

*KURYATNIKOV Yury Yuryevich* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: yuriy-k@yandex.ru

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Mitskevich A.S., Kuryatnikov Yu.Yu. Self-compacting concrete based on man-made waste // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2023. No. 4 (20), pp. 17–23.

**УДК 69:006:004.9**

### ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ю.Н. Москвина*

*Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Москвина Ю.Н., 2023

**Аннотация.** Дан краткий обзор развития технологий 3D-печати, а также указаны основные направления технического регулирования и формирования нормативно-технического режима аддитивного строительного производства.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, строительство, национальный стандарт, стандартизация.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2023-4-23-27**

#### ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений инновационного развития строительной отрасли является внедрение аддитивных технологий (АТ).

Активно технологии 3D-печати начали развиваться в 1980-х годах, когда для производства деталей стали применяться методы, основанные на послойном выращивании изделия по модели системы автоматизированного проектирования, в том числе так называемые методы аддитивного производства (Additive Manufacturing, АП) [1].

К началу 90-х годов XX века появился термин «3D-печать». Если раньше изделие «выращивалось» из жидкого акрила, то к тому времени оно уже изготавливалось из порошка под воздействием лазера [2]. Данный период ознаменовался активным ростом индустрии 3D-печати, основанием новых компаний и изучением новых технологий АП.

В дальнейшем технологии 3D-печати развивались по двум основным направлениям. С одной стороны, это высокотехнологичные исследования, в рамках которых создавались дорогостоящие системы 3D-принтеров, предназначенные для производства сложных деталей, а с другой – это развитие повседневного функционала 3D-принтеров, которое сделало их доступными для широкого применения [3].

Первые строительные проекты с использованием 3D-печати появились в 2014 году, а к 2023 году в мире уже было «напечатано» около тысячи объектов (от отдельных зданий

до целых поселков и крупных внедрений в области инфраструктуры). В ряде стран к настоящему моменту создана или активно создается нормативная база для применения АТ в строительной отрасли [4].

В декабре 2016 года в Подмоскowie был осуществлен совместный проект американского стартапа Apis Cor и российских компаний. С помощью 3D-принтера был напечатан жилой дом площадью 38 м<sup>2</sup>. Возведение самонесущих стен, перегородок и ограждающих конструкций здания заняло 24 часа [5].

В настоящее время Россия занимает 11-е место в мире по производству оборудования и внедрению технологий 3D-печати. Согласно оценкам специалистов, общий объем мирового рынка АП в 2020 году составил около 16 млрд долларов, в 2022 году – 25,5 млрд, а к 2024 году ожидается значительный рост рынка АТ. Российский сегмент также показывает положительную динамику, но существенно отстает от мировых показателей [6].

В июле 2021 года была утверждена Стратегия развития АТ на период до 2030 года. К этому времени планируется разработать и промышленно освоить ключевые АТ, создать серийное производство оборудования и материалов, расширить научно-исследовательскую деятельность, разработать национальные стандарты в области АТ и профессиональные и образовательные программы [7].

В целях обеспечения требований Федеральных законов «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ и «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ одним из важных направлений развития АП является его стандартизация.

Центром разработки технических стандартов в области 3D-печати за рубежом является организация ASTM (American Society for Testing and Materials), технический комитет F42 которой включает около 600 экспертов из 25 стран [8].

Решением вопросов стандартизации АТ в России занимается Технический комитет 182 «Аддитивные технологии» (ТК), созданный в 2015 году при Росстандарте. В комитет входит более 60 организаций, представляющих научное сообщество, производителей оборудования и материалов. В настоящее время в России действует 51 стандарт в области АТ. В ближайшее время ТК планирует разработать и актуализировать еще более 50 стандартов [9].

Правовые основы стандартизации в Российской Федерации, вопросы разработки, утверждения, изменения, актуализации, отмены и применения документов по стандартизации регулируются Федеральным законом № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Для ускорения внедрения результатов научно-исследовательской деятельности Росстандарт определил правила разработки и утверждения предварительных национальных стандартов (ПНСТ), в которых устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и принципы в отношении объекта стандартизации на ограниченный срок в целях накопления опыта в процессе применения предварительного национального стандарта для возможной последующей разработки на его основе национального стандарта.

В ПНСТ 495-2020 «Аддитивные технологии. Применение трехмерной печати (3D-печать) в строительстве» представлен обзор существующих АТ, даны термины и определения, общие требования по применению АТ в строительстве.

Современные стандарты устанавливают требования к материалам для аддитивной печати и ее продукции, методам контроля изделия, квалификации персонала, общие

требования к оборудованию для 3D-печати, регулируют автоматизацию производственных процессов и процесс создания цифровых моделей.

В области аддитивного строительного производства действуют следующие национальные стандарты: ГОСТ Р 59095-2020 «Материалы для аддитивного строительного производства. Термины и определения», ГОСТ Р 59097-2020 «Материалы для аддитивного строительного производства. Технические требования», ГОСТ Р 59096-2020 «Материалы для аддитивного строительного производства. Методы испытаний».

В декабре 2021 года Правительство РФ утвердило план мероприятий по использованию технологий информационного моделирования в строительстве. Он включает подготовку предложений по разработке и стандартизации подходов к проектированию, расчету и информационному моделированию объектов, возводимых с использованием технологий аддитивного строительного производства, а также выявление и обоснование выбора зданий, сооружений и изделий строительного назначения, для которых наиболее целесообразно применение технологий аддитивного строительного производства.

В ноябре 2022 года Приказом Росстандарта была утверждена Программа национальной стандартизации на 2023 год (ПНС-2023). Важными направлениями разработки стандартов в этот период являются АТ в строительстве; информационные, цифровые технологии; строительные конструкции, изделия и материалы.

В 2019 году Министерство промышленности и торговли РФ сформировало каталог отечественной продукции в области АП, а в сентябре 2023 года (в рамках реализации Стратегии развития аддитивных технологий Минпромторгом России совместно с Росстандартом) была утверждена Перспективная Программа стандартизации в целях развития отрасли АТ в Российской Федерации на 2023–2030 годы.

При реализации указанной Программы будут решаться задачи улучшения технических характеристик и безопасности аддитивного оборудования, повышения качества и конкурентоспособности продукции АП; гармонизации требований документов национальной системы стандартизации с международными стандартами; разработки и совершенствования документов по стандартизации.

Программа разработана по 7 основным направлениям и содержит 57 стандартов, определяющих общие принципы применения АТ, оборудование, сырье, квалификацию персонала и получаемые изделия [10].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Введенные в действие национальные стандарты описывают базовые принципы аддитивных технологических процессов, но не являются достаточными для решения вопросов по развитию и продвижению АТ, в том числе в строительстве. Ускорение технологического развития, расширение области применения АТ, создание условий для внедрения технологий аддитивного строительного производства возможно только при наличии документов по стандартизации, разработка которых является сегодня одной из первоочередных задач. Гармонизация национальных стандартов с международными документами позволит обеспечить устойчивое развитие, конкурентоспособность отечественного АП и промышленный суверенитет.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Смулов Ю.И. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом // Инновации. 2013. № 10. С. 76–82.

2. 3D-печать: история, применение. URL: <http://rcm2.ru/razvlechenie/3d-pechat-istoriya-primenenie-perspektivu/> (дата обращения: 20.09.2023).
3. Краткая история 3D-печати. URL: <https://www.3dpulse.ru/news/interesnoe-o-3d/kratkaya-istoriya-3dpechati/> (дата обращения: 20.09.2023).
4. Фиговский О.Л. Новации в строительстве. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=10486> (дата обращения: 10.10.2023).
5. Бойко А. Строительные принтеры. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/stroitelnye-printery> (дата обращения: 12.10.2023).
6. Пояснительная записка к Перспективной программе стандартизации в целях развития отрасли аддитивных технологий в Российской Федерации на 2023–2030 годы. URL: [https://minpromtorg.gov.ru/docs/other\\_documents/?pdfModalID=16d05c52-6c74-4f42-b0ed-9fb825716d4c&fileModalID=c2165a4e-7802-42b0-b200-f579413f14b2](https://minpromtorg.gov.ru/docs/other_documents/?pdfModalID=16d05c52-6c74-4f42-b0ed-9fb825716d4c&fileModalID=c2165a4e-7802-42b0-b200-f579413f14b2) (дата обращения: 10.10.2023).
7. Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.07.2021 № 1913-с. URL: <http://government.ru/docs/all/135700/> (дата обращения: 20.04.2023).
8. Стандартизация аддитивных технологий. URL: <https://cssi.innovations-khv.ru/news/novosti-tsssi/standartizatsiia-additivnyh-tehnologii> (дата обращения: 15.07.2023).
9. Утверждены национальные стандарты в области аддитивных технологий 3D-печати // Аддитивные технологии. URL: <https://additiv-tech.ru/news/utverzhdenny-nacionalnye-standardy-v-oblasti-additivnyh-tehnologiy-3d-pechati.html> (дата обращения: 23.10.2023).
10. Утверждена Перспективная Программа стандартизации. URL: [https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/utverzhdena\\_perspektivnaya\\_programma\\_standartizatsii](https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/utverzhdena_perspektivnaya_programma_standartizatsii) (дата обращения: 23.10.2023).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

*МОСКВИНА Юлия Николаевна* – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: [julim@yandex.ru](mailto:julim@yandex.ru)

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Москвина Ю.Н. Вопросы стандартизации аддитивных технологий в строительстве // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2023. № 4 (20). С. 23–27.

---

## STANDARDIZATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

*Yu.N. Moskvin*

*Tver State Technical University (Tver)*

**Abstract.** The article gives a brief overview of the development of 3D printing technologies, the main directions of technical regulation and the formation of the regulatory and technical regime of additive construction production.

**Keywords:** additive technologies, construction, national standard, standardization.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*MOSKVINA Yulia Nikolaevna* – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: julim@yandex.ru

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Moskvina Yu.N. Standardization of additive technologies in construction // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2023. No. 4 (20), pp. 23–27.

УДК 624.131.5

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ДОРОЖНЫЕ И АЭРОДРОМНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА СЕВЕРЕ**

*В.И. Трофимов*

*Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Трофимов В.И., 2023

**Аннотация.** Затронута актуальная проблема повышения эффективности работы дорожных и аэродромных цементобетонных покрытий в Арктической зоне. Отмечено, что необходимо учитывать суровые природно-климатические условия строительства, вечномерзлое состояние грунтов и высокую стоимость работ. Рассмотрены вопросы совершенствования технологии и конструкции дорожных и аэродромных плит. Предложено для изготовления дорожных плит с повышенной эксплуатационной надежностью использовать технологию многослойных плит с применением композитных материалов и изделий на полимерной основе. Обосновано исполнение дорожной плиты сборной – двухслойной или трехслойной, где нижний и верхний слои выполняются из готовой полимерной композитной плиты. Получены положительные результаты комплексных испытаний на моделях.

**Ключевые слова:** арктические зоны, трещиностойкость, полимерная композитная плита, арматура, сборная дорожная плита.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2023-4-27-33**

Эффективное обустройство северных территорий напрямую связано с решением вопроса ускоренного строительства широкой сети дорог и аэродромов. При этом интенсивное освоение уникальных и стратегически важных для нашей страны месторождений, расположенных в удаленных районах Арктики, включая шельф, а также надежная их защита невозможны без применения новых технологических и конструктивных решений при строительстве транспортных сооружений.

Одним из сдерживающих факторов, негативно влияющих на эффективность строительства дорог (аэродромов), является преждевременное разрушение дорожного