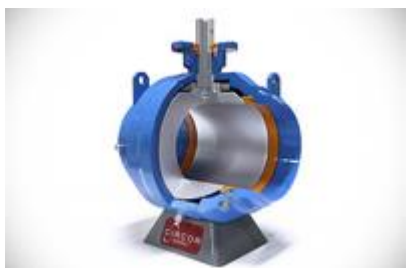


CIRCOR ENERGY: МОДЕЛЬ ЦАПФОВОГО ШАРОВОГО КРАНА, ВЫПОЛНЕННАЯ ПРИ ПОМОЩИ 3D ПЕЧАТИ



Компания «**CIRCOR Energy**», специализирующаяся на дизайне, изготовлении, и маркетинге элементов запорной арматуры представила цапфовые шаровые краны с цельносварным корпусом серии **WB-CIRCOR**. В целях лучшего ознакомления заказчиков с элементами конструкции, компания «**3D Print Texas**» отпечатала модель крана при помощи 3D печати.

CIRCOR Energy в своей деятельности исходит из того факта, что соображения безопасности и надежности являются приоритетом при изготовлении элементов трубопроводных систем. Краны с цельносварным корпусом, соответствующие стандарту API 6D обеспечивают наилучшее решение для подземного использования и не только.

Краны серии WB изготовлены так, чтобы минимизировать количество сварных швов, а значит – сократить места возможных утечек при долгой эксплуатации крана при подземной установке. Продуманная конструкция сочетает в себе максимальную прочность и проверенную конструкцию седла шарового крана и является предпочтительной моделью для рынка трубопроводов.

Характеристики кранов

- Конструкция крана - цельносварная - 8 "FP-48" FP - CS - ANSI Class 300, 600 *
- Краны имеют облегченный вес, двойную блокировку протечек.
- Шток защищен от воздействия излишнего давления при помощи элементов конструкции
- Подшипники с низким коэффициентом трения и защитой от коррозии
- Пожаробезопасны. Разработаны и протестированы на: API 6FA, API 607, ISO 10497
- Антистатические заземления между запорным элементом, седлом и корпусом.



Возможности использования 3D печати в арматуростроении

Пока что при помощи трехмерной печати можно изготавливать лишь модели арматуры, а также, с некоторой долей вероятности - вспомогательные детали, используемые при ее производстве, например - формы. Однако, недалек тот день, когда станет возможным изготовление непосредственно самих деталей арматуры, полностью при помощи 3D печати. Этот день станет настоящим переворотом в промышленности.

Еще в 2015 году в журнале "**Valve Magazine, Spring**", 2015, с. 30, издаваемом **Американской Ассоциацией Арматуростроителей** (www.vma.org) была опубликована статья **А. Bregmana** - председателя Технического комитета "**VMA**", вице-президента и генерального директора "**DFT Inc**" и **К. Kunkela**, главного редактора "**Valve Magazine**", посвященная трехмерной печати в арматурной отрасли. Статья называлась "[Аддитивное производство - прорыв в арматуростроении?](#)". На русском языке статья была опубликована в журнале "**Арматуростроение**" № 3 (96) 2015, в переводе **Т.С. Складовой**. Выдержки из статьи мы приведем ниже.

Что такое трехмерная печать и аддитивное производство?

"3D (трехмерная) печать, или "аддитивное производство", способна преобразить саму суть процессов изготовления физических объектов, включая

арматуру и приводы, так же как Интернет изменил мир информационных технологий.

Сегодня с помощью 3D печати изделия можно изготавливать в том месте, где они нужнее, а не там, где ниже трудозатраты. Такой подход может превратить принцип "доставка точно в срок" в принцип "изготовление точно в срок там, где это необходимо". Теперь задача производства - найти экономически жизнеспособный вариант организации аддитивного производства тех или иных изделий, чтобы они при этом отвечали всем необходимым для эксплуатации требованиям к качеству, безопасности и функциональности".

Преимущества аддитивного производства в промышленности

Основное преимущество аддитивного производства арматуры по сравнению с традиционными процессами в том, что при изготовлении ряда деталей можно избавиться от некоторых технологических процессов. Можно, например, изготовить клапан целиком, так что отпадет необходимость в сборке. Это становится возможным, поскольку 3D печать позволяет изготавливать очень точные детали со сложной геометрией и сложными проходными сечениями.

Недавно **Шеку Камара**, директор консорциума по быстрому прототипированию в **Инженерно-машиностроительной школе университета Милуоки**, представил презентацию, в которой рассказал о производственной практике, проведенной в этом университете. В 2002 г. там была сконструирована и изготовлена методами 3D печати задвижка с возвратно-поступательным движением штока. Были исследованы свойства получившегося изделия в сравнении с обычной задвижкой.

Испытания показали, что изготовление подвижных деталей, цельных образных уплотнительных колец и резьбовых присоединительных концов арматуры - это вполне посильная задача; прототип самой задвижки был изготовлен целиком методом фотополимеризации. Тем самым показано, что этим методом возможно создать полноценные прототипы арматуры.

Применение металлической 3D печати имеет ряд преимуществ. Одна из них - возможность производства сложных по конфигурации деталей регулирующих клапанов, таких как полые, изогнутые или сетчатые детали, которые сложно изготовить, применяя традиционные технологии изготовления и сборки, что дает значительную свободу конструкторской мысли.

Другим преимуществом является то, что на выходе получается законченная модель, а значит, можно отказаться от пресс-форм и дальнейшей обработки. Экономится время и снижаются производственные затраты (так, деталь сложной конфигурации, требующая для изготовления около трех месяцев, с помощью 3D принтера может быть получена за две недели и притом высокой точности и очень высокого качества).

Не корпус, но форма

Использование 3D печати во вспомогательном производстве арматуры также обсуждается и уже происходит. И хотя эта технология пока достаточно дорогая в сравнении с традиционными, потрачено уже немало времени и сделано немало шагов в этом направлении.

Ван Беселар обращает внимание на преимущества использования AM-технологий для создания литейных форм для арматуры. "Пропадают ограничения для литниковой системы, расширяются возможности геометрии литья, сохраняется высокая точность при замене марок материалов", - говорит он. И "хотя 3D принтер имеет определенный размер, размер изделия не ограничен емкостью его рабочей камеры. Литейную форму можно изготовить по частям и соединить, чтобы получить нужный размер".

Однако он в тоже время указывает и на ограничения. "Нельзя напечатать изоляцию, хотя можно вставлять изоляционные рукава в раззенкованные под них отверстия в форме", - говорит он.

К тому же лишний песок нужно выбить из формы, созданной с применением 3D печати, "и хотя мы сейчас изучаем разные варианты добавок к кварцевому песку, пока успеха не достигли", - добавляет он. Времени процесс формовки с использованием AM-технологий занимает явно меньше, но цены - запредельные.

Однако, **Дин Маркл**, специалист по литью компании "**Emerson Process Management**", работающий в литейном производстве уже более 30 лет, видит варианты, при которых мог бы появиться экономический эффект. Например, если модельная оснастка нужна разовая, а потому очень дорогая. "Если вам требуется заменить клапан, который уже 30 лет как не выпускается, но вам нужен именно он, то применение аддитивных технологий куда более эффективно, чем традиционных", - отмечает он.

Вместо того, чтобы уповать на возможно где-то существующую 2D модель, "мы за несколько дней сделаем 3D модель, оснастим и запустим ее", и заимеем нужный клапан гораздо быстрее, говорит Маркл. АМ-технологии имеет смысл применять, если некая редкая деталь нужна где-то далеко. **"Вы можете переслать файл в электронном виде в любую часть света, где у вас есть партнеры-литейщики, использующие АМ-технологии, и деталь будет изготовлена прямо там, на месте"**.

Другими словами, **"вместо того, чтобы высылать образец с одного литейного производства на другое, вы просто готовите и высылаете 3D модель, и вам больше не надо тратиться на доставку модели клапана туда, где он нужен"**, - уточняет он. Технология позволяет объединить изготовление деталей или сократить расходы при производстве небольших партий, одиночных деталей или запасных частей. После того как изделия будут проверены и подогнаны под требования заказчика, АМ-технологии могут сэкономить время и деньги благодаря ускоренному появлению изделий на рынке.

Г-н Ли также утверждает, что продукцию аддитивного производства может оказаться легче использовать и устанавливать. "Не нужно беспокоиться о лишних выступях и впадинах, о литниках и порах, можно сосредоточиться на функциональности изделия, забыв об ограничениях со стороны оснастки и инструмента", - говорит он.

А поскольку таких ограничений нет, **"можно спроектировать самые сложные контуры внутренних поверхностей, и изготовить требуемое как единую деталь, а не как несколько частей, которые придется потом собирать"**, - добавляет он.

Джеймс Сирс, старший инженер-механик лаборатории аддитивного производства компании **GE Global Research**, обращает внимание на то, что применение АМ-технологий вдвое снижает энергопотребление, а впоследствии нет необходимости в удалении излишка металла, можно снизить затраты на приобретение материалов на 90% в сравнении с традиционными технологиями производства.

Недостатки технологии 3D печати: Фатальный сбой, или детские болезни?

При том, что AM-технологии имеют немало достоинств, есть и определенные ограничения по их использованию. Как отметил г-н Ли, очень высока стоимость промышленных принтеров, производителей таких установок мало, и с их стороны отсутствует поддержка выполнения новых опытно-конструкторских работ. Расходные материалы также дороги, а возможности их повторного использования в производственном процессе ограничены.

К тому же рабочие допуски для продукции аддитивного производства меньше, чем для заготовок, подлежащих механической обработке. Чтобы выдержать размеры и внешний вид, нужна обработка после изготовления, при этом может иметь место анизотропия. В случае "изготовления по мере надобности" на месте встает вопрос о защите прав интеллектуальной собственности патентообладателя.

Проблемы возникают оттого, что AM-технологии развиваются слишком быстро, и за ними не поспевают ни правовые, ни социальные структуры, деятельность которых должна быть направлена на создание и разработку инструментов, защищающих права заинтересованных сторон.

М-р Сирс уточняет, что решение всех вопросов квалификации материалов для аддитивного производства обходится очень дорого и может занимать пять и более лет. Он говорит, что особенно важно разбираться в процессе взаимодействия лазера и используемого материала.

От теории - к практике. Оснащение институтов аддитивными машинами

Как сообщает сайт nami.ru, летом 2012 года в городе Янгстоун (Youngstown, Ohio) был открыт "**National Additive Manufacturing Innovation Institute**" (NAMII) - первый из 15 институтов технологической направленности, создаваемых, по заявлению Департамента торговли США, с целью "ускорить инновационное развитие и усилить конкурентоспособность".

Всего на создание 15-ти институтов выделено около \$1 млрд. Машинный парк института "NAMII" уже включает 10 аддитивных машин, причем три из них "**Renishaw AM 250**", "**ExOne M-Lab**" и "**POM Synergy 5**" - это самые современные машины для синтеза деталей из металла.

По данным сайта 3ders.org, "GE" уже применяет 3D печать для производства деталей регулирующих клапанов. До настоящего времени в "GE" применяли 3D принтеры только в головном офисе в США для производства деталей выпускаемых компанией реактивных авиационных двигателей.

На заводе "Kariwa" установлен 3D принтер металлической печати "LUMEX Avance-25" производства "Matsuura Machinery Corporation" - это единственная в мире установка, сочетающая технологию послойной печати оптоволоконным лазером с фрезерованием на обрабатывающем центре. Если существующие 3D принтеры обеспечивают точность изготовления около 0,1 мм, то принтер "LUMEX Avance-25" превышает эту точность в 100 раз.

Компания "GE Oil & Gas" на своем заводе "Kariwa" в Ниигате (Япония) применяет для производства деталей сложной конфигурации для регулирующих клапанов, разработанных "Masoneilan" и предназначенных для применения в энергетике, металлический 3D принтер (последняя модель печатающего устройства путем лазерного спекания металла).

Общие выводы

Технологии 3D печати будут совершенствоваться, их стоимость будет падать, как это было с мобильными телефонами и со многими другими новыми технологиями. Процесс развития AM-технологий, уже явно привлек к себе внимание, но все еще не вышел за пределы лабораторных исследований.

В некоторых случаях применение этих технологий целесообразно, экономически и коммерчески оправданно. И вполне возможно, что в подобной статье, написанной через год, будет уже рассказано, что отдельные арматурные компании взяли на вооружение новую технологию, и она, покинув лаборатории, заняла достойное место в производственных цехах.

Итак, статья написана в 2015 году, а сейчас у нас начало 2017 года. Можно ли согласиться с предположением, высказанным в последнем абзаце? Заняла ли технология 3D-печати достойное место в производстве арматуры.

Можно ответить так - если и не заняла - то уверенно идет к этому. Вот что пишет аналитик журнала "Арматуростроение" Ю. Жестин в своей [статье](#), опубликованной в № 5 данного журнала за прошлый 2016 год.

Все более широкое применение технологии АП находят сегодня в аэрокосмической отрасли, в медицине, в фармацевтике, в электротехнике. Например, компания **"Croft Additive Manufacturing"** начала производство фильтров для фармацевтических компаний. В производстве типового промышленного оборудования эти технологии пока применяются мало.

Темпы роста рынка аддитивного производства составляют около 30% в год. По сравнению с другими отраслями это значительная цифра, но не такая большая, какой должна быть, чтобы можно было говорить о "революции". Объем рынка АП \$3-4 млрд - это лишь сотые доли процента мирового промышленного производства (\$17 трлн), а такими темпами за 10 лет объем вырастет всего вдесятеро. Ну, будут десятые доли процента - как-то не похоже на революцию, правда? Однако, внимание к АП в мире растет явно опережающими темпами.

Организованная деятельность начинается с единых стандартов.

Стандартизация в сфере АП набирает обороты. Первым техническим комитетом по этой тематике стал образованный в 2009 году ASTM F42. В 2011 году технический комитет по аддитивному производству TC 261 появился в составе ISO, его ведет DIN. В 2015 году возникли европейский CEN/TC 438 и российский ТК182, образованный на базе ФГУП **"ВИАМ"**. Между ASTM и ISO подписано соглашение о сотрудничестве, стандарты готовятся совместные. Первые из них уже приняты, в том числе:

- ISO 17296-1/ASTM 52900:2015 Аддитивное производство. Терминология; □
- ISO 17296-2:2015 Аддитивное производство. Общие принципы. Обзор производственных процессов и сырья; □ ISO 17296-3:2014 Аддитивное производство. Общие принципы. Основные характеристики и соответствующие методы испытаний; □
- ISO 17296-4:2014 Аддитивное производство. Общие принципы. Обзор методов организации данных.

В 2016 году вышла вторая версия ASTM 52915, посвященного форматам файлов для 3D-печати. В ISO готовится еще целый ряд стандартов. А первые ГОСТы по АП ожидаются в 2017 году. Пока что стандарты направлены на создание единой терминологии и системы понятий АП, без чего невозможно

согласованное движение вперед. Ведь принципы аддитивного производства совершенно иные, и многие понятия требуют переосмысления.

По мере накопления научных результатов и практики, база стандартов будет тут же пополняться. Поскольку в профильных ТК работают энтузиасты АП, которым пока еще чужда неторопливая процессуальная бюрократия.

К чему все в итоге придет?

Об аддитивном производстве корпусных деталей арматуры на высокие параметры, речи сегодня, конечно, не идет, хотя что будет через десять лет - предсказать сложно. Тут следует учесть, что в рамках АП создание деталей с переменными по объему свойствами не является чем-то особенным.

Например, можно напечатать деталь, в которой свойства поверхностного слоя будут отличаться от свойств внутренних областей. В перспективе такая возможность позволит исключить из технологического цикла отдельную операцию обработки поверхности, создавая упрочненный и/или коррозионностойкий слой прямо на спекаемой лазером детали.

Наконец, пластиковая арматура - тоже важный тренд развития нашей отрасли. Это направление быстро развивается в последние годы. Сегодня полимеры, применяемые для производства арматуры, не совпадают с теми, что используются в 3D-принтерах, но эту нестыковку не так уж сложно устранить.

Массовое производство дешевых изделий пока что не предполагает использование технологий АП, но мелкосерийное производство специальных конструкций арматуры из полимеров с помощью 3D-печати не за горами.

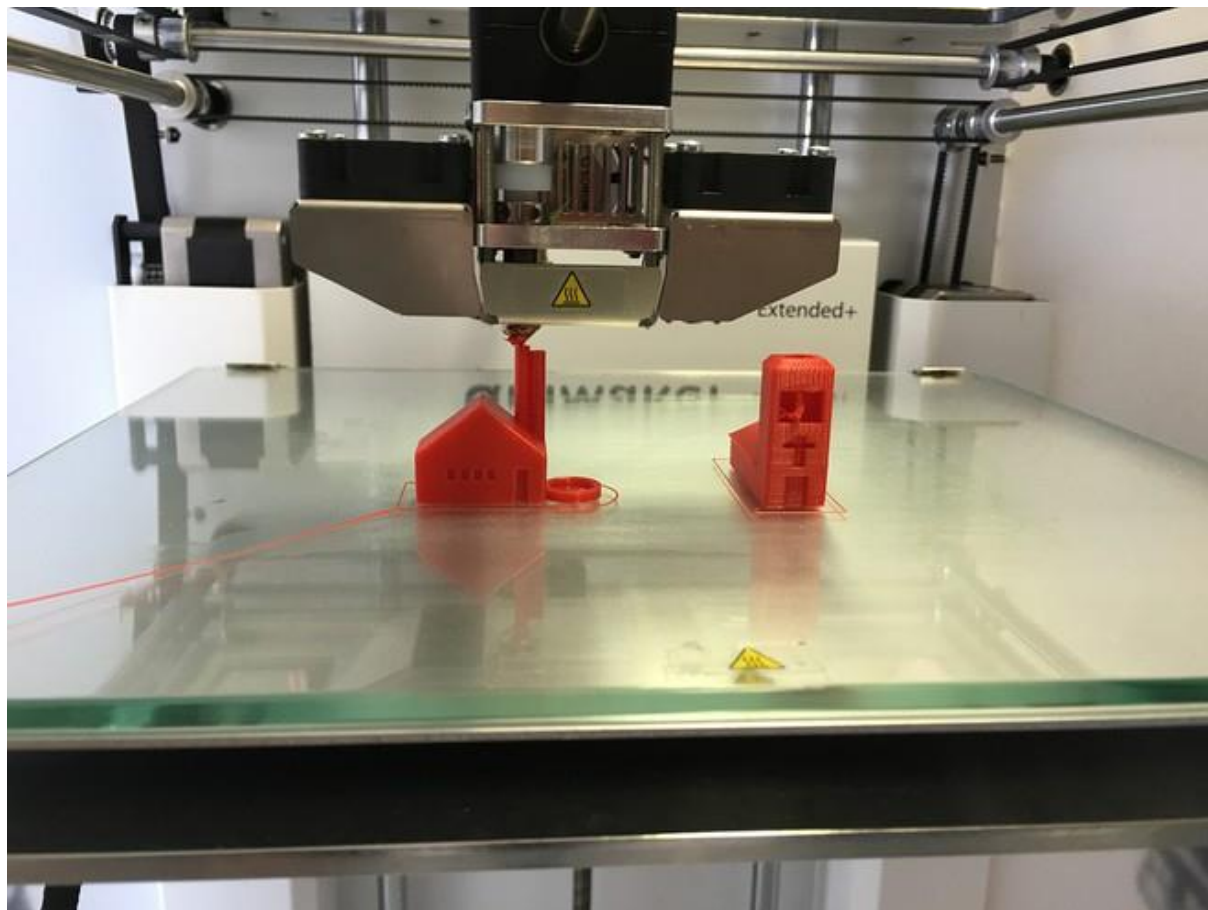
Думаю, в российском арматуростроении АП начнет применяться гораздо раньше, чем через 10 лет. Скорее всего (во всяком случае, на первых порах), речь будет идти о заказах отдельных узлов и деталей в компаниях, специализирующихся на услугах 3D-печати.

Возможно, санкции помешают появлению таких компаний внутри страны. Но небольшие по размеру дорогие детали (а речь поначалу пойдет именно о таких) можно и за рубежом заказывать.

Главное - понимать, что такое аддитивное производство, где и в чём оно может быть выгодно. Поэтому к быстро расширяющимся возможностям технологий АП с точки зрения их применения в арматуростроении стоит начать присматриваться уже сейчас.

В статье использованы материалы сайта: www.valve-industry.ru

3D-ПЕЧАТЬ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ЧТО НОВОГО ПРИНЕС 2017 ГОД?



Текущий год принес новые данные. Роберт Перкинс - журналист с более чем 15-летним опытом в области финансов, экономики и вопросам энергетики, разместил в блоге на сайте platt.com статью, под названием **"Могут ли 3D принтеры ускорить пик спроса на нефть?"**.

Из этой статьи следует, что такой крупный игрок нефтегазового рынка, как [компания ВР](#), учитывает в своих долгосрочных прогнозах развитие аддитивных технологий. Правда учитывает в большей степени не сами технологии, а тот энергетический "всплеск", который они произведут.

Выступая со своим ежегодным долгосрочным прогнозом, главный экономист "ВР" Дейл Спенсер заявил, что нефтяная компания планирует бороться с последствиями спроса на энергию, вызванными расцветом "цифровой экономики" и 3D печати, также известной как "аддитивное производство". Большинство технологических обозревателей и экспертов предсказывают, что развитие 3D

печати произведет переворот и даст импульс дальнейшему развитию сетевой автоматизации и робототехники.

"Я думаю, одна из вещей, которая может быть действительно революционной - это аддитивное производство - искусственный интеллект, 3D печать и так далее", сказал Дейл Спенсер, представляя энергетический прогноз BP.

"Предположим, что аддитивное производство действительно переживает невиданный взлет. Мы делаем при помощи 3D печати все больше и больше вещей. В таком случае, вся привычная торговля, все налаженные цепочки поставок, коренным образом изменяются. **Если мне нужен какой-то товар, я уже не заказываю его в другой части света, а затем долго жду изготовления и доставки, я просто печатаю его на месте**".

Значит под угрозой рынок перевозок, а значит и рынок бункерного топлива, что в итоге скажется на всей нефтяной отрасли, ведь по данным МЭА, более 90% бункерного топлива предназначено для морских перевозок и, в дополнение к автомобильным и воздушным перевозкам, на грузовые перевозки приходится более четверти мирового потребления нефти.

Прогнозы роста 3D печати, между тем, растут, в полном соответствии с развитием и улучшением технологий в отрасли. Агентство "**McKinsey**" в 2013 году прогнозировало, что рынок аддитивных технологий может продемонстрировать резкий рост - от \$ 5,2 млрд в настоящее время, до минимум \$ 180 млрд, а максимум - \$ 490 млрд к 2025 году.

Другие прогнозы более консервативны, но также указывают на возможность роста. По прогнозам компании "**Wöhler Associates**", рынок аддитивных технологий вырастет в четыре раза, достигнув \$ 21 млрд к 2020 году, по сравнению с \$ 5,2 млрд в 2015 году. Есть много и других прогнозов, предсказывающих, как именно 3D печать может пошатнуть спрос на нефть.

Однако, парадоксальным образом, нарушив налаженные цепочки торговли и поставок, 3D печать сама по себе способна увеличить потребности в энергии. Прежде всего, потому, что производственный процесс тут является более энергоемким, в основном, благодаря увеличению времени производства и периферийных устройств, необходимых для создания материалов слой за слоем.

Согласно одному из сравнительных исследований, опубликованных в 2014 году, потребление энергии на нужды аддитивного производства, по оценкам, в 100 раз выше, чем у обычных объемобразующих процессов, таких как, например, литье

под давлением. Печать 3D действительно позволяет сэкономить на материалах, но для большинства промышленных установок, использование увеличившихся объемов энергии нивелирует эту выгоду.

Разрушение спроса или рождение нового?

Ведет ли это к масштабным потрясениям на рынке? Разумеется, нет, в конце концов, все это пока только прогнозы. Существует множество факторов, способных сгладить негативные черты, либо даже изменить все с точностью до наоборот. Сглаживающим фактором могла бы стать печать более сложных, но в то же время более легких печатных деталей, например, в аэрокосмической промышленности.

С энергетическими потоками и цепочками поставок та же ситуация. В то время как некоторые цепочки поставок могут стать меньше и проще, другие наоборот, могут стать более крупными и сложными. Негативные воздействия на нефтяные компании также могут быть минимизированы, так как, даже если 3D печать разовьется в самостоятельную отрасль, сырье, необходимое для печати по-прежнему должно будет добываться/изготавливаться и транспортироваться традиционно - автомобильным, морским, железнодорожным или воздушным транспортом.

В конце концов, увеличение объемов сырой нефти будет по-прежнему идти на обеспечение потребностей нефтехимической промышленности. Энергетические затраты, необходимые для покрытия потребностей новой отрасли 3D принтеров и других цифровых технологий с большей долей вероятности будут покрываться за счет природного газа. Именно ему многие нефтяные компании в настоящее время уделяют больше внимания.

Признавая падение спроса на нефть в перспективе, отчет BP предполагает, что пик мирового спроса на нефть может произойти значительно позже, чем считают многие обозреватели.

Примеры компаний, специализирующихся на промышленной 3D-печати, или заинтересованных в ней.



В ноябре 2016 года началась деятельность голландской компании **"RAMLAB"**, предоставляющей своим клиентам металлические детали по запросу, и специализирующейся на промышленной 3D печати. На официальном сайте компании сказано следующее:

Промышленные запасные части всегда должны быть доступны везде, где они необходимы, и когда они необходимы. Также, они должны соответствовать стандартам качества, и иметь конкурентоспособные цены.

Аддитивное производство имеет потенциал, чтобы обеспечить широкую доступность сертифицированных металлических деталей по первому требованию клиента. **Миссия "RAMLAB"** заключается в том, чтобы ускорить внедрение технологии производства, обеспечивая своих партнеров легким доступом ко всей цепочке создания стоимости.

Эпиграфом сайта служит фраза **"RAMLAB - это больше, чем 3D-печать, речь идет о настоящем - Royal IHC"**. **"Royal IHC"** - крупная голландская компания, производящая оборудование для дноуглубительной индустрии, морской промышленности и строительства.

Показательно также, что в числе учредителей компании, наряду с **"InnovationQuarter"** и **"RDM Makerspace"**, находится и порт **Роттердама**.

Обширные исследования рынка, проведенные RAMLAB четко определили непосредственные преимущества: если крупные металлические детали могут быть изготовлены по требованию посредством аддитивных технологий, сроки и затраты на хранение запасов, могут быть значительно снижены.

Для достижения своего видения производства сертифицированных металлических деталей на спрос посредством аддитивного производства, RAMLAB выстроила мощную сеть партнеров, которые предоставляют оборудование, программное обеспечение и рекомендации по сертификации процесса АТ. Кроме того, RAMLAB имеет растущий список членов, которые разделяют видение компаний принципов аддитивного производства.

Вместе со своими партнерами, RAMLAB разрабатывает также и программное обеспечение, которое позволит перейти от проектирования изделия к его печати одним нажатием кнопки.



Fokker Aerospace: Сейчас все хотят надежную продукцию

Уже в начале 2017 года, RAMLAB наладили контакты с новыми партнерами. Один из них - компания "Fokker": "RAMLAB предоставляет нам возможность для создания больших компонентов, и это то, что нам нужно."

Fokker - подразделение компании "GKN Aerospace" - специализируется в проектировании, разработке и производстве легких конструкций, систем электропроводки, шасси и других услугах для аэрокосмической и оборонной промышленности. Поэтому работа с аддитивными технологиями для них не является новинкой.

"Мы верим в глобальный рост аддитивного производства", - говорит Марко Босман, главный технолог компании "Fokker". "Чтобы оставаться на переднем крае развития технологий, Fokker постоянно участвует в конференциях, объединяющих научные институты, веб-разработчиков и поставщиков, призванные служить расширению базы знаний и получению новых навыков", - говорит Марко.

"RAMLAB, в действительности небольшая ниша для нас, так как они фокусируется на технологиях для морской отрасли. Но на самом деле это очень интересно, чтобы объединиться с другими отраслями и изучить другие уголки. В конце концов, все хотят надежную продукцию. Мы надеемся, RAMLAB поможет нам достичь этой цели".

Хотя компания Fokker, как часть GKN Aerospace уже создала собственные производственные центры специализирующиеся на аддитивных технологиях, Марко Босман считает, что опыт и специалисты RAMLAB не будут лишними:

"RAMLAB дает нам возможность изготовления крупных деталей. Опираясь на этот опыт, мы можем ускорить процесс и перейти к следующему уровню. И вот чего мы все хотим: больших объемов производства и высшего качества продукции."

Таким образом, можно сказать, что отрасль 3D печати находится на подъеме. А интерес к новой технологии со стороны крупных компаний, в том числе и промышленных, служит гарантией, что этот подъем не сменится кризисом. Хотя наверняка ничего предугадать нельзя.

Но металлические запчасти при помощи 3D печати активно изготавливают уже сейчас, чему примером вот это видео:

ООО Региональная газовая компания «Палюр»

Адрес: 614081, РФ, Пермский край, г. Пермь, ул. Голева 10 а.

Тел.: +7 (342) 259-32-00

Сайт: <http://rgk-palur.ru/>

Эл. почта: rgk.palur@mail.ru