

НАПЕЧАТАЕМ СПУТНИК

Слыша модное слово «стартап», мы чаще всего представляем себе небольшую сплоченную команду молодых гиков, создающих нечто высокотехнологичное. То, что потом имеет шансы воплотиться в много-миллиардном бизнесе. Стартапов теперь много и в России, хотя о вещественных результатах их работы мы знаем не так много. Тем интереснее увидеть такой результат в действии. **Текст: Олег Макаров**

На первый взгляд большое производственное помещение в Технопарке «Сколково» похоже на продвинутый кружок технического творчества. На столах, на стойках, повсюду какие-то пластиковые детали, электронные платы, недостроенные мультикоптеры. Есть даже манекен и загадочная конструкция из множества цифровых фотоаппаратов – это, как выясняется, стенд для создания 3D-моделей. В общем, тут царит атмосфера того самого условного «гаража», в котором, как нам рассказывают, зародились многие корпорации цифровой эпохи.

В помещении этой лаборатории работает несколько стартапов – резидентов «Сколково», – которые занимаются каждый своим проектом, но при этом находят общие интересы и точки соприкосновения. Мы в гостях у компании «Анизопринт», созданной год назад и состоящей всего из четырех человек.



ВОЗМОЖНОСТИ композитного 3D-принтера близки к безграничным. За БПЛА, космосом, медициной может последовать спортивный инвентарь, детали для транспортных средств и т. д.

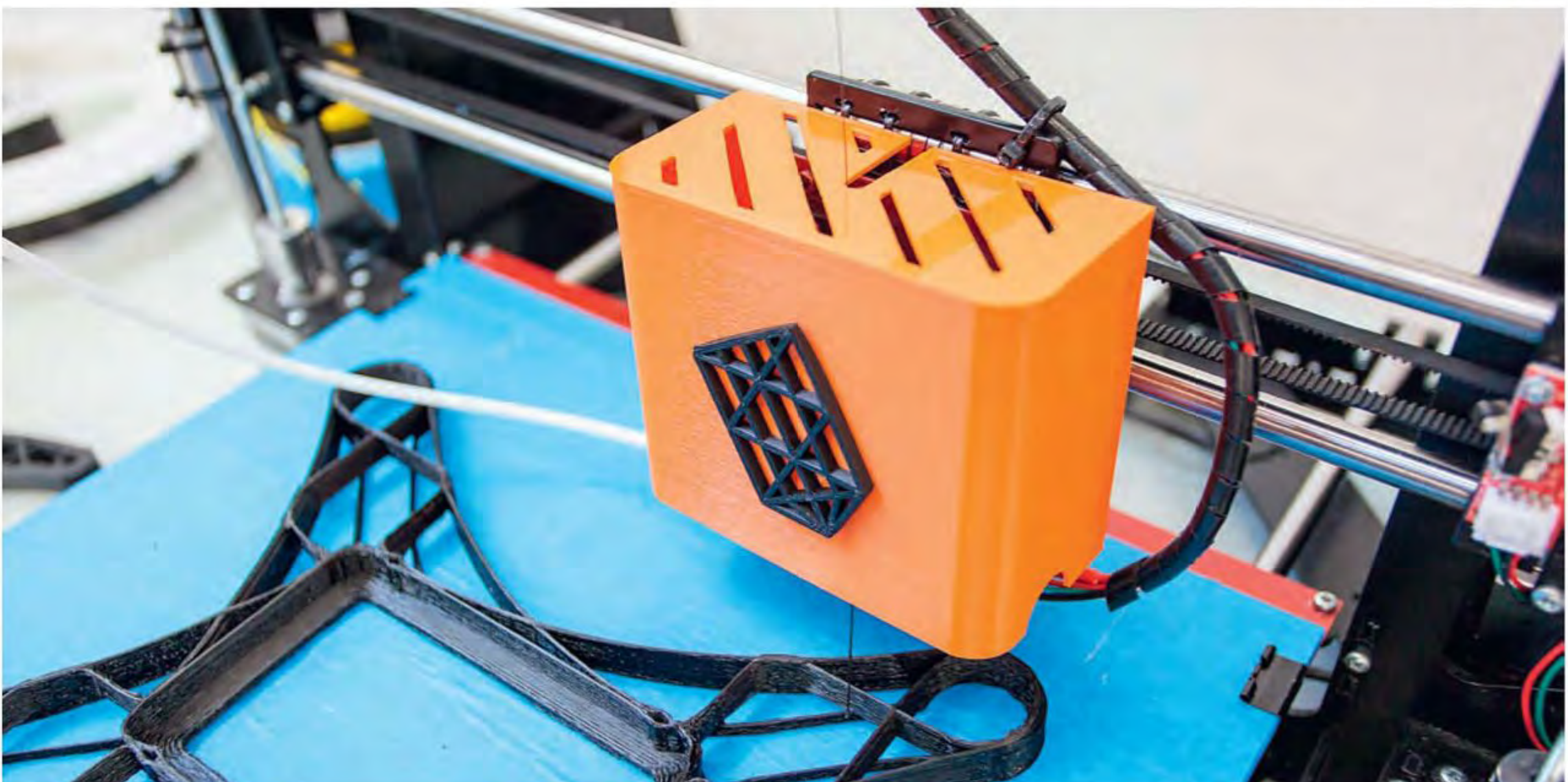
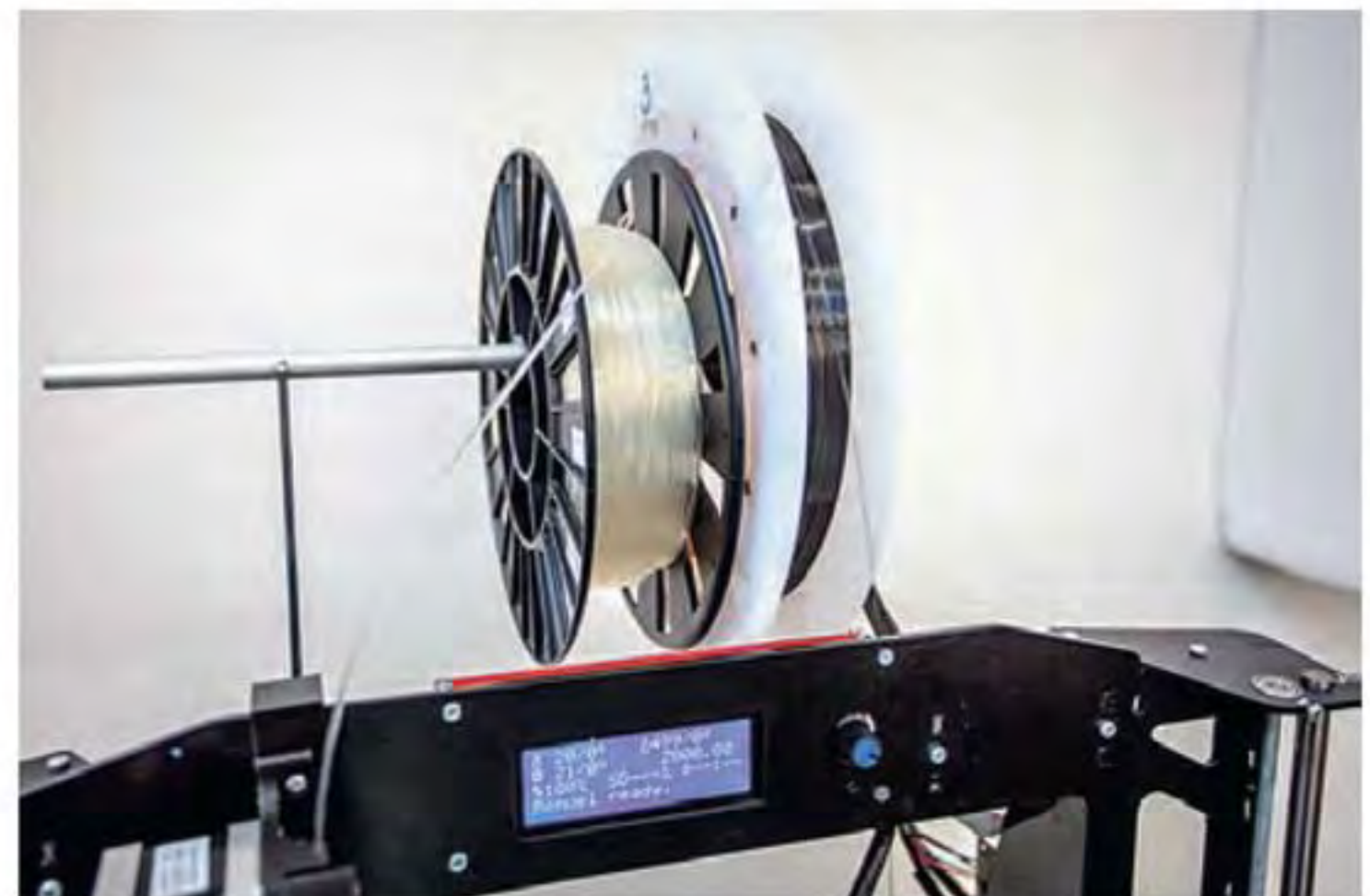
Скелет для пластика

«Анизопринту» удалось соединить в своей работе два мощных тренда в современном материаловедении: трехмерную печать и создание композитных материалов, из которых самый на сегодня популярный – углепластик, запеченная в автоклаве матрица на основе эпоксидной смолы, армированная углеволокном. Углепластик легче и прочнее многих металлических сплавов, но производство деталей из него – это чисто промышленная, экологически грязная и довольно дорогая технология, которую крайне сложно воспроизвести в условиях небольшой мастерской или лаборатории. Зато для прототипирования в «гаражных» условиях отлично подходят 3D-принтеры, печатающие пластиком. Форсунка печатающей головки капля за каплей формирует из жидкого пластика деталь согласно компьютерной модели, затем пластик отверждается. Такой принтер легкий, компактен, стоит уже не так дорого, но напечатанные на нем детали обладают низкой конструктивной прочностью. Сделать модель можно, рабочую конструкцию, испытывающую нагрузку, – нет. А что если пластик прямо в процессе печати армировать углеволокном? Собственно, вокруг этой идеи и возникла фирма «Анизопринт».

Ее крестным отцом стал Зафер Гюрдал, директор Центра композитных материалов Сколковского института науки и технологии (Сколтех). Благодаря ему центр получил грант от Министерства науки и образования на исследования в области 3D-печати композитных материалов. В принципе, такие технологии уже разрабатывались в США, и даже существует американская компания MarkForged, выпускающая свою модель композитного принтера. Но технология, лежащая в основе процесса, достаточно дорога и связана с высокими температурами и давлением. «Главная проблема заключается в том, – рассказывает технический директор компании «Анизопринт» Андрей Азаров, – что углеродный жгут, который можно применять для армирования пластика, состоит из множества тончайших волокон диаметром 5 мкм. Эпоксидное связующее, которое обычно применяется сейчас в промышленности для изготовления углепластиков, обладает высокой текучестью и легко обволакивает эти тончайшие нити. Однако эпоксидное связующее не может быть использовано для печати по технологии FDM, так как требует отверждения, а после отверждения уже не плавится. В таких принтерах используются термопласты, а их

СОЗДАНИЕ ДЕТАЛЕЙ со сложной пространственной структурой не единственное достоинство принтера. С его помощью можно также «играть» с характеристиками самого композитного материала. Композитные изделия имеют свойство анизотропии, то есть их прочность, жесткость и т. д. различны в разных направлениях. Выкладывая углеволокно в определенном направлении, меняя плотность укладки, можно создавать детали со специальными свойствами, которые могут варьироваться для разных участков одного и того же изделия.

КОМПОЗИТНЫЙ 3D-ПРИНТЕР хорошо подходит для изготовления изделий, имеющих индивидуальные характеристики. Таковы, например, ортезы – приспособления для жесткой фиксации суставов и других участков тела. Компания «Анизопринт» разрабатывает ортезы совместно с компанией «Здравпринт».



вязкость в 100–150 раз выше, чем у эпоксидной смолы. Если просто залить таким пластиком жгут, прочной композитной детали не получится, а получится что-то вроде веника, который окунули в жидкий парафин». В Сколтехе решили создать более простую и дешевую альтернативу технологии MarkForged. Так родился первый прототип композитного 3D-принтера. Исследования в рамках гранта имеют своей целью в будущем создание крупных композитных деталей для космических спутников, но у технологии вполне могут быть и применения «здесь и сейчас». Ради работы на ближайшее будущее из молодых научных сотрудников Сколтеха был сформирован стартап «Анизопринт».

Космическое ноу-хау

За основу был взят стандартный 3D-принтер, печатающий пластиком по технологии FDM (Fused Deposition Modelling), однако головка была специально переработана так, чтобы в один из каналов экструдера подавать углеволоконный жгут. Но как мы уже выяснили, просто внедрить жгут в деталь мало. И вот тут начинается вторая и главная часть ноу-хау, тайна, которую нам так и не открыли. Дело в том, что в принтер подается фактически не жгут, а готовая композитная нить,



В ПЛАНАХ «АНИЗОПРИНТА» масштабировать разработанную технологию и создать оборудование промышленного класса. А компактные настольные принтеры дадут небольшим мастерским и лабораториям мощный инструмент для создания композитных изделий.

уже пропитанная пластиком. «Как именно она делается, я рассказать не могу, это наш коммерческий секрет, – говорит Андрей Азаров. – Могу лишь сказать, что технологию мы разрабатывали совместно с ЦНИИ Специального машиностроения (г. Хотьково) – одним из ведущих предприятий по производству ракетно-космических конструкций. При этом наша технология гораздо проще и дешевле американской».

Специально подготовленное углеволокно образует в печатаемой детали прочное единое целое с пластиком, и на выходе получается полноценный композит. Этот материал уступает в прочности карбону, но способен соперничать со многими другими материалами.

«Мы получаем деталь, которая в 15 раз прочнее, чем та, которая вышла бы у нас, если бы мы не применяли армирование, – говорит Андрей Азаров. – По прочности на растяжение она будет превосходить авиационный сплав Д16, при том что у сплава плотность более чем в два раза выше, чем у нашего композита».

Преимущества материала должны первыми оценить такие же сколковские стартапы, работающие в сферах, где легкость и прочность конструктивных материалов имеет приоритетное значение. Это касается прежде всего разработок БПЛА и мини-спутников. Здесь же в помещении лаборатории работает компания «Цуру Роботикс», строящая дроны-квадрокоптеры. Центральной силовой конструкцией такого дрона является X-образная рама. От ее веса критически зависит полезная нагрузка мини-БПЛА. Первоначально в «Цуру Роботикс» такую раму изготавливали из обычного пластика. Вес ее составляет около 150 г. Аналогичная деталь, выполненная на принтере «Анизопринта», отличается намного большей прочностью и весит 60–70 г. Для такого миниатюрного аппарата это серьезная экономия. Другой резидент «Сколково» – компания «Спутникс» – работает над популярной ныне темой миниатюрных спутников. Корпус космического аппарата должен быть прочным, но также должен весить как можно меньше, иначе силовые конструкции «съедят» полезную нагрузку, которой в мини-спутнике и так немного.

Как сделать то, что сделать нельзя

«Преимущество нашей технологии не только в простоте, – объясняет Андрей Азаров, – но и в том, что с ее помощью можно делать вещи, которые нельзя или почти нельзя изготовить на основе других технологий. Вот опытный экземпляр панели для мини-спутника. Деталь имеет сложную пространственную структуру – так называемую тетраструктуру, обеспечивающую высокую жесткость при малом весе. В 1970-е американцы пытались использовать подобные панели, чтобы сделать пол в «Шаттле». Однако тогда эти панели можно было изготовить только вручную, поэтому от их применения отказались. А на 3D-принтере мы их напечатаем за просто в автоматическом режиме».

ИИМ

АЛЕКСЕЙ ТОПОРОВ