение компьютерной томографии» не просто интересное событие, но важный шаг в продвижении аддитивных технологий в отечественной промышленности. Организатором конференции выступила компания «Совтест АТЕ» (г. Курск) в сотрудничестве с Центральным институтом авиационного моторостроения им. П. И. Баранова (ЦИАМ, Москва).

На мероприятии собрались как специалисты, работающие в области контроля качества изделий аддитивного производства, — представители ООО «Совтест АТЕ», ЦИАМ, МАИ, МИСиС, Materialise, так и признанные мировые лидеры в сфере технологии

компьютерной томографии — специалисты компании Nikon и Левенского университета KU Leuven, занимающиеся научными исследованиями в области аддитивного производства (рис. 1). Выступающие рассказали о тенденциях развития оборудования неразрушающего контроля и свои достижения в области НК.

Так, компания Nikon Metrology — подразделение по промышленным системам контроля, образованная в рамках корпорации Nikon в 1995 году, развивает целый ряд направлений измерительной техники, включая координатно-измерительные машины, компьютерную томографию, радары для контроля больших изделий с расстояния до 150 метров (например, ракетно-космической техники), трехкоординатные системы, а также промышленные микроскопы.

Работы, проведенные в компании по контролю деталей аддитивного производства, позволяют сделать выводы о высокой эффективности и информативности метода и систем компьютерной томографии. Данные системы дают возможность создать трех-

мерную модель сканируемого объекта с последующим получением любых его сечений, а также провести анализ его внутренней структуры. Качество обеспечивается благодаря использованию микрофокусных источников рентгеновского излучения, а также высокочувствительных детекторов рентгеновского излучения. Системы компьютерной томографии компании Nikon позволяют регистрировать внутренние и внешние дефекты изделия (до 0,5 мкм) и определять с высокой точностью их размеры, местоположение и структуру. С помощью томографии можно оценить геометрические погрешности изготовления детали после выращивания и термообработки, качество выполнения внутренних воздушных каналов и полостей и др. Процесс можно проводить в автоматическом режиме.

Компьютерную томографию для аддитивного производства также рекомендуют специалисты KU Leuven. В университете занимаются исследованием и оптимизацией режимов технологий селективного лазерного плавления металлов (SLM), селективного лазерного спекания (SLS) полимеров и керамики, актуальных для внедрения во многих отраслях. Для неразрушающего контроля применяется различное оборудование, в том числе системы компьютерной томографии до 450 кВ.

Компания Materialise имеет большой опыт в 3D-печати разными материалами и на оборудовании различных производителей. Специалисты компании работают над оптимизацией процесса печати, для чего создают собственные

Рис. 1. Более 40 представителей промышленных предприятий, НИИ и вузов стали слушателями конференции





Рис. 2. Прототип автокресла, выполненный с помощью SLS

программно-аппаратные комплексы. Компания обладает свыше 150 патентами, и 185 патентов еще ждут своего подтверждения. Тенденция текущего времени в четком переходе от быстрого прототипирования к производству — так считают в Materialise. Свыше 20 тысяч комплектующих, произведенных компанией по аддитивным технологиям, уже будут использоваться в самолетах нового поколения. Свыше 99% слуховых аппаратов сейчас производят с помощью 3D-печати. К сожалению, пока не сформулированы требования общей стандартизации и у каждого производителя свой стандарт. Тем важнее

в процессе производства роль контроля качества. Так, если в самолете выходит из строя какая-то деталь, то необходимо знать, что это за деталь и где произведена. И эти данные необходимо хранить в течение 70 лет. Также важно контролировать повторяемость деталей и режимов. Эти и другие функции призвана обеспечить система программного обеспечения, разработанная в Materialise. Она предназначена для подготовки исходных данных к 3D-печати, а также управления эффективностью на протяжении всего процесса аддитивного производства от импорта данных до постобработки. Как пример эффективного

решения производственной задачи, можно привести работу, выполненную компанией совместно с автоконцерном Toyota по разработке прототипа суперлегкого автомобильного кресла с необычной структурой. Дизайн автокресла, напоминающий структуру кости, — результат применения принципов бионического дизайна и топологической оптимизации. Прототип был изготовлен с помощью SLS. Вес готового изделия уменьшился на 72% (7 кг вместо 25) по сравнению с серийным традиционным образцом (рис. 2).

Компьютерные томографы Nikon широко применяются компанией Materialise для неразрушающего контроля деталей и дальнейшей их оптимизации, прототипирования отработки режимов выращивания. Например, с ее помощью были проведены важные совместные с KU Leuven исследования о влиянии направления выращивания деталей на пористость и геометрию.

Нельзя не отметить достижения в области применения аддитивных технологий российских специалистов. В МИСиС на основе компьютерного моделирования были проведены исследования остаточных напряжений и коробления изделий из никелевых сплавов в процессе послойного лазерного синтеза. В МАИ аддитивные технологии задействованы при изготовлении конструктивных элементов экспериментальных ракетных двигателей малой тяги (РДМТ). В результате получены новые конструкции смесительных головок высокой сложности, которые невозможно получить стандартными методами, проведена их экспериментальная отработка в составе камеры сгорания РДМТ. Метод компьютерной томографии позволил выявить дефекты печати, которые были успешно устранены. Также в МАИ занимаются разработкой собственного программного обе-

Рис. 3. Руководитель службы тестового оборудования ООО «Совмест АТЕ» Рыков И.И. вручает сертификат участника конференции эксперту по компьютерной томографии Andrew Ramsey, Ph.D., Nikon





*Новый томограф XTH450
фирмы Nikon для производства
«Совтест АТЕ»*

спечения для компоновки деталей и технологической подготовки аддитивного производства полного цикла. Разрабатывается тема изготовления выжигаемых моделей и оснастки.

Что касается компании-организатора, группа компаний «Совтест» является одним из лидеров в России и СНГ в области разработки, производства и поставки

тестового оборудования, предлагая решения для 12 отраслевых направлений. Ее партнерами выступают более 160 ведущих мировых производителей оборудования (рис. 3). Центр технологий неразрушающего контроля (ЦТНК), созданный на базе ГК Совтест, предлагает услуги контрактной инспекции. Основным партнером в области неразруша-

ющего контроля является компания Nikon. ЦТНК обладает необходимой технической базой для решения задач неразрушающего контроля (рентгеноскопические системы, компьютерные томографы, микроскопы и видеоизмерительные системы). В рамках конференции компанией была проведена демонстрация работы видеоизмерительной системы iNexiv VMA-2520 и цифрового микроскопа ShuttlePix P-400Rv компании Nikon (рис. 4). Данное оборудование применяется для контроля и измерений изделий, производимых как по аддитивным, так и традиционным технологиям. Участники конференции получили возможность провести сканирование образцов на базе ЦТНК на льготных условиях. Проведением конференции компания «Совтест АТЕ» показала свое желание делиться опытом и знаниями, строить взаимовыгодные отношения и развивать новые направления.

Учитывая интерес к теме применения компьютерной томографии, планируется сделать данную конференцию традиционным событием осени.



*Рис. 4. Демонстрация работы
измерительной аппаратуры*

REC. Испытание прочности 3D-печати

— Здрасьте, а шо это у Вас?

— Детали, изготовленные методом 3D-печати.

— А шо, крепкие получаются? Машину и дом напечатаешь мне? Ну-ка дай, я на прочность проверю... *ХРЯК*

—... Она! Не выдержала! Ну, это ваще как-то не очень, только игрушки делать из пластика этого, баловство одно...

Вы тоже хотя бы раз сталкивались с подобными индивидами, предпочитающими измерять прочность чего угодно с помощью силушки своих рук? Мы сталкиваемся с этим постоянно. Причем, даже если бедная деталька так и не покорила недюжинной силе проверяющего, ясности в вопрос прочности пластика это едва ли приносило больше — сила воздействия на наши выставочные образцы разнится от одного сомневающегося к другому. И раз уж случилось, что именно наша компания уже давно носит на себе клеймо организации, крайне серьезно относящейся к вопросу сбора всех технических характеристик наших материалов, мы решили, что пора разобраться и с этой проблемой раз и навсегда! Мы говорим об испытаниях 3D печатных моделей на изгиб, растяжение и сжатие.

Испытания проводились в Центре испытаний, сертификации и стандартизации Функциональных материалов и технологий (ЦИСС ФМТ) при МГУ

им. М.В. Ломоносова на универсальной испытательной установке Tinius Olsen 300ST. Условия в помещении испытательной лаборатории — температура — 24°C, относительная влажность 50%.

За чистоту результатов мы можем смело ручаться — эти ребята ни специально, ни случайно ошибок в цифрах не допустят!

Итак, испытаниям мы подвергли все выпускаемые нами полимеры — привычные ABS и PLA, материал поддержек HIPS, гибкие FLEX и RUBBER, наши новые материалы RELAX, на основе PETG и ETERNAL на основе полимера ASA.

ИЗГИБ

Изгиб — вид деформации, при котором происходит искривление осей прямых брусьев или изменение кривизны осей кривых брусьев, изменение кривизны/искривление срединной поверхности пластины или оболочки.

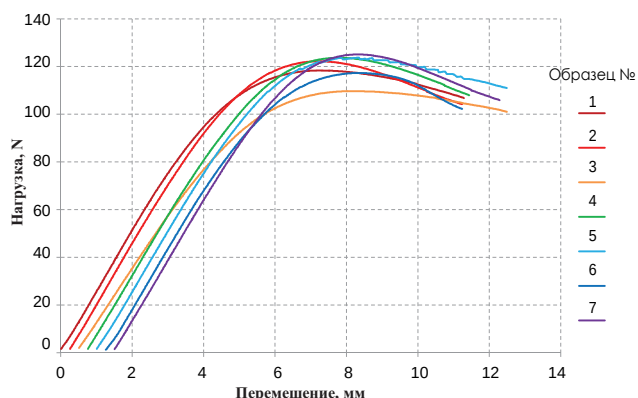


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC Relax.1-7

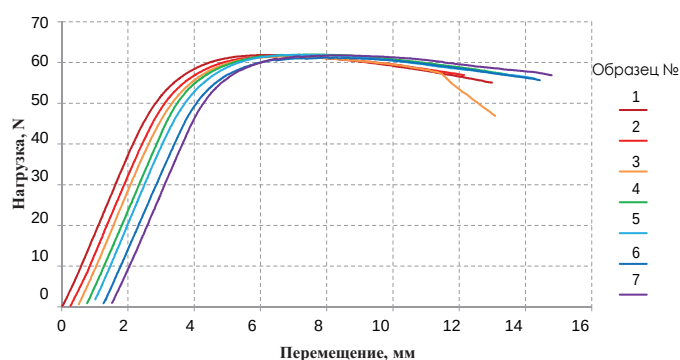


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC HIPS.1-7

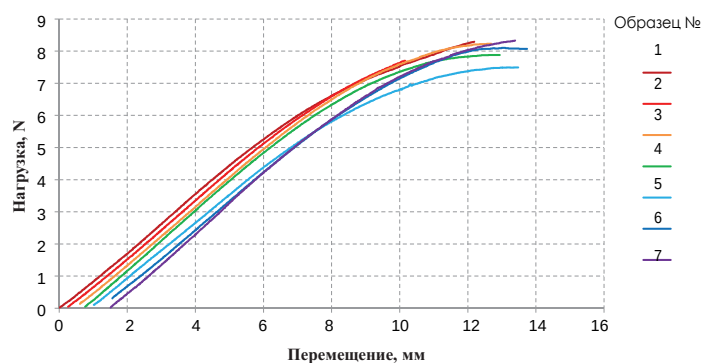


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC FLEX.1-7

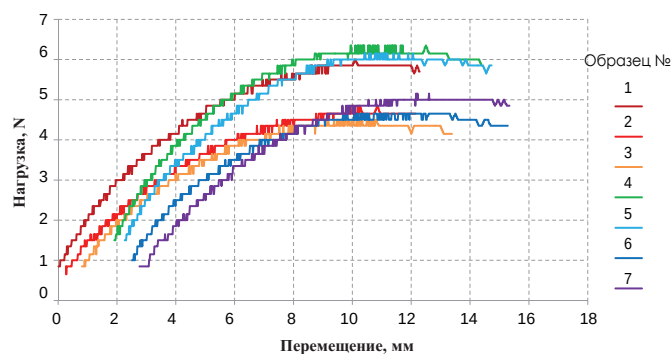


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC RUBBER.1-7

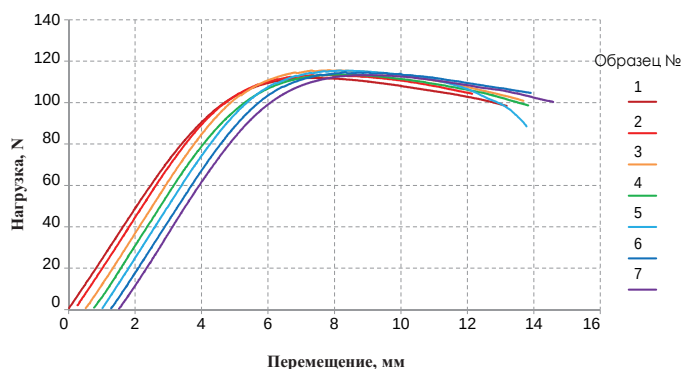


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ETERNAL.1-7

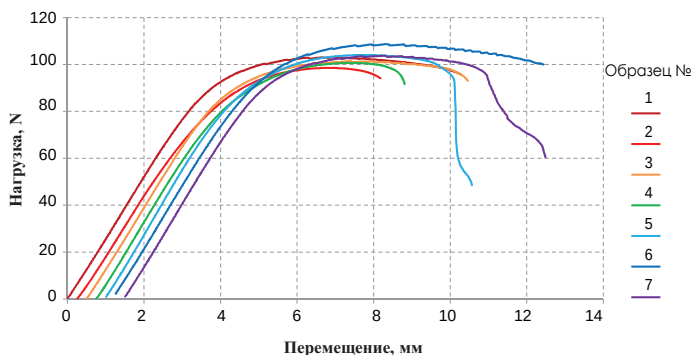


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ABS.1-7

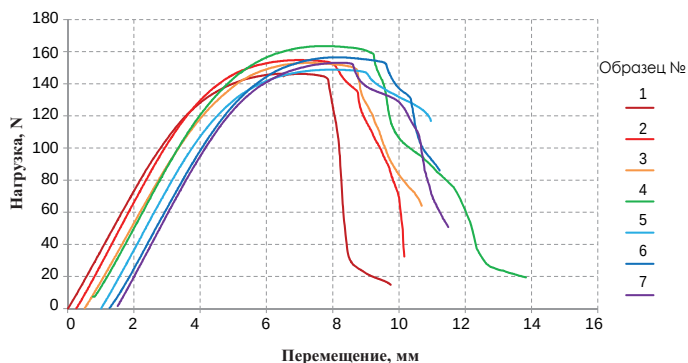


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC PLA.1-7

Итоговая таблица с результатами испытаний на ИЗГИБ

Материал	Прочность (МПа)	Модуль упругости	Максимальная нагрузка (Н)
REC RELAX	76,1	2,06 ГПа	120
REC PLA	94,2	3,04 ГПа	154
REC ABS	65,4	2,14 ГПа	103
REC HIPS	37,6	1,35 ГПа	62
REC FLEX	5,3	72,9 МПа	8
REC ETERNAL	69,5	1,35 ГПа	114
REC RUBBER	3,4	-	5

Прочность на изгиб является мерой, показывающей, насколько хорошо материал сопротивляется изгибу, или «какова жесткость материала». В отличие от нагрузки при растяжении, при испытаниях на изгиб все силы действуют в одном направлении. Обыкновенный, свободно опертый стержень, нагружается в середине пролета: тем самым создается трехточечное нагружение.

Объектом испытаний выступили образцы наших пластиков формы параллелепипедов, их толщина 3 мм, ширина 13 мм, длина 60 мм.

Испытания стандартными методами для изгибных свойств неармированных и армированных пластмасс и электроизоляционных материалов ASTM D790–03.

РАСТЯЖЕНИЕ

Использовалась напечатанная двусторонняя лопатка толщиной 3 мм, шириной и длиной 13 и 165 мм соответственно.

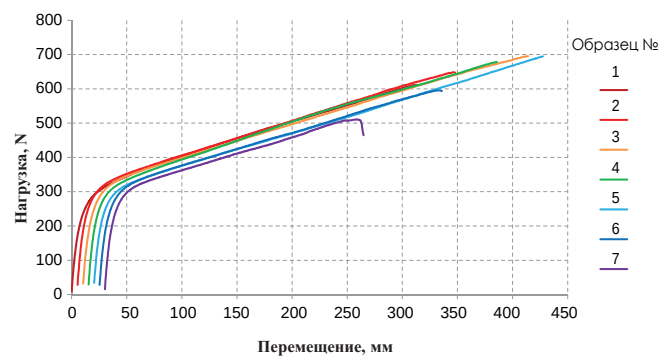


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC FLEX.1-7

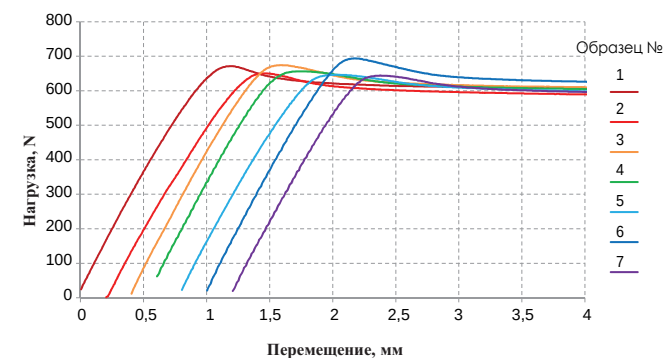


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC HIPS.1-7

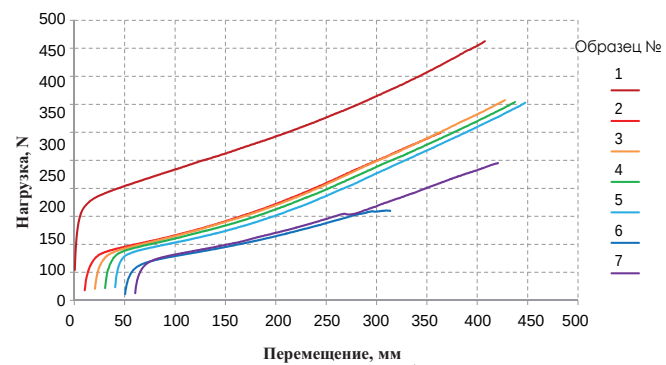


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC RUBBER.1-7

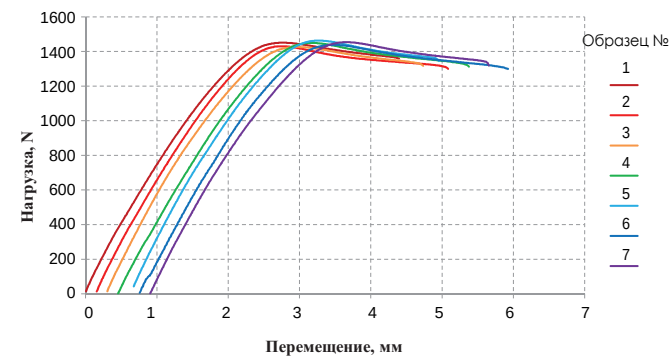


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ETERNAL.1-7

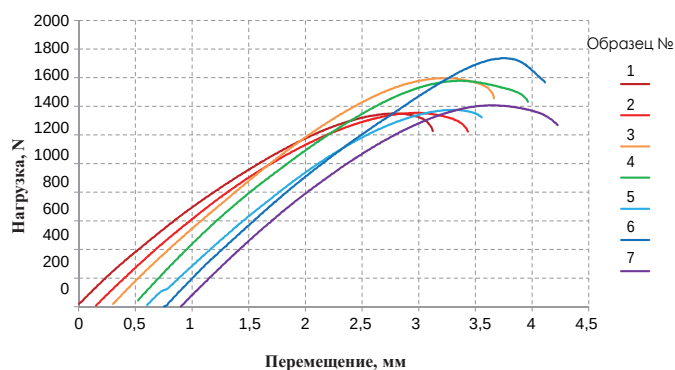


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC Relax.1-7

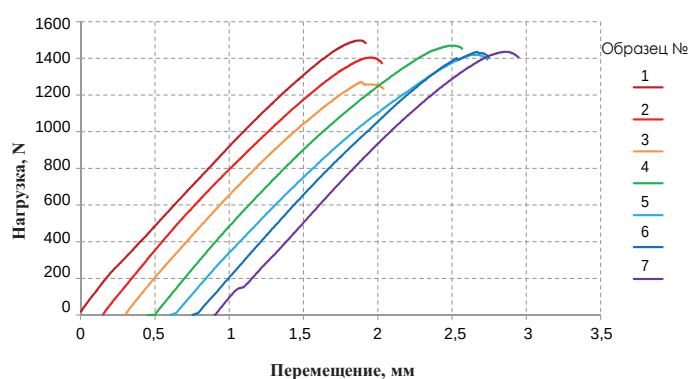


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC PLA.1-7

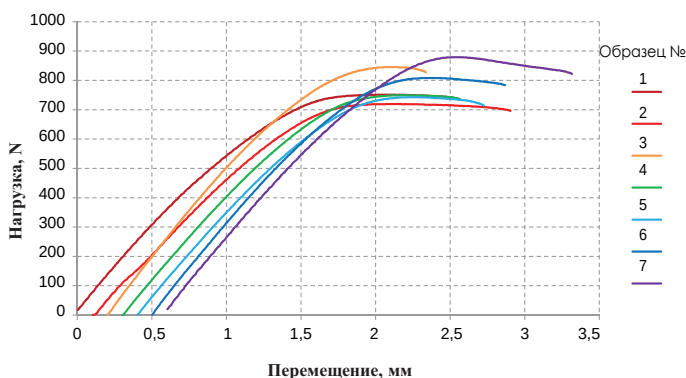


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ABS.1-7

Результат стандартного метода испытаний для прочности при растяжении пластмасс ASTM D638–14.

Итоговая таблица с результатами испытаний на РАСТЯЖЕНИЕ

Материал	Прочность (МПа)	Модуль упругости	Максимальная нагрузка (Н)
REC RELAX	36,5	1,12 ГПа	1485
REC PLA	34,8	1,32 ГПа	1419
REC ABS	29,6	1,27 ГПа	785
REC HIPS	16,4	0,93 ГПа	662
REC FLEX	17,5	63,7 МПа	633
REC ETERNAL	35,8	1,14 ГПа	1445
REC RUBBER	19,7	-	365

СЖАТИЕ

На этом этапе использовались цилиндры диаметром 12,5 мм и высотой 25,5 мм. Испытывались стандартным методом испытаний сжимающих свойств твердых пластмасс ASTM D695–15.

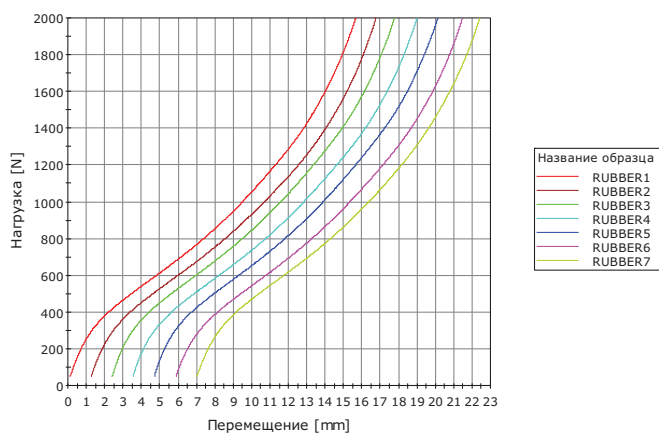


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC RUBBER.1-7

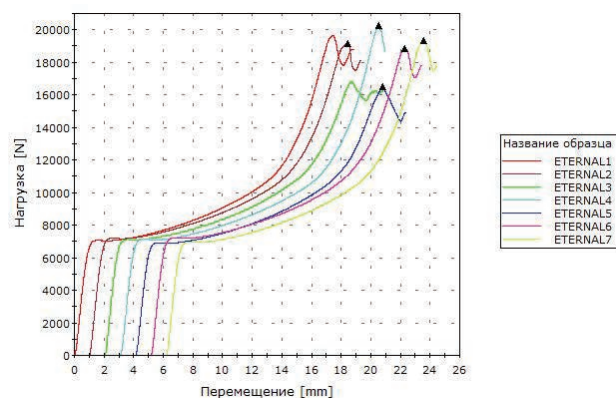


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ETERNAL.1-7

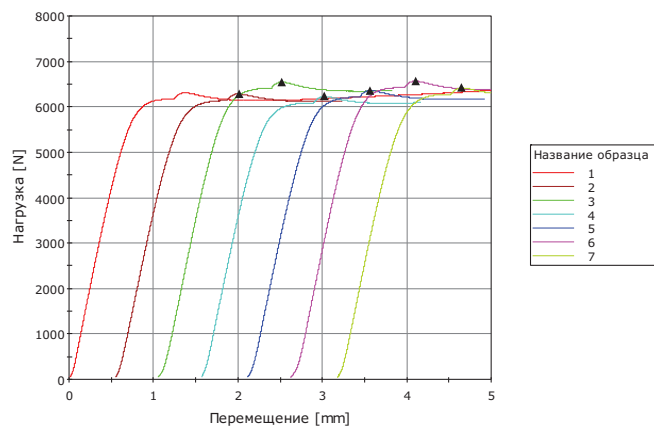


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC Relax.1-7

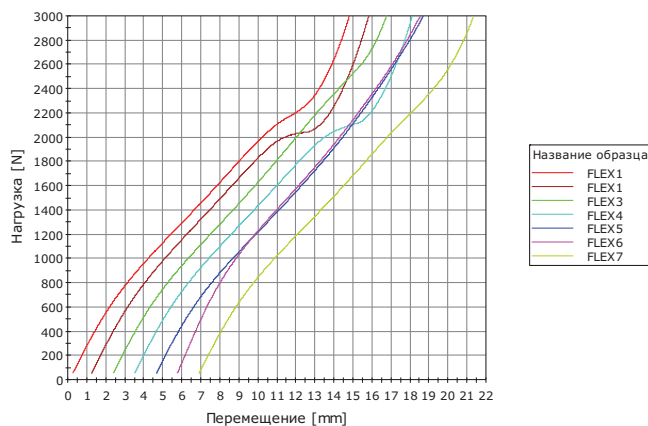


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC FLEX.1-7

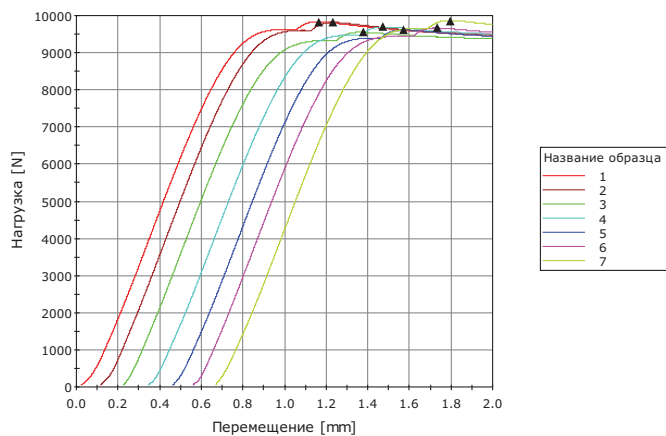


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC PLA.1-7

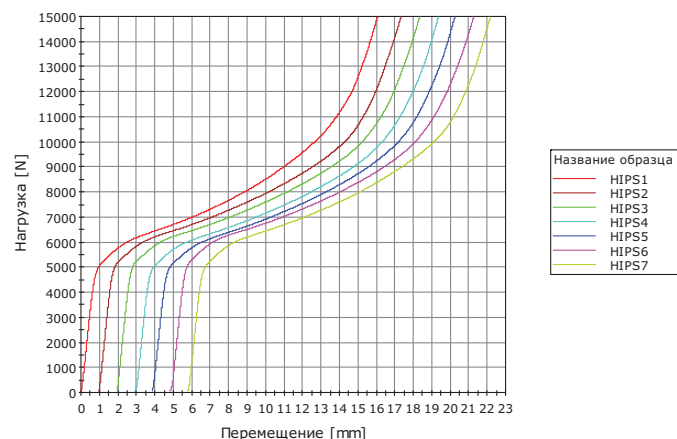


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC HIPS.1-7

Также предлагаем сравнить характеристики ABS пластика для 3D-печати с литевым ABS, чтобы ответить на вопрос, насколько литые изделия прочнее напечатанных.

Характеристика	Литой образец (МПа)	Напечатанный образец (МПа)
Прочность при сжатии	46–80	49,3
Прочность при растяжении	35–50	29,6
Прочность при изгибе	50–87	65,4
Модуль упругости при растяжении	1700–2930	1270

Вывод 1

Самые прочные типы пластиков при изгибе:

1. REC PLA
2. REC RELAX
3. REC ETERNAL

Самые прочные типы пластиков при растяжении:

1. REC RELAX
2. REC ETERNAL
3. REC PLA

Самые прочные типы пластиков при сжатии:

1. REC PLA
2. REC ETERNAL
3. REC RELAX

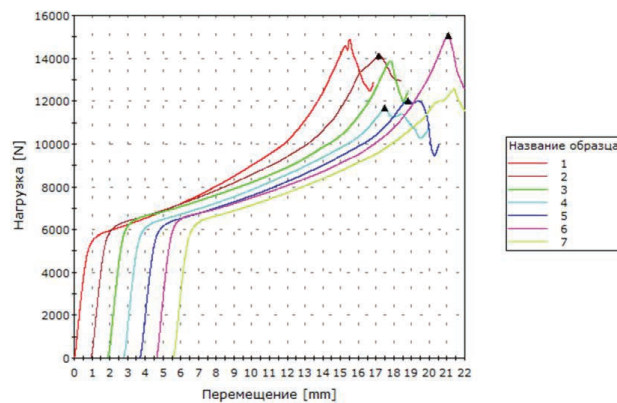


Рисунок. Зависимость нагрузки от перемещения для образцов REC ABS.1-7

Итоговая таблица с результатами испытаний на СЖАТИЕ

Материал	Прочность (МПа)	Модуль упругости	Максимальная нагрузка (Н)
REC RELAX	51,7	1,81 ГПа	6386
REC PLA	77,4	2,96 ГПа	9719
REC ABS	49,3	1,71 ГПа	5994
REC HIPS	40,5	1,46 ГПа	5045
REC FLEX	7,6	66 МПа	885
REC ETERNAL	56,5	1,82 ГПа	7082
REC RUBBER	2,3	62,3 МПа	287

Вывод 2

Напечатанные модели из ABS пластика имеют ту же прочность, что и литые при сжатии и изгибе, но не дотягивают до их показателей при испытаниях на растяжение. Модуль упругости при сжатии находится на уровне 75 % от «литевых» показателей.

У вас есть вопросы? Обращайтесь к нам, мы подберем для вас 3D-принтер или 3D-сканер и расскажем обо всех тонкостях материалов. Обязательно приходите к нам в шоу-рум посмотреть 3D-оборудование в действии.



Сайт: rec3d.ru
 Телефон +7 (800) 775-73-31
 Эл. почта: potok@rec3d.ru
 Viber: viber.com/rec3d
 Telegram: telegram.me/Rec3d_bot
 Вконтакте: vk.com/rec3dcompany
 Instagram: instagram.com/rec3dcompany
 Facebook: facebook.com/rec3dcompany
 Адрес: г. Москва, ул. Годовикова д. 9, строение 1, подъезд 1.19, офис 2.3.
 Технопарк «Калибр»

Спасибо за внимание и удачной печати!

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Кукушкин Валерий Алексеевич, главный специалист Функции науки, инжиниринга, инновационного развития и разработки стандартов эксплуатации станочного парка и инструмента АО «Станкопром»

В конце XX — начале XXI века зародилось аддитивное (иногда называют быстрое или цифровое) производство — совокупность технологических процессов, основанных на изготовлении деталей путём послойного «выращивания» из различных материалов: порошковых пластиков, порошковых металлов, жидкостей, композитов и др. Быстрое производство позволяет выпускать единичные сложные изделия гораздо дешевле, чем при традиционном производстве, при этом экономически оправданным становится производство малых и даже средних серий.

Технология быстрого производства подразумевает изготовление физических образцов на основе данных CAD-файлов или других параметров (например, данных 3D-сканирования) с использованием оборудования 3D-послойного синтеза без

применения технологической оснастки и практически не нуждающихся в последующей доработке.

В мире аддитивное производство уже перестало быть «зарождающейся технологией», а стало ведущей промышленной инновацией.

Перечислим основные тенденции развития современного производства:

- расширение номенклатуры изготавливаемых изделий;
- существенное сокращение сроков поставки;
- возможность к экономически обоснованному переходу от массового к мелкосерийному и индивидуальному производству;
- снятие технологических ограничений на сложность деталей и узлов (изготовление деталей недоступных для существующих технологий);

• возможность удовлетворения индивидуальных потребностей единичного заказчика (кастомизация);

- экономия площадей;
- экономия труда;
- сокращение производственного цикла;
- снижение требований к квалификации рабочих;
- снижение себестоимости при малых партиях;
- экономия электроэнергии.

Все эти задачи в будущем поможет решить развитие технологий аддитивного производства, преимущество которого выражается в следующем:

- переход от массового производства к массовой кастомизации (возможность удовлетворения как можно большего числа индивидуальных заказчиков);
- сокращение производственных издержек, отсутствие длинных технологических переделов, не требуется содержание большого парка технологического оборудования;
- возможность создания изделий со сложной или даже невозможной в обычном производстве конфигурацией;
- отсутствует необходимость использования технологической оснастки;
- резкое повышение гибкости производства, нет необходимости переналадки оборудования под новое изделие, достаточно просто загрузить новую 3D-модель;

Демонстрация главе Правительства РФ Д. А. Медведеву 3D-принтера «Альфа-2», разработанного специалистами холдинга «Станкопром» и Центра технологической компетенции аддитивных технологий (г. Воронеж)



- полная автоматизация процесса, весь производственный процесс проходит в автоматическом режиме без дополнительных технологических операций со стороны оператора;

- возможность децентрализации производства и организации дистанционного управления — для запуска производства нет необходимости личного присутствия оператора, можно удалённо отправить 3D-модель по сети интернет, а затем лишь забирать готовые партии изделий;

- значительное уменьшение объёма отходов.

- влияние на качество получаемых изделий за счет улучшения качества используемых материалов (дисперсность и т.д.).

За рубежом данной отрасли уделяется большое внимание: создаются центры развития аддитивных технологий, проводится постоянная работа по совершенствованию физико-химических параметров и повышению эксплуатационных характеристик производимой продукции. Уже сегодня изделия, изготовленные методами послойного синтеза, активно используются в различных отраслях. Таким образом, очевидно появление нового вида производства, обладающего неоспоримыми преимуществами по сравнению с традиционным, и от степени его освоения зависит не только технологическая независимость государства, но и его безопасность.

Россия продолжает отставать в технологическом плане, и это отставание носит длительный системный характер. Однако, изучив опыт конкурентов, в том числе негативный, не повторяя их ошибок, при наличии инвестиций РФ вполне может выйти в лидеры в аддитивных технологиях.

В России развитие аддитивных технологий сегодня осуществляется по следующим основным направлениям:

- организация собственных инженерно-производственных

центров и отделов в структуре крупных промышленных предприятий строго для своих нужд;

- создание инженерных центров, кафедр и лабораторий на базе научно-исследовательских институтов и технических университетов;

- организация частных коммерческих фирм, оказывающих услуги по изготовлению изделий на заказ.

Однако организации, работающие в данной отрасли, действуют сами по себе, не придерживаясь единой стратегии и решают при этом узкоспециализированные задачи, не охватывая всего спектра проблем, среди которых можно выделить:

- отсутствие позитивного опыта внедрения в промышленности,

- отечественные разработки технологий и оборудования находятся на начальном уровне, требуется проведение ряда дополнительных НИОКР,

- отсутствие опыта проектирования изделий, изготавливаемых аддитивными методами, с обеспечением их функциональных свойств,

- нехватка квалифицированного персонала,

- отсутствие разработанных и готовых к промышленному применению мелкодисперсных порошков (20–50 мкм), являющихся исходным материалом для установок послойного синтеза;

- отсутствие стандартов на используемые материалы, технологии изготовления и методов контроля производимой продукции;

- отсутствие системы сертификации аддитивных технологических процессов и получаемой в результате продукции.

Для успешного развития аддитивных технологий в машиностроении, необходимо использование в полной мере их потенциала и преимуществ за счет объединения компетенций промышленных, научно-исследовательских и коммерческих струк-

тур вокруг головной организации (например, холдинговой компании АО «Станкопром»). При этом необходимо проведение единой научно-технической и производственной политики, переход на принципы системного подхода, и организация стратегического управления процессами создания, развития, внедрения и применения данных технологий.

Еще в начале 2015 года «Станкопром» подготовил и направил на утверждение в Минпромторг РФ план мероприятий, дорожную карту по развитию отрасли аддитивных технологий как приоритетного направления науки, технологий и техники Российской Федерации, продолжает вести работу с одной из самых крупных организаций «Центром технологической компетенции аддитивных технологий» (ОАО «ЦТКАТ») г. Воронеж, в части привлечения заказов на конечные изделия от предприятий ГК «Ростех».

Второе направление работы АО «Станкопром» в сфере развития АТ — формирование проектных консорциумов, ориентированных на внешние и внутренние

Ракетное сопло с пористой структурой, имитирующее трабекулярную костную ткань, выполнено по технологии послойного сплавления металлических порошков с помощью электронно-лучевой системы EBM фирмы Arcam





рынки и состоящих в том числе из крупных компаний с государственным участием — потребителей аддитивных технологий, ведущих высших учебных заведений и исследовательских центров, инженеринговых компаний, малых и средних предприятий, производящих продукты и технологические решения в сфере аддитивных технологий (Протокол № 5 заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 16 сентября 2014 г.). Мы считаем, что будущее за консорциумами, т. к. они объединяют в себе индустриального партнера (заказчика на конечные изделия), производителя материалов (порошков) и предприятия, где будут изготавливаться конечные изделия, одним словом АТ под ключ. Это соответствует п. 2 поручений Президента РФ от 14.07.2015 г. № Пр-1363 о включении в подпрограмму мероприятий, направленных на развитие перспективных и принципиально новых видов станкоинструментального оборудования.

В качестве системной инициативы АО «Станкопром» провел работу в части создания проектных консорциумов по аддитивным технологиям. Было рассмотрено более 14 проектов, в том числе: 4 проектных консорциума представляются гото-

выми к созданию и выполнению работ, имеются документальные подтверждения на спрос и готовность к промышленному освоению результатов со стороны промышленных партнеров; 4 проектных консорциума имеют большой потенциал реализации при нахождении промышленных партнеров.

Третье направление работы — это разработка отечественных 3D принтеров для промышленных целей. Проектная организация АО НИПТИ «Микрон», входящая в периметр АО «Станкопром» обладает такими компетенциями и имеет соответствующий опыт.

Четвертым направлением является производство отечественных материалов (порошков). АО «Станкопром» периодически принимает участие в совещаниях Минпромторга РФ, где обсуждается серийное изготовление изделий из отечественных материалов (порошков) и отработка технологии спекания отечественных материалов, пока еще на импортном оборудовании. Среди отечественных производителей материалов, с кем сотрудничает АО «Станкопром» можно отметить ВИЛС, ОАО «Электромеханика», ИЛИТ РАН, ФГУП «ВИАМ», ОАО «ПОЛЕМА» и др.

Основная цель — это импортозамещение и отработка технологий спекания изделий из отечественных металлических порошков

вышеперечисленных производителей материалов. Вся работа направлена на снижение стоимости поставки за 1 кг (в пределах 2500–5000 рублей за 1 кг в зависимости от марки материала).

Пятым, немаловажным направлением, является обеспечение возможности подбора и отработки технологических процессов спекания (изготовления) изделий из отечественных порошков на промышленных 3D-принтерах. Это значительное преимущество, но и кропотливая работа, требующая времени по отработке процессов спекания и изготовления изделий. Например, только для предварительной отработки технологий спекания и изготовления тестовых образцов (испытания прочностных, структурных и эксплуатационных характеристик) требуется не менее 50–60 кг отечественного порошка, при этом высота заполнения камеры составляет порядка 100 мм.

Подводя итог проделанной за этот короткий период времени работы, АО «Станкопром» считает, что для успешного внедрения аддитивных технологий в машиностроении и максимального использования их потенциала требуется переход на принципы системного подхода и организация стратегического управления, включающего в себя:

1. Объединение компетенций научно-исследовательских,

промышленных и коммерческих (пользователей технологий) организаций с целью проведения единой научно-технической политики.

2. Формирование базы данных потребностей предприятий различной отраслевой принадлежности в изделиях, обладающих расширенными функциональными характеристиками, в части возможности использования аддитивных технологий.

3. Формирование базы данных используемых материалов и потребности в разработке новых видов материалов.

4. Разработка принципов, методик и стандартов проектирования изделий с учетом внедрения аддитивных производственных процессов.

5. Создание специализированного программного обеспечения для разработки изделий сложной геометрии, изготавливаемых аддитивными методами.

6. Разработка технологических решений, объединяющих различ-

ные методы изготовления изделий, в т.ч. аддитивные. Объединение традиционных методов обработки с нетрадиционными.

7. Организация системы сертификации и стандартизации изделий, технологий и материалов для аддитивного производства.

8. Разработка методик метрологического контроля и испытаний образцов изделий, изготовленных послойным синтезом.

9. Разработка и серийное производство оборудования для изготовления материалов.

10. Разработка и серийное производство перспективных полимерных, композитных, керамических, металлических и интерметаллидных материалов.

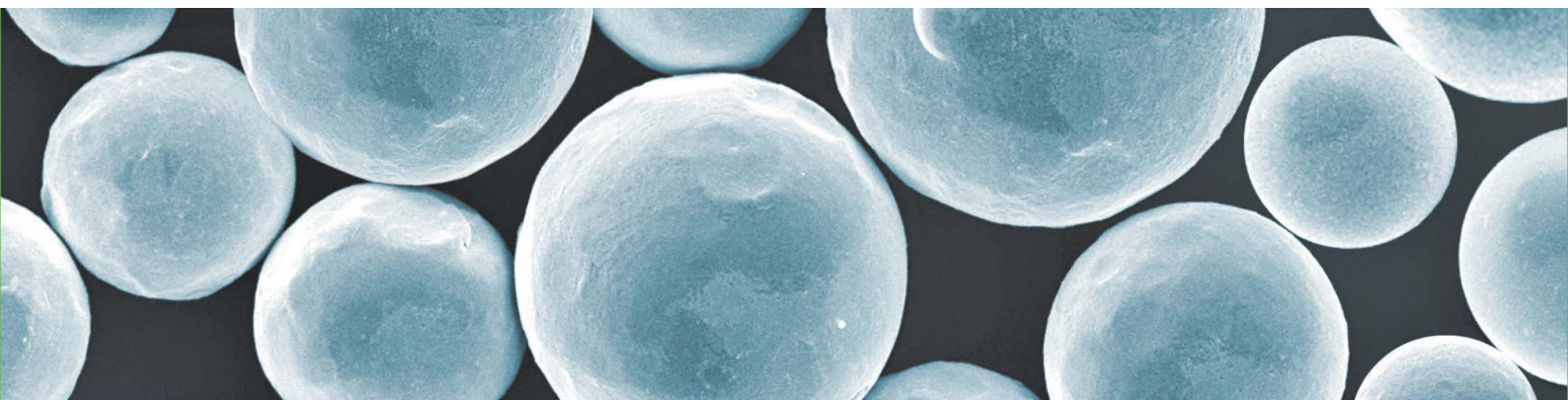
11. Разработка гаммы отечественного оборудования послойного синтеза и организация его серийного производства.

12. Организация сети центров коллективного пользования аддитивных технологий.

13. Организация профильного обучения на базе вузов.

В будущем развитие аддитивных технологий будет происходить в части технологических решений, объединяющих различные методы изготовления изделий, в т.ч. аддитивные. Уже сегодня многие компании на выставках по станкостроению представляют оборудование, сочетающее в себе получение заготовок аддитивным способом с последующей механической обработкой. Над этой задачей также работает научно-исследовательский институт ОАО «ВНИИНСТРУМЕНТ», входящий в контур АО «Станкопром». Перед ним стоит задача разработать такое оборудование.

Все вышеперечисленное будет иметь место в случае, если в рамках Государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» на период до 2020 года будет сформирована и профинансирована подпрограмма «Аддитивное производство» и заложены необходимые инвестиции.



Technology Metals | Advanced Ceramics

AMPERSINT® Распыленные металлические порошки и сплавы

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

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

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

АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО набирает обороты



Давиденко А. А.
Генеральный директор АО «Центр аддитивных технологий»

Самые передовые идеи оставались и остаются на бумаге из-за отсутствия технологий для их реализации. На современном этапе развития машиностроения передовыми являются технологии быстрого прототипирования и аддитивного производства изделий, которые дают возможность в кратчайшие сроки получить прототип или экспериментальный, опытный образец самого сложного изделия.

Применение аддитивных технологий позволяет осуществить **переход на стадию нового индустриального развития, к цифровому производству** — «обогнать» традиционное производство по основным параметрам: в разы сократить длительность цикла от идеи, чертежа до изделия, сократить трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость, обеспечить экологически чистое производство. При использовании аддитивных технологий все стадии реализации проекта от идеи до материализации (в любом виде — в промежуточном или в виде готовой продукции) находятся в единой

технологической цепи, где каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD\CAM\CAE-системе.

Мировая статистика

Развитие аддитивных технологий набирает обороты, демонстрируя преимущества и новые возможности в целом ряде отраслей (рис. 1). Ведущие промышленные державы включились в работу по созданию специального оборудования и его внедрению для решения сложных промышленных задач, наперегонки запускают соответствующие госпрограммы и открывают исследовательские центры.

Наиболее динамично парк машин увеличивается в Японии, Китае, Германии, Франции, Великобритании и Италии (рис. 2). Оборудование аддитивного производства эксплуатируется в 67 странах мира. Причем значительная доля парка оборудования сосредоточена в шести странах: США, Китай, Япония, Германия, Англия, Италия (рис. 2). Россия продолжает отставать в технологическом плане развития аддитивных технологий, и это отставание носит длительный системный характер.

При этом США никому не хотят уступать лидирующие позиции в 3D-печати. Для ускорения процесса развития инновационных технологий пять ведомств — Минобороны, Минэнерго, Министерство торговли, Научный национальный фонд и NASA —

выступили инициаторами создания в 2012 году Национального института инновационного производства, который позже был переименован в America Makes. Эта организация способствует сотрудничеству лидеров бизнеса и научных учреждений, помогая продвижению инновационных разработок в аддитивных технологиях на мировом рынке. В работе института участвуют около 100 компаний, некоммерческих организаций и государственных учреждений. Вторым серьезным шагом стало строительства Digital Lab for Manufacturing в Чикаго. На этот проект Минобороны уже выделило \$ 70 млн, еще \$ 250 млн было получено от представителей индустрии, образовательных учреждений, правительства и общественных партнеров. Digital Lab имеет общих партнеров с America Makes, это такие промышленные гиганты, как Rolls-Royce, Dow Chemical, Procter & Gamble, General Electric, General Dynamics, Lockheed Martin, Honeywell, Rockwell Collins, Microsoft, Boeing, Autodesk и 3D Systems. В настоящее время Digital Lab запускает открытую онлайн-платформу программного обеспечения для проектирования и сотрудничества в режиме реального времени. А бывший президент США Барак Обама анонсировал создание Института производственных инноваций в легких и современных металлах и пластике в Детройте — на этот проект Минобороны уже выделил \$ 70 млн.

Рис. 1. Отрасли и сферы применения аддитивных технологий, % (данные мирового аналитического издательства Wohlers Report)



*по данным 2016 г.

Аддитивные технологии осваивают такие промышленные гиганты, как General Electric и Siemens. С 2010 года американская корпорация General Electric инвестировала в аддитивные технологии \$1,5 млрд. Корпорация General Electric и немецкая компания Concept Laser достигли соглашения, согласно которому один из крупнейших производителей 3D-принтеров для печати порошковыми металлами перейдет во владение американского гиганта. По условиям соглашения GE выкупит 75% частной компании с опцией докупки оставшейся доли в будущем. Названная стоимость сделки составила \$599 млн. За счет новых вложений GE планирует к 2020 году повысить минимальную годовую выручку собственного аддитивного производства до \$1 млрд. Также к 2020 году General Electric планирует произвести 45 000 форсунок для новых реактивных двигателей LEAP с помощью аддитивных технологий (в одном двигателе используется 19 форсунок). И если раньше подобная деталь состояла из 18 отдельных частей, сейчас она выращивается в виде цельной конструкции. Напечатанная на 3D-принтере форсунка в 5 раз прочнее и на 25% легче своей предшественницы. Компания

сэкономит порядка \$ 25 тыс. на каждом двигателе.

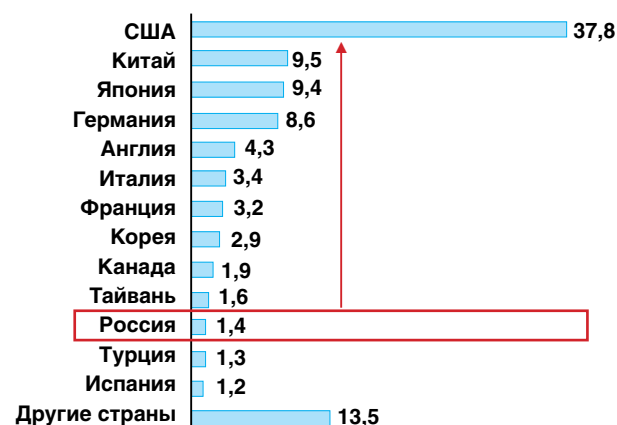
По тому же пути идет и немецкий концерн Siemens, заявивший о переходе с традиционных методов производства деталей для горелок газовых турбин на технологию селективного лазерного плавления. В свою очередь Американское космическое ведомство NASA объявило об успешном испытании на огнеупорность инжектора ракетного двигателя, изготовленного с помощью селективного лазерного плавления. На МКС уже отправлен 3D-принтер для изучения возможности печати инструментов и запасных деталей в условиях микрогравитации.

Российские достижения

На сегодняшний день аддитивные технологии в России также активно развиваются. Одним из ярких примеров является создание и открытие в Воронеже «Центра аддитивных технологий». Центр является одним из самых крупных в мире и уникальным для нашей страны — аналогичного комплекса оборудования на территории РФ нет.

Наш парк оборудования оснащен промышленными 3D-принтерами в количестве 12 штук, в том числе 3 единицы — это оборудова-

Рис. 2. Распространенность АТ оборудования по регионам и странам, % (данные мирового аналитического издательства Wohlers Report)



*по данным 2016 г.

ние, работающее с металлическими порошками. Мы предоставляем услуги быстрого прототипирования и изготовления изделий с использованием современных аддитивных технологий и оборудования ведущих фирм Stratasys, EOS GmbH, MK Technology GmbH, 3D Systems, Envisiontec, SLM Solutions, Breuckmann, а также услуги по реверс-инжинирингу, 3D-сканированию, вакуумному литью, механической обработке и производству изделий единичных (эксклюзивных) и малых серий.

За период работы Центра выполнено около тысячи уникальных заказов для компаний ГК «Ростех», Центрального института авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, Национального института авиационных технологий, МИСиС и других научных институтов и предприятий машиностроительного сектора и с уверенностью можно заявить, что применение аддитивных технологий при изготовлении конкретных изделий для машиностроения позволяет снизить сроки производства более чем в 2 раза, сократить цикл изготовления изделий более чем в 5 раз, а также снизить затраты и трудоемкость последующей механической обработки.

Рис. 3. Вертолет «Ансат», детали выполненные по технологии SLS и традиционным технологиям: ползун и дверные ручки



Крупные авиационные, оборонные, приборостроительные предприятия, конструкторские бюро РФ уже по достоинству оценили преимущества использования 3D-печати и активно встраивают ее в свои рабочие процессы. Так, например, в рамках выставки «Иннопром-2016» «Вертолеты России» впервые представили свои разработки в области аддитивных технологий. На стенде холдинга показали ползун управления хвостовым винтом для легкого многоцелевого вертолета «Ансат», выполненный в трех вариантах: один — традиционным методом с помощью механообработки и два варианта с бионическим дизайном из алюминия и титана, произведенных методом послойного спекания металлических порошков (рис. 3). По сравнению с элементом, выполненным традиционным методом, вес напечатанных на 3D-принтере деталей снизился почти вдвое. Также были продемонстрированы несилловые детали (полые облегченные дверные ручки) из алюминия, созданные с помощью аддитивных технологий, рис. 3.

Также на выставке «Иннопром-2016» Объединенная приборостроительная корпорация» продемонстрировала первый в России беспилотный летательный аппарат (БЛА), полностью изготовленный по технологии 3D-печати. Процесс изготовления

такого БЛА занимает около 1 дня, а составные части беспилотника перед запуском собираются, как конструктор, в течение 15–20 минут. Новый БЛА способен нести на борту видеоаппаратуру и выполнять различные задачи, связанные с разведкой и мониторингом территорий. Набор силовых элементов планера (фюзеляж, крылья и хвостовое оперение) выполнен как единое целое с обшивкой аппарата, что позволило добиться снижения веса, придать необходимую жесткость конструкции, а также обеспечить высокие аэродинамические характеристики.

В НПО «Сатурн» в 2015 году из пробных партий отечественных металлопорошковых композиций кобальтового суперсплава и нержавеющей стали успешно синтезированы опытные образцы, на которых проведены прочностные и металлургические исследования. Совместно с ВИАМ на период с 2016 по 2019 год запланирована разработка в рамках аддитивного производства коррозионностойких высокотемпературных материалов и масштабируемой технологии полного цикла изготовления ключевых сложнопрофильных высокопрочных деталей ГТД с привлечением в эти разработки государственного финансирования (программа «Фонда перспективных исследований»). В 2015 более 200 опытных

деталей, изготовленные селективным сплавлением из кобальтового, титанового сплавов, нержавеющей стали, успешно прошли стендовые испытания в составе двигателей.

Молодые ученые Воронежского государственного университета провели ряд исследований и считают наиболее перспективным два направления применения трехмерной печати для систем радиотехники:

1. Поглощающие покрытия. Предлагается вводить токопроводящие частицы в диэлектрический материал. Характеристики оптимизируются путем формы и профиля проводящих поверхностей. Данное направление может быть применимо не только для создания безэховых измерительных камер, но и для снижения взаимного влияния элементов в фазированных антенных решетках.

2. Тормозящие сверхширокополосные структуры. Разработаны неоднородные среды, в которых скорость распространения электромагнитной волны может задаваться в зависимости от направления. Такие структуры могут использоваться в антенной технике, например, для заполнения пространства раскрытия ТЕМ-рупора или биконической антенны. Для обеспечения необходимой проницаемости в единый материал в различных направлениях вводятся воздушные полости. По трехмерной модели антенны с заполнением пространства внутри рупора с помощью FDTD-метода был произведен расчет основных характеристик излучения (диаграммы направленности, КСВН) и показано существенное улучшение характеристик антенны. В частности, при неизменности размеров ТЕМ-рупора удалось устранить распад главного лепестка диаграммы направленности на частотах выше 15 ГГц и получить выигрыш в усилении от 2 до 8 дБ. При этом частотный диапазон по уровню

КСВн 2 расширился с 3–15 ГГц до 2,5–26 ГГц.

Пример заполнения ТЕМ-рупора представлен на рис. 4. Данную структуру можно произвести только с использованием технологий трехмерного прототипирования. В настоящее время разработаны программы для синтеза, моделирования предложенных структур, а также трехмерной печати.

«Центр аддитивных технологий» является обучающей и производственной площадкой для реализации подобных проектов. Совместно с Воронежским государственным университетом мы создали кафедру аддитивных технологий.

Важные инновации

Когда необходимость полной мобилизации ресурсов объединяется с задачей обеспечения безопасности в экстремальных условиях, инновации становятся не просто конкурентным преимуществом, а настоящим спасательным кругом. Приведем пример (рис. 5).

Trainer Development Flight (TDF) — это подразделение базы BVC Sheppard в городе Уичита-Фолз, штат Техас, которое проектирует, разрабатывает и производит симуляторы и учебное оборудование для BVC и всех подразделений министерства обороны. Эти компоненты используются в различных обучающих средах, в том числе для авиации, оружейных и топливных систем, систем медицинской подготовки, систем отопления и вентиляции, а также телекоммуникационных систем.

Симуляторы и учебное оборудование могут быть оригинальными продуктами или копиями существующих продуктов в зависимости от целей обучения. Некоторые устройства не должны быть обязательно рабочими. Для большинства областей применения более разумным подходом является обучение студентов на репликах, а не на дорогом оборудовании.

TDF использует прямое цифровое производство для создания большей части своих продуктов.

Для этого подразделение применяет четыре станка аддитивного производства FDM на централизованной площадке ко всем этапам производства.

До внедрения цифрового производства в TDF использовались традиционные методы и для получения продуктов требовалось больше времени, так как производство состояло из нескольких этапов — механическая обработка, токарная обработка, сварка, стигание и резка листового металла. Такие же трудности возникали при производстве форм для литья деталей. Так как большинство проектов компании создаются в одном или в нескольких экземплярах, традиционные методы стали очень дорогими. Всего 10% работы — это прототипирование, а 90% — производство.

Перед переходом на технологию FDM компания TDF рассматривала множество других аддитивных процессов. Основными требованиями стали: длительный срок эксплуатации деталей и высокий уровень их детализации. Кроме того, FDM процесс

XII Международная специализированная выставка
12th International Specialized Exhibition

RosMould

ФОРМЫ. ПРЕСС-ФОРМЫ. ШТАМПЫ

MOULDS. DIE MOULDS. STAMPS

20-22 ИЮНЯ / JUNE 2017

Москва, МВЦ «Крокус Экспо» / Moscow, «Crocus Expo»

Приглашаем к участию!

+7(495)330-0847;
+7(495)330-0483

We invite you to participate!

info@rosmould.ru
www.rosmould.ru

Рис. 4. Пример заполнения ТЕМ-рупура

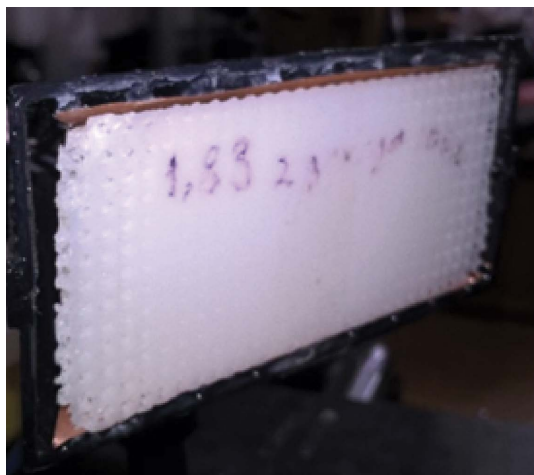


Рис 5. Для Министерства обороны TDF проектирует и изготавливает учебные пособия, такие как реплики беспилотного летательного аппарата для обучения студентов

на 100% экологически чистый с нулевым объемом отходов. Одно из подразделений TDF отвечает за проектирование и производство точных реплик беспилотных летательных аппаратов (БЛА) или дронов для подготовки техников-ремонтников. При использовании оборудования FDM были созданы основные компоненты корпуса, а также несколько дефлекторов, пропеллеров и антенн. Причем для производства крупной антенны БЛА затратили всего два дня и 15–20 минут труда. Для производства антенны силами сторонних подрядчиков потребовалось бы до 20 дней. Окупаемость инвестиций составила больше 12000 долларов.

За весь проект БЛА компании TDF удалось сэкономить больше трех лет в некоторых областях. Этот проект, а также экономия на других компонентах позволили сократить расходы на 800 000 долларов за последние четыре года.

Универсальные возможности FDM для производства любого элемента вкупе с полностью экологичным процессом — это одни из самых привлекательных факторов для BBC.

С 2004 года компания приобрела четыре 3D-принтера и технология FDM сэкономила правительству более 3,8 млн долл., а ожидаемая экономия за 15 лет составляет больше 15 млн.

Заключение

Аддитивные технологии произвели настоящую революцию в машиностроении. Именно здесь уход от традиционных технологий, применение новых методов послойного синтеза изделий радикально сократило время на создание новой продукции. Последние достижения в области порошковой металлургии позволили существенно расширить возможности аддитивных технологий по непосредственному выращиванию сложных деталей из металлов и получению новых конструкционных материалов с уникальными свойствами.

Рис. 6. С помощью цифрового производства TDF может производить компоненты партиями

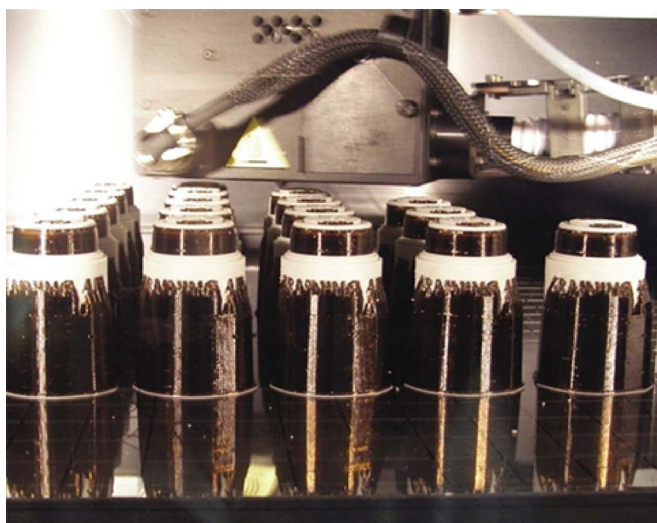


Рис. 7. Антенна и другие компоненты были произведены по технологии FDM



Трехмерная печать для проектирования узлов и блоков ракетно-космических систем

*В.А.Панченко, заместитель начальника отдела КБХиммаш им. А.М. Исаева
А.В. Кузнецов, ведущий инженер ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева*

Мы являемся свидетелями революционных изменений в технологии и производстве, в том числе и в ракетно-космической отрасли, происходящих в процессе освоения аддитивных технологий, в частности, применения так называемых 3D-принтеров.

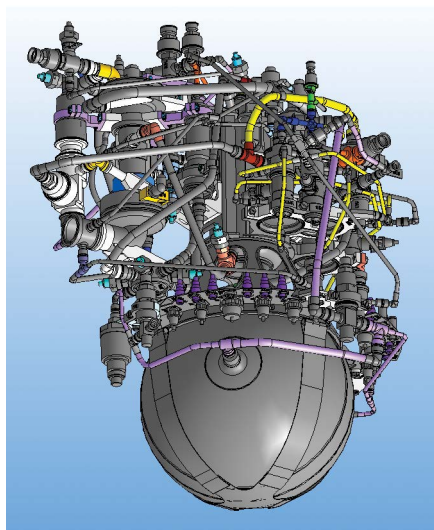
Разумеется, наибольший интерес для производства и изготовления современных изделий ракетно-космической техники (РКТ) представляет печать в металле. Печать в пластике на данный момент не адаптирована для изготовления штатных и летных изделий в силу малых конструкционных свойств пластиков. Однако весьма любопытным является рассмотрение вопроса изготовления деталей и сборочных единиц из пластика на 3D-принтере для опытно-конструктор-

ских разработок новейших образцов РКТ. Таким образом, печать в пластике представляет насущный интерес для конструкторов при разработке, компоновке и изготовлении конструкторских макетов вновь создаваемых сложных изделий, состоящих из большого

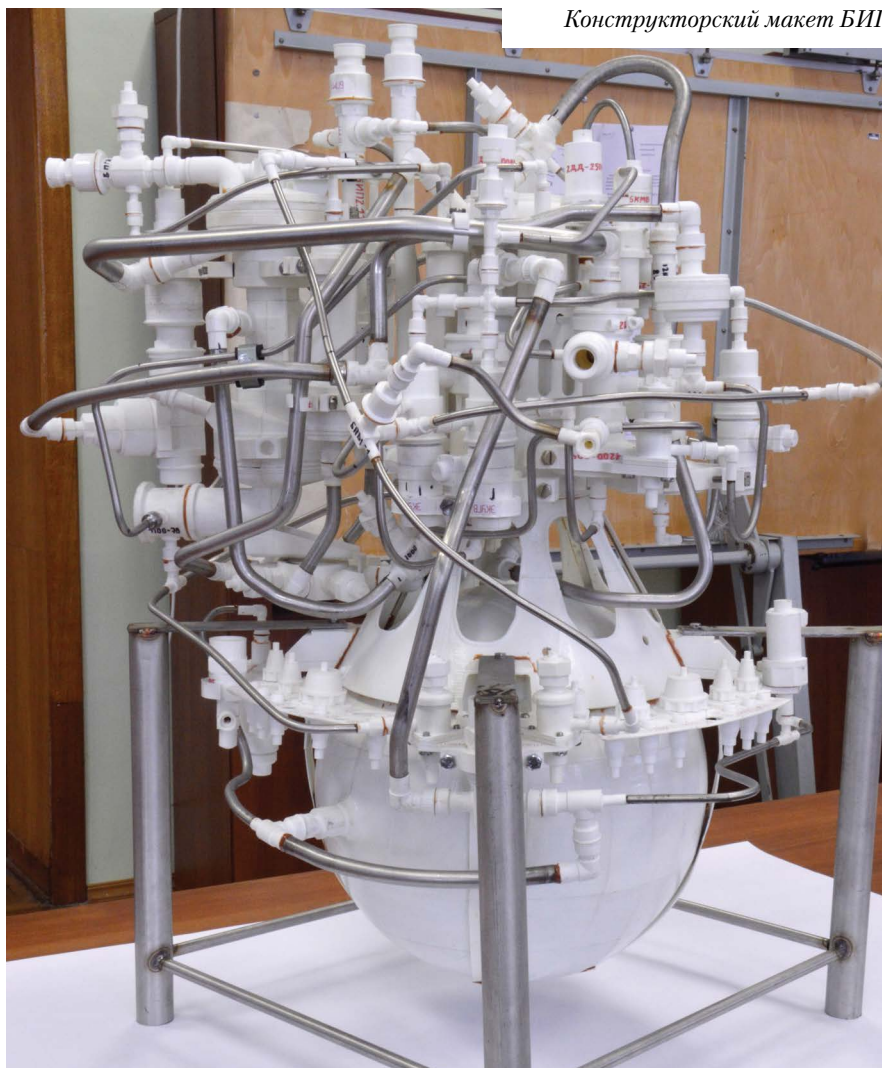
числа различных агрегатов и узлов, имеющих сложную геометрическую увязку.

На сегодняшний день широко освоена и внедрена технология 3D-проектирования новых изделий в различных системах автоматизированного проекти-

Моделирование БИП



Конструкторский макет БИП



рования (САПР), таких как Компас 3D, Solid Works, NX и другие. Компьютерное 3D-моделирование существенно облегчает труд конструктора, позволяя при этом избежать ряда ошибок при изготовлении нового изделия «в железе», а также обеспечивает куда большую наглядность. Однако компьютерное моделирование, оставаясь виртуальным, не решает всех проблем и не позволяет обнаружить все ошибки и недочеты при проектировании изделий и их блоков, т.е. сложных сборных систем, состоящих из агрегатов различного назначения и связанных между собой «хитрой» геометрической компоновкой (ярким примером таких систем являются ракетные двигатели и связанные с ними системы). Эти проблемы приходится решать при сборке макетов изделий в металле, что может приводить к повторному изготовлению деталей и сборочных единиц, изменивших свою геометрию в процессе увязки компоновки изделия. В связи с вышеизложенным отказ от макетов (конструкторских и тем более образцов макетов) является преждевременным.

Технология 3D-печати в пластике приходит здесь на помощь, способствуя существенному удешевлению, упрощению и ускорению процесса изготовления конструкторских макетов новых проектируемых изделий.

В КБхиммаш им. А.М. Исаева совместно с ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева в рамках работы над новейшим кислородно-водородным разгонным блоком тяжелого класса (РБ КВТК) для тяжелой ракеты Ангара проводится исследовательская работа возможности применения аддитивной технологии 3D-печати пластиковыми материалами для изготовления конструкторского макета бортового источника питания (БИП). БИП предназначен для питания рабочей жидкостью с заданными параметрами (рас-



Напечатанные элементы



ход, давление, температура) 2-х сервоприводов гидравлической системы электрогидравлических сервоприводов (ГС ЭГС), обеспечивающих отклонение камеры и, следовательно, вектора тяги кислородно-водородного двигателя РД 0146 Д в плоскостях тангажа и рыскания для стабилизации РБ КВТК на стадиях запуска, работы на основном (ОР), конечном (КР) режимах и остановки маршевого двигателя при условии изменения расхода рабочей жидкости через ГС ЭГС в широком диапазоне значений и постоянства ее давления на входе в ГС ЭГС на всех указанных выше стадиях функционирования двигателя РД0146 Д.

Таким образом, БИП является довольно сложной системой, как с точки зрения схемных решений, так и с точки зрения конструктивной. Он включает в себя широкую номенклатуру различных агрега-

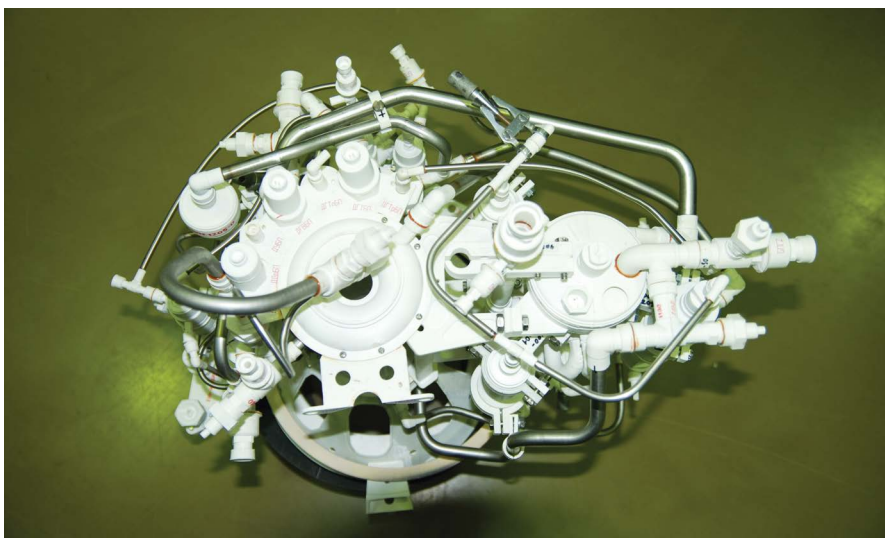
тов, таких как регуляторы, редукторы, пневмо и электропневмо-клапаны, турбонасосный агрегат, теплообменник и др. С другой стороны, БИП обладает приемлемыми габаритными размерами (460×650×750 мм), что позволяет выбрать его с точки зрения отработки технологии.

Для сборки конструкторского макета первоначально планировалось напечатать отдельные агрегаты (клапаны, регуляторы и т.д.), элементы силовой схемы (кронштейны, колодки, опоры и т.д.), трубопроводы с готовой геометрией (по 3D-модели) и крепеж. Однако уже на первом этапе подготовки твердотельных моделей для печати было признано более разумным отказаться от печати крепежа и использовать металлические болты, гайки и т.д. для сборки макета. Это решение объяснялось, с одной стороны, тру-

доемкостью выполнения 3D-моделей крепежа с «прорисованной» резьбой и минимальным шагом этой резьбы в 1 мм (что требуется для обеспечения приемлемой точности печати), с другой стороны, доступностью и распространенностью различного крепежа из металла.

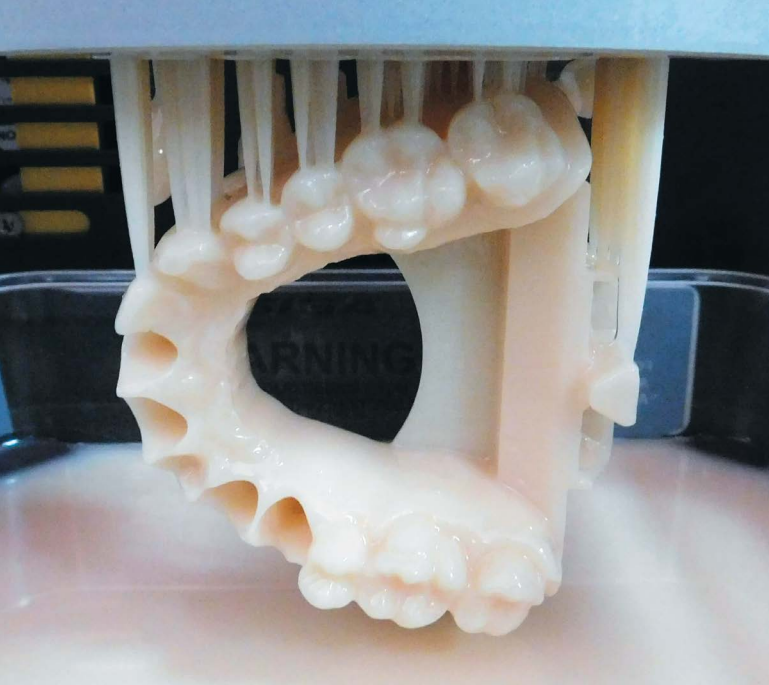
На этапе печати моделей было принято решение отказаться от идеи печатать трубопроводы заданной геометрии. Принятое решение объяснялось наличием усадки и неточностей геометрических размеров изготавливаемых пластиковых моделей и невозможностью подогнуть или подогнать пластиковый трубопровод по месту на собранном макете. В итоге, вероятность несовпадения координат концевых элементов трубопроводов с координатами ответных элементов оказалась слишком высока. Использование металлических труб снимало эту проблему возможностью подгибки труб по месту. Однако, металлические, а, следовательно, более тяжелые трубопроводы создавали бы значительную нагрузку на несущие элементы макета, выполненные из пластика. В итоге проведенного анализа было выбрано компромиссное решение: элементы трубопроводов (угольники, наконечники, тройники и т.д.) выполнили из пластика, а трубы, из металла. При этом толщина стенки труб по возможности была заменена с 1 на 0,5 мм для облегчения всей конструкции.

В связи с проблематичностью выполнения резьб с помощью принтера было решено выполнить их мечиками и плашками на готовых пластиковых деталях. Возникли проблемы с выполнением внешних резьб на цилиндрических поверхностях деталей, но они оказались вполне решаемы простым увеличением процента заполнения материалом при печати элементов.



На настоящий момент большая часть возникших проблем успешно решена и в КБхиммаш практически завершена сборка экспериментального конструкторского макета, изготовленного с применением технологии 3D-печати, в итоге чего можно сделать некоторые выводы. Выполняя те же функции, что и обычный металлический конструкторский макет, такие как проверка собираемости, отработка технологии сборки, поиск ошибок и неточностей в конструкторской документации, прокладка электрики и др., макет из пластика обходится на порядок дешевле. По предварительным

оценкам его стоимость в 10–15 раз меньше, чем стоимость конструкторского макета из металла. При этом нет необходимости привлечения большого количества смежных служб и исполнителей, выполняющих такие работы как: заказ и нарезка металла, проектирование и изготовление штампов, токарные, фрезерные и другие механические операции и т.д. Цепочка исполнителей сокращается до «конструктор — оператор 3D-принтера — слесарь сборщик», что в свою очередь также существенно ускоряет и упрощает процесс изготовления конструкторского макета.



Использование 3D-принтера в зуботехнической лаборатории

*Гатич Артём
руководитель отдела развития ООО «МайДент24»*

Развитие технологий заставляет снова и снова анализировать инструменты, которые мы используем ежедневно. Так, классические технологии изготовления все чаще заменяются автоматизированными системами производства, позволяющими оптимизировать затраты времени и материалов.

Для зуботехнических лабораторий является нормой экономия времени вплоть до секунд для обеспечения наибольшей производительной способности. В связи с этим требуется постоянный поиск лучших решений для оптимизации труда, внедрение инноваций, одной из которых стало использование технологии CAD/CAM и фрезерных станков. За небольшой период времени эта технология стала стандартом изготовления ортопедических конструкций с высоким качеством конечного результата, что обеспечило ее повсеместную популярность.

На текущий день мы стоим на пороге новой технологической революции, которая, так же, как и внедрение конвейера в начале прошлого века и широкое распространение персональных компьютеров в конце столетия, предвещает нам выход на иной уровень производства. Речь идет о профессиональном 3D-оборудовании, способном освободить

руки и голову зубного техника для решения более творческих задач.

Из огромного множества существующих технологий 3D-печати в стоматологии укоренилась стереолитография (SLA) и цифровая светодиодная проекция (DLP). Обе технологии имеют схожий принцип работы — объект разделяется на плоские слои равной толщины, затем принтер с помощью поочередного засвечивания слой за слоем воссоздает исходный объект. Разницей между вышеописанными способами печати является источник света — ультрафиолетовый лазер для SLA и цифровой светодиодный проектор для DLP.

Обе технологии печати используют фотополимерные смолы — жидкий материал, отверждаемый светом.

Фотополимерные смолы имеют градацию в зависимости от области применения. На примере материалов **DETAX Freeprint®** выделим три ключевые группы, используемые в стоматологии.

Freeprint® model — материал для изготовления дентальных моделей. Подходит для создания моделей челюсти либо иных твердых объектов. Имеет три цвета: серый, песочный и слоновая кость.

Freeprint® cast — беззольно выгораемый материал для технологии прецизионного литья. Гото-

вые продукты печати помещаются в паковочную массу и отливаются из требуемого металла.

Freeprint® splint — биосовместимый материал для изготовления хирургических шаблонов, кап и других объектов, контактируемых с пациентом.

Вышеуказанные материалы **DETAX Freeprint®** имеют регистрационное удостоверение для использования их в стоматологии на территории Российской Федерации.

Появившись на российском рынке более 5 лет назад современные фотополимерные принтеры, работающие по технологии стереолитографии, нашли свое применение в ювелирном производстве, где крайне важна точность воспроизведения конструкции в соответствии с разработанным макетом. Помимо точности использование 3D-принтеров обеспечило возможность сократить время производства выгораемых моделей ювелирных изделий путем перехода от классической технологии с ручным моделированием к цифровому и дальнейшей печати. Весомым преимуществом является возможность моделирования уникальной формы конечного изделия на этапе цифрового моделирования, придание сложнейших форм и их точное воспроизведение при литье. Аналогичные требования к изделиям

мы имеем и в производстве стоматологических конструкций.

Главный вопрос — а что же мы печатаем в зуботехнической лаборатории?

Ответ на этот вопрос является ключевым при выборе оборудования. На сегодняшний день есть три ключевых направления использования 3D-печати в этом направлении:

- изготовление демонстрационных и разборных моделей челюсти, секторальное воспроизведение верхней и нижней челюсти в прикусе;
- изготовление беззольно выгораемых конструкций, колпачков, основ под коронки и мосты, бюгельных протезов;
- изготовление хирургических шаблонов для имплантации, направляющих для челюстно-лицевой хирургии, индивидуальных капп.

Активно развивается печать временных и постоянных ортопедических конструкций, а также изготовление базисов съемных протезов. В ближайшее время эти биосовместимые материалы станут доступны и на российском рынке.

В своем центре 3D-печати мы используем DLP принтеры Way2Production SolFlex 650 (Австрия) и Asiga PICO 2 (Австралия). Оба принтера полимеризуют материалы излучением с длиной волны 385 нанометров (УФ).

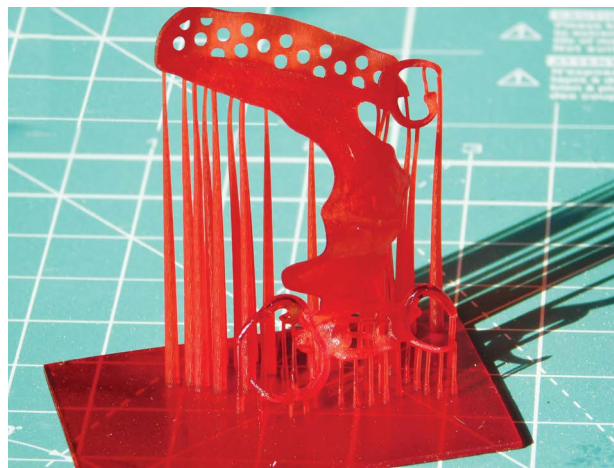
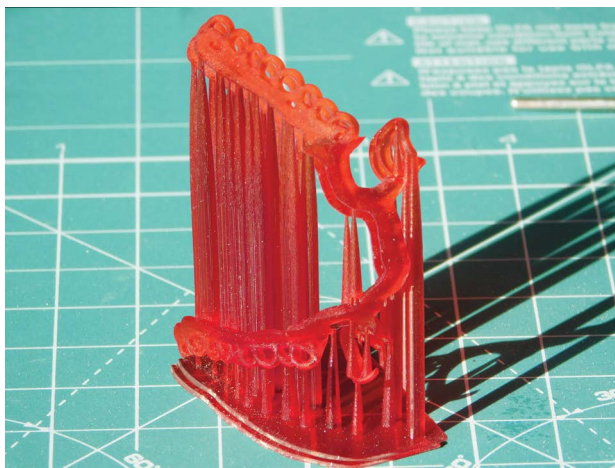
DLP-принтеры различают по интенсивности света и точности печати, зависящей от разрешения проектора и толщины слоя. Например, для печати коронок, мостов, основы бюгельных протезов и других конструкций, требующих точной припасовки, следует выбирать толщину слоя в пределах 25 –50 микрон. Для изгото-

вления хирургических шаблонов, моделей челюсти и других объемных задач оптимальной будет толщина слоя 100 микрон.

Круг задач, решаемых с помощью 3D-печати, каждодневно растет в виду появления новых технологий и повышения уровня навыка использования существующих. На текущий день 3D-печать перестала быть уделом профессионалов и перешла в потребительский рынок.

Важно не упустить время сейчас, получить необходимые навыки и возможности, чтобы завтра, когда без 3D-печати мы не сможем представлять свою жизнь, быть на вершине. Трехмерное моделирование, понимание процессов подготовки печати, изучение свойств материалов и их применимости — начните с любого из этих вопросов и мир 3D-печати затянет вас с головой.

*Примеры работ, выполненных в центре 3D-печати ООО «МайДент24».
Изготовлено из материалов DETAX Freeprint® на принтерах Asiga PICO2 и Way2Production SolFlex 650*



Валерий Фролов, valery.frolov@airliquide.com
Мария Степанова, maria.stepanova@airliquide.com

XXI век стал поистине веком ускоренного развития исследований, технологий и промышленности, когда время, затраченное на разработку изделия, его опытное производство и внедрение становится дорогим и очень значимым ресурсом для обеспечения конкурентоспособности производителя. Использование аддитивных технологий существенно ускоряет этот процесс и облегчает разработку и внедрение востребованных изделий. «Эр Ликид» предлагает современные и удобные газовые решения для компаний, работающих с аддитивными технологиями типа SLS, SLM, DLMD.

Решения «Эр Ликид»

«Эр Ликид» предлагает газы высокого качества как для атомизации при производстве порошков, так и для создания инерт-

ной атмосферы — аргон с чистотой до 99,999 % и азот (99,999 %).

Новые баллоны «Эр Ликид»

Новые баллоны «Эр Ликид» эргономичны и просты в эксплуатации, обеспечивают неизменное качество газа, а повышенный объем баллона — его увеличенное количество. Преимущества новых баллонов:

- 1 — увеличенный объем баллона (**50 л**) по сравнению с баллоном отечественного производства (**40 л**);
- 2 — повышенное давление газа в баллоне до **200 кгс/см²**, вместо **150 кгс/см²** баллонов отечественного производства;
- 3 — сниженный вес баллона благодаря применению высокопрочной стали;
- 4 — вентили **SMARTOP™** со встроенным клапаном обратного давления;

5 — прочные колпаки для защиты вентиля с удобным рукояткой для ручного перемещения баллона в рабочей зоне.

Несмотря на то что баллон имеет больший объем, это почти не отразилось на его габаритах благодаря использованию специальной стали. В сборе он выше на высоту защитного колпака, а по весу легче стандартного отечественного баллона на 10 кг.

Сочетание большего объема и повышенного давления позволило уместить в баллоне в 1,7 раза большее количество газа. Это сокращает необходимый парк баллонов, экономит складские площади и транспортные расходы. Баллоны сертифицированы для российского рынка и соответствуют требованиям ГОСТ 949.

	Количество принтеров	Преимущества	Азон	Аргон	Гелий
Моноблоки 	1–2	большой запас газа: 16 баллонов, 50 л давление 200 или 300 бар	✓	✓	✓
Модульная емкость 	1–5	простота установки и использования, мобильность	✓	✓	
Криогенная емкость 	> 5	длительная автономная работа	✓	✓	





Интеллектуальные вентили SMARTOP™

Вентиль **SMARTOP™** — это запатентованная разработка «Эр Ликид», основная его задача — не допустить попадания внутрь атмосферного воздуха при работе с баллоном, обеспечить максимальное удобство и безопасность работы.

Преимущества **SMARTOP™**

1 — вместо привычного винтового механизма с маховиком, запорный вентиль снабжен рычагом, который открывает и закрывает его движением вверх/вниз;

2 — защитный металлический колпак эргономичен и позволяет удобно и безопасно перекачивать баллон в рабочей зоне, защищает вентиль от случайных повреждений;

3 — встроенный индикатор давления позволяет получать информацию о количестве газа в баллоне в любой момент времени, что облегчает приемку баллонов и позволяет оператору оценивать запас остатка газа;

4 — автоматический клапан остаточного давления **RPV** не допускает загрязнения баллона даже при случайном открывании вентили;

5 — для обеспечения безопасности при случайном открытии вентиль снабжен дополнительным ограничителем потока газа;

6 — для подключения газовых редукторов предусмотрена типовая резьба G $\frac{3}{4}$.

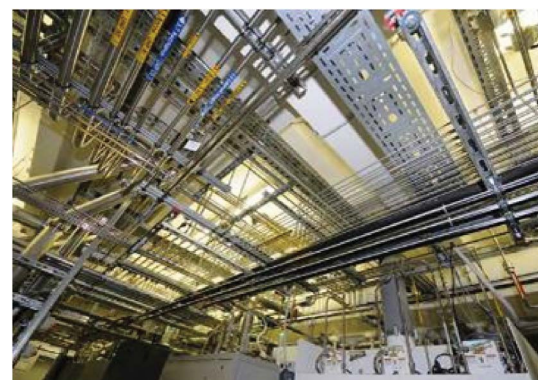
Моноблоки

Моноблоки «Эр Ликид» имеют **16** баллонов, каждый объемом **50** л. Баллоны соединены в единый сосуд и размещены внутри сварного каркаса с проушинами и основанием под вилочный погрузчик. Давление газа в моноблоке **200** кгс/см² для кислорода и до **300** кгс/см² для азота и аргона. Рабочий объем газа достигает **225** м³ для азота, **245** м³ для аргона и **169** м³ для кислорода. Все моноблоки снабжены индикаторами давления газа и вентилями с клапанами **RPV**.

Услуги и дополнительное оборудование

Подразделения «Эр Ликид» проводят проектирование и монтаж трубопроводов, оборудования и систем газоснабжения:

- ✓ монтаж линий и подключение оборудования для промышленных и специальных газов установку систем детектирования и контроля;
- ✓ проведение тестов и квалификаций (тесты на давление, утечку гелия, влажность и чистоту);
- ✓ подготовку рабочей и исполнительной документации.



Для хранения заготовок, материалов и изделий, чувствительных к кислороду и влаге мы предлагаем шкафы сухого хранения **ALIX Dry P** (соответствует стандарту **IPC/JEDEC J-STD-033**) Быстрая осушка позволяет достигнуть уровня относительной влажности **1%** менее чем за **5** мин.



Емкость шкафа **250** л. Возможна модульная сборка из нескольких шкафов.

Доставка

Доставка баллонов и моноблоков осуществляется собственным транспортом «Эр Ликид», оснащенным навесным вилочным погрузчиком. Всю работу по погрузке и разгрузке выполняют водители «Эр Ликид». Для безопасной транспортировки баллонов используются паллеты на **15** баллонов, оснащенные стяжными ремнями.

ООО «AIR LIQUIDE»
109147, Moscow, Vorontsovskaya str., 17
tel. +7 (495) 641 28 98
Москва, ул. Воронцовская, 17

asiamold

Guangzhou International Mould & Die Exhibition
广州国际模具展览会

**Premier platform for mould, additive
manufacturing and forming technologies**

1 – 3 March 2017

China Import and Export Fair Complex
Guangzhou, China

www.asiamold-china.com

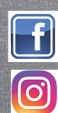


messe frankfurt

РИТМ

МАШИНОСТРОЕНИЯ

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



ritmmagazine
rhythm_of_machinery

ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



СЕРИЯ МЛ6

производится
с 2016 года

Станок послойного лазерного
сплавания металлопорошков

Оборудование для лазерной обработки материалов

Разработано и произведено в России

- Серийное производство оборудования
- 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 • +7 499 731 20 19