УДК 338.4

DOI: 10.18384/2310-6646-2020-2-38-44

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Землянская Н. Б.¹, Сазонова М. В.¹, Алексеева Н. В.²

¹Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, Российская Федерация

²МИРЭА – Российский технологический университет

119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78, Российская Федерация

Аннотация.

Цель. В основе работы – анализ перспектив развития аддитивных технологий в отечественной промышленности в условиях цифровой экономики.

Процедура и методы исследования. Авторами освещено развитие аддитивных технологий в России на базе деятельности крупных высокотехнологичных предприятий. При проведении исследования применены методы наблюдения, обобщения, интерпретации результатов и дискурсивного анализа.

Результаты проведённого исследования. Произведена оценка потенциальных объёмов рынка аддитивных технологий. Выделены основные ограничители рынка аддитивных технологий в авиационной и аэрокосмической отраслях. Определены ключевые составляющие, необходимые для развития аддитивных технологий в России.

Теоретическая и практическая значимость. Выделены технические и экономические барьеры, мешающие широкому распространению аддитивного производства, а также отмечено, что использование аддитивных технологий значительно повысит энергоэффективность не только производства, но и производимых машин.

Ключевые слова: аддитивные технологии, технологическое развитие производства, модернизация предприятий, развитие цифровых технологий, четвёртая промышленная революция

A STUDY ON THE PROSPECTS OF DIGITAL TECHNOLOGIES MARKET DEVELOPMENT IN RUSSIAN INDUSTRY

N. Zemlyanskaya¹, M. Sazonova¹, N. Alekseeva²

¹Moscow Aviation Institute (National Research University)

4, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, Russian Federation

²MIREA – Russian Technological University

78, Vernadsky prosp., Moscow, 119454, Russian Federation

Abstract.

Purpose. To analyze the prospects for the development of additive technologies in the domestic industry in the digital economy.

Methodology and Approach. The authors highlight the development of additive technologies in Russia, based on the activities of large high-tech enterprises.

Results. The potential market volumes of additive technologies are estimated. The main limitations of the market of additive technologies in the aviation and aerospace industries are highlighted. The key components necessary for the development of additive technologies in Russia are identified.

Theoretical and Practical implications. In conclusion, the authors highlight the technical and economic barriers that prevent the widespread use of additive manufacturing, and also note that the use of additive technologies will significantly increase the energy efficiency of not only production, but also of manufactured machines.

Keywords: additive technology, technological development of production, modernization of enterprises, development of digital technologies, the fourth industrial revolution.

Введение

В настоящее время в условиях современной экономики страны цифровое пространство промышленности развивается под влиянием программы «Индустрия 4.0», предложенной в 2017 г. в Екатеринбурге. Её главный принцип – объединить цифровое конструирование, технологии и производство. Переход к концепции «Индустрии 4.0» – это в первую очередь изменение бизнес-процессов компании, выстраивание новой модели управления, для которой цифровизация является не более чем инструментом реализации [5, с. 8]. Таким образом, «Индустрия 4.0» должна решить следующие задачи [7, с. 15]:

- обеспечить переход на индивидуальный продукт, при этом не увеличивая существенно затраты на выявление этих самых индивидуальных требований;
- расширить понятие продукта, не ограничиваясь только отчуждением в момент продажи, сопровождать пользователя на протяжении всего жизненного цикла продукта;
- сохранять и расширять (до пресловутого предела) технологическую специализацию у задействованных участников бизнеса, чтобы не утратить достигнутой производительности;
- обеспечить функционирование всех (в том числе и независимых) участников бизнеса в неразрывном процессе с высокими требованиями к оперативности и гибкости.

Технологии послойного наращивания и синтеза объектов

В России одним из главных драйверов внедрения аддитивных технологий является Ростех и входящая в его состав Объединённая двигателестроительная корпорация (ОДК). Компания Ростех активно начала применение инновационных аддитивных технологий, для производства перспективных отечественных газотурбинных двигателей, которые должны пройти все процедуры сертификации к концу 2030 г. [9, с. 7]. Необходимо отметить, что детали, созданные на основе использования аддитивных технологий будут в итоге составлять около 20 % всех деталей в газотурбинном двигателе. Внедрение 3D-печати даст возможность предприятиям сократить общее количество времени, необходимое для процесса производства, примерно в 2 раза, а стоимость производства серийных партий двигателей – в 3 раза. Для этого Госкорпорация создала единый Центр аддитивных технологий (ЦАТ) на базе рыбинского «ОДК-Сатурн» [6, с. 358]. В созданном центре активно применяется процесс производства двигателей методом селективного сплавления, начиная с создания трёхмерной модели и заканчивая полноценной деталью. Сотни различных опытных деталей, изготовленных селективным плавлением из кобальтового, титанового сплавов, нержавеющей стали, уже успешно прошли стендовые испытания в составе двигателей.

Лазерные технологии для печати металлом на сегодняшний день являются наиболее быстро развивающимся методом аддитивного производства [1, с. 6]. Как упоминалось выше, их можно разделить на 2 группы: селективное лазерное плавление и прямое лазерное выращивание. Селективное лазерное плавление (SLS) – технология изготовления сложных по форме и структуре изделий из металлических порошков. Сначала формируется равномерный слой порошка на подложке, а затем происходит плавление порошка при помощи мощного лазерного излучения. Данная технология 3D-печати металлом способна с успехом заменить классические производственные процессы. К примеру, уже сейчас на машиностроительном заводе «Авиадвигатель», расположенном в г. Пермь (входит в ОДК), активно используют технологию селективного лазерного спекания. Данные технологии впервые были использованы в 2012 г. с целью получения полноценных литых изделий из титановых, никелевых, кобальтохромовых порошков.

Второй вид лазерной технологии аддитивного производства настолько новый, что в настоящее время не имеет ещё достаточно устоявшегося названия, и пока специалистами высокотехнологичных предприятий называется: «прямое лазерное выращивание» [2, с. 351]. Структурная основа его заключается в том, что металлический порошок подаётся через специальное сопло непосредственно в ту же область, куда подводится лазерный луч, образуя локальную ванну жидкого расплава. Этот процесс можно образно сравнить с работой струйного принтера для бумаги. Технология предоставляет уникальную возможность подачи одновременно нескольких видов металлических порошков в зону выращивания. Следовательно, появляется возможность разрабатывать изделия, в которых присутствуют градиентные свойства, например, одна часть созданной детали имеет свойство стойкости к

образованию коррозии, а другая часть изделия не боится высоких температур.

Процесс прямого лазерного выращивания даёт возможность повысить общий показатель производительности производства. Например, корпус камеры сгорания для небольшого газотурбинного двигателя можно получить практически с нуля за 3–4 ч, а при применении традиционных технологий на это ушло бы 2–3 недели. При этом результаты конструирования видны ментально и вносить изменения в них можно сразу же. Благодаря этому в десятки раз ускоряется процесс проектирования и создания новой техники.

Ежегодные темпы роста мирового рынка аддитивных технологий составляют 15 %, и сегодня его объём превышает \$5,2 млрд (на долю России пока приходится порядка 1 % рынка). При сохранении совокупного среднегодового темпа роста (Compound Annual Growth Rate) на этом уровне к 2028 г. объём рынка увеличится до \$21,6 млрд. Ключевыми тенденциями являются: рост объёма финансирования НИОКР; консолидация рынка путём формирования консорциумов; создание специализированных организаций; удешевление производства.

Прогнозы развития аддитивных технологий

Рассмотрим основные прогнозы развития аддитивных технологий:

- применение гранул и порошковых материалов;
- применение углеродистого (графитового) волокна и металлопорошков;
- снижение погрешности при изготовлении изделий и повышение точности производства.

Авиационная промышленность выступает ключевым драйвером роста мирового рынка аддитивного производства. \$723,2 млн – объём рынка технологий аддитивного производства в

авиационной промышленности в 2015 г. К 2025 г. на её долю будет приходиться около 15 % от общего объёма рынка. Прогноз на 2021 г. – \$2,23 млрд.

Основными причинами ограничения рынка аддитивных технологий в авиационной и аэрокосмической отраслях являются следующие:

- 1) комплектующие, изготовленные с использованием аддитивных технологий, не соответствуют отраслевым стандартам;
- 2) производство отдельных комплектующих может быть освоено в долгосрочной перспективе;
- 3) небольшое количество изделий;
- 4) низкие темпы замены старых комплектующих на изделия, производимые с использованием аддитивных технологий;
- 5) свойства отдельных материалов не позволяют их использовать в авиационной промышленности.

Развитие аддитивных технологий в России связано с реализацией следующих ключевых составляющих:

— *Государственная политика, фонды поддержки и вопросы внедрения аддитивных технологий на системном уровне.* Для внедрения аддитивных технологий на системном уровне необходимо снижение рисков для компаний, готовых перестраивать производственные процессы на базе аддитивных технологий. Не менее важно также создание площадок для взаимодействия конечных заказчиков с производителями.

— *Оборудование для 3D-печати: передовые практики и отечественные технологии.* Несмотря на то, что история самой технологии 3D-печати началась несколько десятилетий назад, рынок оборудования для отрасли относительно новый. По мнению аналитиков и экспертов, объём мирового рынка 3D-принтеров в 2020 г. составит \$20 млрд, при этом домашние принтеры будут вытеснены с первого места профессиональными промышленными принтерами. В России использование

промышленных принтеров предполагает высокий уровень затрат.

— *Программное обеспечение (ПО): основные проблемы внедрения отечественного ПО.* На данном этапе развития аддитивного производства в России существует серьёзная зависимость от зарубежного ПО, которое применяется повсеместно. Наблюдается острая необходимость в разработке специализированного программного обеспечения для всех стадий аддитивных процессов, включающих проектирование конструкций, моделирование производственных процессов, управление установками 3D-печати [8, с. 35].

— *Аддитивные технологии позволяют изготавливать изделия с бионической конструкцией, которая заметно легче стандартных конструкций,* но при этом не уступает по прочностным параметрам. Здесь нужно не только знать, что должно получиться в результате, но и иметь, так сказать, на вооружении специализированные программные комплексы, т. к. стандартными методами проектирования невозможно добиться желаемого результата [3, с. 45]. В будущем бионические конструкции будут применяться повсеместно, в особенности там, где необходимо *снизить массу, без ущерба прочности.* Это особенно актуально для авиастроения.

Аддитивные технологии часто относят к технологиям XXI в. Их использование позволит значительно повысить энергоэффективность не только производства, но и производимых машин. Несмотря на многие положительные особенности 3D-печати, внедрение данной технологии в России все ещё отстаёт от желаемого и возможного уровня внедрения этой технологии. А ведь у аддитивных технологий есть ряд существенных преимуществ: значительное сокращение времени запуска новых изделий; снижение издержек при разработке новых продуктов; снижение себестоимости изделий; увеличение прибыли предприятий; оперативное

внедрение новых технологий на производстве [10, с. 103].

Заключение

В заключение данной статьи необходимо отметить, что к настоящему моменту сформировалась активная потребность в развитии отечественных инновационных технологий в сфере 3D-печати, а также необходимость создания на правительственном уровне общей системы стандартов. В России присутствуют довольно ощутимые проблемы в сфере научно-технических исследований, поэтому необходимо всячески поддерживать и развивать инновационные технологии, чтобы сокращать образовавшийся разрыв в технологических укладах [4, с. 1056]. Это важно для государства, претендующего на лидерство в инновационных технологиях, т. к. степень применения инновационных аддитивных технологий в секторе материального производства служит реальным и ощутимым показателем технологического и индустриального развития предприятий. Активному распространению аддитивного производства на отечественных высокотехно-

логических предприятиях препятствуют технико-экономические барьеры:

- сложные свойства исходных материалов (в изделиях довольно часто присутствуют свойства анизотропного характера);
- количество материалов, которые могут быть эффективным образом применены в аддитивном производстве, очень ограничено;
- скорость производства, имеет ограниченный диапазон только мелкосерийное производство;
- необходимость больших начальных вложений;
- чрезмерно завышенная стоимость необходимых материалов и последующего обслуживания;
- некоторые различия в геометрии и свойствах между «идентичными» деталями, произведёнными на разном оборудовании;
- большинство АП-установок имеет закрытый тип архитектуры, что делает невозможным процесс варьирования технологий и способов обработки.

Статья поступила в редакцию 20.03.2020.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баксанова Ю. А., Максимов П. В. Обзор методов аддитивного формирования изделий // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 9 (51). Ч. 2. С. 6–9.
2. Вабищевич П. Н. Аддитивные операторно-разностные схемы (схемы расщепления). М., 2013. 464 с.
3. Джамай Е. В., Зинченко А. С., Юдин М. В. К вопросу о комплексной информационной поддержке научно-производственной деятельности предприятия // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 1. С. 41–46.
4. Желтенков А. В., Полосков С. С. Организационно-экономический механизм управления инновационным потенциалом высокотехнологичных наукоемких предприятий // Экономика и предпринимательство. 2019. № 2 (103). С. 1051–1057.
5. Клаус Ш., Николас Д. Технологии четвертой промышленной революции. М.: Эксмо, 2018. 320 с.
6. Полосков С. С., Желтенков А. В., Сюзева О. В. Инновационная деятельность высокотехнологичных наукоемких предприятия в цифровую эпоху // Устойчивое и инновационное развитие в цифровую эпоху: материалы конференции. 2019. С. 358–366.
7. Рот А. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики. М.: Editorial URSS, 2017, 294 с.
8. Сазонов А. А., Джамай Е. В., Ладошкин М. П. Исследование теоретических аспектов

комплексной автоматизации научно-производственной деятельности на предприятиях наукоёмких отраслей // Насосы. Турбины. Системы. 2015. № 3 (16). С. 32–41.

9. Тихонов А. И., Сазонов А. А., Новиков С. В. Импортозамещение в России, как системообразующий фактор развития авиационной промышленности // Двигатель. 2018. № 3. С. 6–8.
10. Трофимов В. Б., Кулаков С. М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами. М.: Инфра-Инженерия, 2016. 232 с.

REFERENCES

1. Baksanova Yu. A., Maksimov P. V. [Review of the methods of forming additive products]. In: *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 9 (51), part 2, pp. 6–9.
2. Vabishchevich P. N. *Additivnye operatorno-raznostnye skhemy (skhemy rasshchepeniya)* [Additive Operator-Difference Schemes (Splitting Schemes)]. Moscow, 2013. 464 p.
3. Dzhamay E. V., Zinchenko A. S., Yudin M. V. [To the issue of integrated information support of scientific-production activity]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics], 2016, no. 1, pp. 41–46.
4. Zheltenkov A. V., Poloskov S. S. [Organizational-economic mechanism of management of innovative potential for high-technology knowledge-intensive enterprises]. In: *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Business], 2019, no. 2 (103), pp. 1051–1057.
5. Klaus S., Nikolas D. *Tekhnologii chetvertoi promyshlennoi revolyutsii* [Technologies of the Fourth Industrial Revolution]. Moscow, *Eksmo* Publ., 2018. 320 p.
6. Poloskov S. S., Zheltenkov A. V., Syuzeva O. V. [Innovation hi-tech enterprise in the digital age]. In: *Ustoichivoe i innovatsionnoe razvitie v tsifrovuyu epokhu : materialy konferentsyi* [Sustainable and Innovative Development in the Digital Age : a proceedings of conference]. 2019, pp. 358–366.
7. Rot A. *Vnedrenie i razvitie Industrii 4.0. Osnovy, modelirovanie i primery iz praktiki* [Introduction and Development of 4.0 Industry. Bases, Modeling and Practical Examples]. Moscow, *URSS* Publ., 2017. 294 p.
8. Sazonov A. A., Dzhamay E. V., Ladoshkin M. P. [The study of the theoretical aspects of automation of scientific and industrial activity at the enterprises of knowledge-intensive industries]. In: *Nasosy. Turbiny. Sistemy* [Pumps. Turbines. Systems], 2015, no. 3 (16), pp. 32–41.
9. Tikhonov A. I., Sazonov A. A., Novikov S. V. [Import substitution in Russia, as the backbone factor of development of the aviation industry]. In: *Dvigatel* [Engine], 2018, no. 3, pp. 6–8.
10. Trofimov V. B., Kulakov S. M. *Intellektualnye avtomatizirovannye sistemy upravleniya tekhnologicheskimi oektami* [Intelligent automated control systems of technological objects]. Moscow, *Infra-Inzheneriya* Publ., 2016. 232 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Землянская Наталия Борисовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга высокотехнологичных отраслей промышленности Московского авиационного института (национального исследовательского университета);
e-mail: natasha205@rambler.ru

Сазонова Марина Владимировна – старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга высокотехнологичных отраслей промышленности Московского авиационного института (национального исследовательского университета);
e-mail: Sazonovamati@yandex.ru

Алексеева Наталия Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента Института инновационных технологий и государственного управления МИРЭА – Российского технологического университета;
e-mail: nataly.47@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia B. Zemlyanskaya – PhD in Economic sciences, associate professor at the Department of Management and Marketing of High-Tech Industries, Moscow Aviation Institute (National Research University);
e-mail: natasha205@rambler.ru

Marina V. Sazonova – senior lecturer at the Department of Management and Marketing of High-Tech Industries, Moscow Aviation Institute (National Research University);
e-mail: Sazonovamati@yandex.ru

Natalia V. Alekseeva – PhD in Economic sciences, associate professor at the Department of Management of Institute of Innovative Technologies and Public Administration, MIREA – Russian Technological University;
e-mail: nataly.47@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Землянская Н. Б., Сазонова М. В., Алексеева Н. В. Исследование перспектив развития рынка цифровых технологий в промышленности России // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2020. № 2. С. 38–44.
DOI: 10.18384/2310-6646-2020-2-38-44

FOR CITATION

Zemlyanskaya N. B., Sazonova M. V., Alekseeva N. V. A Study on the Prospects of Digital Technologies Market Development in Russian Industry. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2020, no. 2, pp. 38–44.
DOI: 10.18384/2310-6646-2020-2-38-44