



От моделей и прототипов – к серийному производству

Что мешает и что может помочь переходу к массовому внедрению аддитивных технологий в отраслях промышленности, относящихся к машиностроению? Эти вопросы были рассмотрены на круглом столе «АТ в машиностроении: когда мы будем печатать машины целиком», который состоялся в рамках третьего Лидер-форума «Аддитивные технологии. Расширяя горизонты», организованного Ассоциацией развития аддитивных технологий.

В обсуждении повестки, актуальной для разных отраслей машиностроительного комплекса, приняли участие представители АО «РусАТ», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», ПАО «КАМАЗ», ФГУП «НАМИ», ФГУП «НПО «Техномаш» и АО «ОСК». Модерировала дискуссию Ольга Оспенникова, советник президента АО «ТВЭЛ».



Ольга Осенникова



Михаил Турундаев

Цифровизация машиностроения выводит аддитивные технологии на первые роли, а они, в свою очередь, требуют от предприятий вносить кардинальные изменения в процессы проектирования и конструирования, в технологические циклы и логистические цепочки, а также переобучать кадры или нанимать готовых специалистов в области 3D-печати.

На многих крупных предприятиях и в исследовательских институтах уже накоплен опыт использования 3D-печати, прежде всего для моделирования и прототипирования, что существенно повышает их конкурентоспособность. А вот число российских компаний и корпораций, внедривших аддитивные технологии в серийное производство пока очень мало. Для того чтобы их стало больше, отечественному машиностроению нужно преодолеть ряд препятствий и выполнить несколько условий.

Зависимость от импорта

Объем мирового рынка аддитивных технологий сегодня составляет около 12 млрд долл., и только 1% из них, то есть 4 млрд руб., приходится на Россию, такие данные на круглом столе привел **Михаил Турундаев, генеральный директор компании «Русатом – Аддитивные Технологии» (АО «РусАТ»)** и **исполнительный директор Ассоциации развития аддитивных технологий**. При этом, по его словам, 90% этих средств приходится на долю иностранных поставщиков оборудования. С одной стороны, для производителей из России это вызов, с другой – оказавшись в жестких конкурентных условиях, они изначально нацеливаются на высокое качество своих принтеров и сопутствующих им установок. Как результат, многие отечественные производители добились успехов в изготовлении принтеров для печати пластика. «Российские компании сегодня с успехом продвигают и продают их на зарубежных рынках», – констатировал Михаил Турундаев, добавив, что в России уже появилось и несколько компаний-производителей 3D-принтеров для печати металла.

Компанией «РусАТ» разработаны модели такого оборудования 3D-печати разных размеров: среднеразмерный принтер с камерой 300 мм, крупногабаритный – с камерой 600 мм, и вся необходимая техническая документация к ним. По словам Михаила Турундаева, они уже применяются на предприятиях различных отраслей для изготовления опытных

образцов изделий, для научно-исследовательских работ, для образовательных программ. Цель компании на ближайшие два года – догнать и перегнать по качеству печати лидирующих западных производителей.

Импортные промышленные 3D-принтеры использует ПАО «КАМАЗ». «Как следствие, мы „завязаны“ на оригинальные материалы для печати, отказаться от которых не можем, не потеряв гарантию», – рассказал **Антон Аношкин, специалист 1-й категории Группы экспериментальных технологий ПАО «КАМАЗ»**. По его словам опытное производство предприятия активно применяет аддитивные технологии. Благодаря тому, что макеты деталей для опытных образцов изготавливаются на 3D-принтерах, каждую такую деталь можно «примерить», посмотреть, как она будет «сидеть» в узле, и понять, подходит ли она по дизайну. Этот инновационный подход к моделированию позволяет очень быстро изменять конструкцию деталей, а при необходимости вносить коррективы за несколько итераций.

Во ФГУП «НАМИ», который является пионером в разработке перспективных изделий для российского автопрома, аддитивные технологии начали применяться еще 17 лет назад (тогда это была стереолитография). Сегодня в институте используются по большей части импортные оборудование и полимерные порошки, признал **Кирилл Казмирчук, начальник отдела перспективных технологий и развития ФГУП «НАМИ»**. По его словам, без аддитивных технологий проект «Единая модульная платформа» невозможно было бы реализовать в установленные сроки, и потому они сразу закладываются в будущие проекты.

Высокое проникновение аддитивных технологий в производственные процессы отмечается в НПО «Техномаш». В задачи этого научно-производственного объединения входит отработка внедрения технологий на всех предприятиях аэрокосмической отрасли. «Мы делаем станки и обрабатываем аддитивные технологии, – говорит **Валерий Семенов**, представлявший на круглом столе это федеральное государственное унитарное предприятие. – Сейчас приступили к отработке нового большого станка лазерного наращивания с одновременной механической обработкой. Его лазерная головка и стол позволяют выпускать детали размерами 500×400 мм и 500×800 мм». Кроме того, на этом станке сразу после лазерного наращивания можно выполнить

механическую обработку детали, а потом снова произвести лазерное наращивание.

Для отработки технологий 3D-печати, по словам В.Семенова, используется оборудование иностранного происхождения, что, впрочем, не мешает НПО «Техномаш» работать с российскими поставщиками металлических порошков, в том числе жаропрочных.

Не зависит от импортного печатного оборудования и АО «Объединенная судостроительная корпорация» (АО «ОСК»). **Александр Прохода, руководитель проекта отдела инноваций и технического развития АО «ОСК»**, объяснил это спецификой производства. По его словам, в корпорации ведется опытная эксплуатация двух 3D-принтеров для печати металлических изделий. В Москве и Северодвинске идет освоение этой техники и технологий прямой печати.

АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», активно внедряющее аддитивные технологии, не зависит от поставок из-за рубежа. «Импортные материалы использовал металлический принтер, но мы проводим приемо-сдаточные испытания по вводу в эксплуатацию установки газоавтоматизации и оптимизации, – рассказал **Сергей Павлов, заместитель директора НИИПМ АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»**, – и в скором времени будем обеспечены металлическими порошками заданной формы и качества».

В основном, аддитивные технологии используются концерном для продукции гражданского применения. Так, с помощью SLS-принтера выпускаются детали на опытном производстве, где для литья изготавливаются полимерные формы.

Не без проблем

Технологии 3D-печати в силу своей цифровой природы принципиально меняют традиционные подходы к проектированию и конструированию изделий и потому их внедрение – это вызов для специалистов в области технического дизайна. Но, как отметили многие участники дискуссии, на практике аддитивные технологии очень нравятся конструкторам. «Стоит им один раз попробовать и увидеть, что получается, они быстро входят во вкус», – констатировал Антон Аношкин. В этом его поддерживает и коллега из НАМИ. «Когда конструкторы видят скорость изготовления деталей, которую обеспечивает 3D-печать, они очень быстро привыкают ею пользоваться», – подтвердил К. Казмирчук.

Но если для КАМАЗа единственным фактором, сдерживающим внедрение аддитивных технологий, являются длинные сроки поставки импортных материалов, то конструкторы НАМИ испытывают сложности с их применением при проектировании наукоемких деталей, при генеративном дизайне, в тепловых расчетах и т. д.

Другого порядка барьеры возникают в таких исторически консервативных отраслях, как атомная промышленность, космическая промышленность, судостроение и производство вооружений.



Александр Прохода

«Мы в компании „РусАТ“ разработали дорожную карту внедрения аддитивных технологий на разных предприятиях Росатома, постоянно ее обновляем, популяризируем – работаем с технологами, конструкторами, – рассказал Михаил Турундаев. – Как профессионалы, они видят, что эти технологии дают при проектировании совершенно другую степень свободы. Но поставить изделия, выполненные с помощью 3D-печати, на производство, а потом и в реакторы очень сложная задача, поскольку речь идет о безопасности».

По его словам, сначала произведенные с помощью аддитивных технологий и обеспеченные технической документацией изделия в течение года испытываются в исследовательском реакторе, а затем, в случае успешного результата, проходят процедуры аттестации и сертификации, которые тоже занимают немало времени.

Переход к внедрению в серийное производство аддитивных технологий в космической отрасли тоже сдерживается из-за ее консервативности. Изделиям-продуктам 3D-печати там также требуются долгие проверки и испытания, констатировал Валерий Семенов. Срок активного существования в космосе нашего аппарата – 15 лет, отметил он, а это значит, что замене утвержденной и проверенной годами конструкции должны предшествовать ресурсные испытания, в ходе которых нужно будет подтвердить множество факторов. «Довольно сложно доказать, что деталь, выполненная с помощью аддитивных технологий может заменить аналогичную деталь, полученную одним из традиционных методов», – сказал Валерий Семенов.

Выход, который нашли в НПО «Техномаш», – использовать аддитивные технологии для новых изделий – ракетоносителей, космической станции, которые разрабатываются сегодня. Этому способствует цифровизация проектно-конструкторской документации. В таком виде ее сразу можно направлять конструкторам для создания модели детали, которая будет изготавливаться с помощью 3D-печати.

Судостроителей от внедрения аддитивных технологий в серийное производство удерживает отсутствие прогнозируемых свойств материалов, которые используются для изделий. «Пока аддитивное производство не может обеспечить гарантированные свойства материалов, и в этих условиях представитель заказчика не берет на себя ответственность за возможный выход изделий из строя», – констатировал Александр

Прохода, говоря о препятствиях на пути к внедрению 3D-печати в АО «ОСК», которые еще предстоит преодолеть.

Отсутствие четкого понимания, как оценивать качество изделий, изготовленных с помощью аддитивных технологий, сдерживает внедрение аддитивных технологий в серийное производство военной продукции в АО «Концерне ВКО «Алмаз-Антей». «На сегодняшний день в России нет специализированных ГОСТов, в которых определен необходимый для оценки качества таких деталей объем испытаний», – заметил Сергей Павлов.

Для того чтобы выйти из этого положения, по его словам, на предприятии запускаются в опытное 3D-производство образцы деталей из номенклатуры военной техники, а потом делаются попытки доказать представителям заказчиков, что по своим характеристикам эти детали совпадают с теми, которые изготавливаются традиционными способами.

Стандартизация и сертификация

Поскольку аддитивные технологии довольно новые и сложные, подготовка нормативной базы для их внедрения и использования на предприятиях машиностроительного комплекса – актуальная задача сегодня во всем мире. В России разработкой стандартов в сфере аддитивного производства и аддитивных технологий занимается созданный в 2015 году при Росстандарте и на базе ВИАМ Технический комитет № 182, в который входят представители нескольких десятков организаций из различных отраслей. Несмотря на то, что с тех пор разработано немало стандартов, их по-прежнему не хватает.

Всё: новизна технологии, материалов, оборудования, а также, как отмечается в аналитическом отчете «Стандартизация и сертификация Аддитивных технологий в РФ и мире. Текущий статус, 2018 г.», подготовленном исследовательской компанией J'son&Partners, отсутствие общепризнанной научной системы измерений, контроля качества и стандартов, предъявляемых к процессам и результату 3D-печати, говорит о том, что нормативная база в этой сфере до конца не сформирована.

К началу декабря 2021 года в России уже было утверждено 33 стандарта, из них 7 было разработано и утверждено при участии компании «РусАТ». Еще 5 стандартов разработаны ею, зарегистрированы и ждут утверждения, а 10 стандартов находятся в разной степени готовности. В общей сложности предприятиями Госкорпорации «Росатом» разработано 22 стандарта. Такие данные привел на круглом столе Михаил Турундаев. По его словам, подготовка даже одного такого нормативного документа – это серьезная, объемная работа, выполнение которой занимает не меньше года.

Задачи стандартизации аддитивных производств и сертификации их изделий имеют свою специфику в каждой отрасли. Так, АО «ОСК», по словам Александра Проходы, в их решении ориентируется на законодателя мод в своей области – отраслевой институт НИЦ «Курчатовский

институт» – ЦНИИ КМ «Прометей». От него АО «ОСК» ожидает стандартов аддитивных технологий и производств, а также материалов для них.

ФГУП «НАМИ» активно участвует в работе ТК № 182. «Большая часть стандартов, вынесенных на обсуждение, была нами рассмотрена, – рассказал Кирилл Казмирчук, – и мы, в целом, ими и руководствуемся. Разрабатывать стандарты специально для автомобилестроительной отрасли мы пока не планируем».

Если же стандарты, применимые к грузовым и легковым автомобилям все-таки появятся, то КАМАЗ их поддержит. «Мы понимаем, что находимся в одной лодке и невозможно в одном государстве работать по разным стандартам, действующим на отдельных предприятиях», – подчеркнул Антон Аношкин.

Чем может помочь государство?

Инициатором вовлечения государства в развитие аддитивных технологий выступила Госкорпорация «Росатом». Летом 2019 года Правительство Российской Федерации и ГК «Росатом» подписали соглашение о развитии в нашей стране «Технологий материалов и веществ», нацеленное на выход России на позиции одного из лидеров на глобальных технологических рынках в этой области. А весной 2020 года Юрий Борисов, заместитель Председателя Правительства РФ, утвердил «дорожную карту» развития аддитивных технологий.

«Аддитивное производство наукоемкое, и устранять отставание от ведущих мировых производителей, а также вести собственные разработки можно только опираясь на фундаментальные научные исследования», – отметил Михаил Туррундаев. По его словам, лидирующих позиций на мировом рынке можно достичь за счет поддержки государства – финансирования научных исследований, разработок уникальных решений в области технологий, 3D-принтеров, материалов, необходимых предприятиям различных отраслей для наверстывания отставания.

В 2021 году в дополнение к «дорожной карте» появился второй инструмент – Комплексный научно-технический план, или КНТП. Он включает в себя все научные разработки в части оборудования, материалов и прочее для создания конечного результата – внедрения в производство той или иной аддитивной технологии или российского 3D-принтера с уникальными возможностями, полученными в результате фундаментальных НИРов. Для его формирования на протяжении года компания «РусАТ» собирала проекты, научные и производственные, по всему рынку. Затем была разработана заявка, предполагающая софинансирование со стороны государства таких проектов в размере 50% от их стоимости.

По словам Михаила Туррундаева, в определении размеров поддержки формирующейся инновационной отрасли ориентироваться стоит на страны – мировые лидеры в этой области. США уже многие годы инвестируют в развитие аддитивных технологий по 10 млрд долл. в год, поскольку правительство

этой страны и поняло их важность, и правильно оценило их перспективы. В Китае несколько лет назад тоже была принята национальная программа развития этих технологий, в которую государство вкладывает порядка 8–10 млрд долл. в год. «Это очень хорошие примеры государственной поддержки бизнеса, создания новой отрасли, и мы бы очень хотели, чтобы в России нас тоже поддержали, – сказал он. – Мы ждем от государства помощи в финансовом плане, специальных мер поддержки, в том числе малого и среднего бизнеса, каких-то новых стандартов, которые позволят быстрее внедрять аддитивные технологии в серийное производство», – заявил эксперт.

У Ассоциации, исполнительным директором которой является Михаил Турундаев, уже есть поддержка со стороны Минпромторга России: ведомство участвует в работе этой организации. И это дает основания для оптимизма.

«Открытие целенаправленных опытно-конструкторских работ (ОКР), которые „привязаны“ к конкретному изделию – к проекту корабля, было бы оптимальным решением, – сказал Александр Прихода. – Для этого нужен заказ от государства, но пока от Министерства обороны РФ такого заказа в АО „ОСК“ не поступало».

По его словам, комплексные ОКР помогут создать нормативную базу для внедрения аддитивных технологий в судостроении, материалы, а также какое-то оборудование. В АО «ОСК» уже создается программа таких работ, рассчитанная на перспективу 4–5 лет. После утверждения генеральным директором будут изыскиваться источники ее финансирования.

Покупка нового 3D-принтера, констатирует Кирилл Казмирчук, или сопутствующей ему установки является самой большой статьей затрат в бюджете и первой позицией, которая из него исключается при оптимизации. «Нужно придумать какой-то новый механизм бюджетирования этого направления, чтобы не смешивать закупки классического оборудования и инновационного, требующего отдельного развития и отдельного внимания», – сказал он. В качестве такого механизма может рассматриваться дополнительное финансирование государством отдельных инвестиционных проектов, предусматривающих приобретение оборудования.

Эту позицию поддержал и Антон Аношкин. По его мнению, всем компаниям, которые хотят внедрить аддитивные технологии в процесс производства, были бы интересны субсидии на закупку оборудования или даже налоговые льготы на его использование в рамках производственного процесса.

Кроме того, нужна помощь государства в финансировании подготовки образовательных программ, ориентированных как на подготовленных специалистов, так и на тех, кто только выбирает профессию. «Если мы говорим о массовом внедрении аддитивных технологий в производство, то квалифицированных специалистов может оказаться недостаточно, – заметил он. – Нужно создавать образовательные

центры, разрабатывать программы, стараться заинтересовать студентов и школьников, давать им актуальные знания, чтобы они хотели развиваться в сфере аддитивных технологий в течение всей своей профессиональной жизни».

Кадры для новой отрасли

Технологии 3D-печати требуют принципиально нового подхода во всем, в том числе и к подготовке проектировщиков, конструкторов, технологов, разработчиков специализированного программного обеспечения. Первые представления об аддитивных технологиях и навыки их использования должны формироваться еще в школе.

По словам Михала Турундаева, ряд российских вузов уже внедрил образовательные программы, как для бакалавров, так и для магистров, по разным специальностям, связанным с этим направлением. Сейчас разрабатывается новый Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС). В него уже включены аддитивные технологии.

Но надо говорить не о вузах, убежден исполнительный директор Ассоциации. «Надо начинать со школ, создавать в них инженерные классы, есть такой проект у Минпросвещения РФ, – сказал он. – Работая на 3D-принтере, ученик узнает о новых профессиях и современном оборудовании, о том, чем занимаются конструкторы, операторы, технологи, программисты».

Понимая это, Госкорпорация «Росатом» оснастила лабораторию аддитивных технологий в сочинском образовательном центре «Сириус» FDM-принтерами, которые произвел завод «Электрохимприбор» (входит в структуру госкорпорации). «Мы не хотим на этом останавливаться, поскольку понимаем, что с маленького шага начинается очень многое», – сказал Михаил Турундаев.

Внедрение аддитивных технологий в производство неразрывно связано с его цифровизацией, с оцифровкой деталей, с построения цифровых моделей, которые впоследствии лягут в основу цифровых двойников, напомнил Валерий Семенов. Оборудование для аддитивных технологий для предприятий новое, а значит, обслуживать его должны люди новых специальностей.

При наличии системы подготовки кадров, начиная со школьной скамьи, нормативной базы в виде национальных стандартов, поддержки государства производителей оборудования и материалов для аддитивных технологий, а также их потребителей в форме финансирования ОКР или инвестпроектов 3D-печать может получить более широкое распространение в разных отраслях машиностроения.

Подводя итоги дискуссии, О. Оспенникова выразила надежду на то, что аддитивные технологии будут использоваться для производства деталей 3-го уровня, имеющих полный комплект технической документации и прошедших все необходимые квалификационные испытания.

А.Е. Крылова



КАК ОБРЕСТИ СУПЕРСПОСОБНОСТИ

Плазменная резка – высочайшее качество при любой квалификации

МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ БУДУЩЕЕ СВАРКИ И РЕЗКИ!

ООО ЭСАБ, 125009 г. Москва, ул. Воздвиженка, д. 10
Тел. +7 (495) 663 20 08. E-mail: info@esab.ru

