

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В 3D ПЕЧАТИ

А.М. Дожделев, канд. техн. наук, доцент

А.Ю. Лаврентьев, канд. техн. наук, доцент

А.А. Степачёва, канд. хим. наук, доцент

Тверской государственный технический университет
(Россия, г. Тверь)

DOI: 10.24411/2500-1000-2020-11036

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос использования 3D печати в современном производстве и строительстве. Описана проблема подбора свойств материала для строительной 3D печати, а также приведен ряд примеров успешного использования торфа как модификатора для изготовления строительных смесей для 3D печати зданий и сооружений.

Ключевые слова: 3D печать, аддитивные технологии, строительство, торф, модификатор.

В настоящее время во многих областях промышленности стараются найти применения такому новому технологическому процессу, как 3D печать. Аддитивные технологии находят широкое применение в мелкосерийном и единичном производстве, в изготовлении макетов и прототипов изделия. Данная технология отличается универсальностью и гибкостью, что открывает широкий спектр возможностей для производства [1, 2].

Аддитивные технологии представляют собой процесс послойного наращивания (добавления – add) новых слоев материала на уже нанесенные слои или же основу, что в результате позволяет формировать заготовку. Аддитивные технологии подразделяют на следующие основные виды:

1. Селективное лазерное спекание (direct metal laser sintering, DMLS) – формирование объекта происходит за счет плавления порошкового материала при помощи лазера.

2. Лазерная стереолитография (laser stereolithography, SLA) – формирование объекта происходит за счет воздействия лазерного излучения (или излучения ртутных ламп) на жидкий фотополимер.

3. Селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM) – формирование изделия посредством плавления порошкового материала при помощи лазерного излучения.

4. Электронно-лучевая плавка (electron beam melting, EBM) – процесс аналогичен SLS, но плавление порошкового материала происходит при помощи электронного луча в вакуумной камере.

5. Моделирование методом наплавления (Fused deposition modeling, FDM) – формирование изделия происходит за счет послойной укладки расплавленного филамента, подаваемого в экструдер.

6. Ламинирование (laminated object manufacturing, LOM) – формирование объекта происходит за счет послойного склеивания пленок материала с одновременным вырезанием лишних частей при помощи лазера или режущего инструмента.

В настоящее время аддитивные технологии применяются и для изготовления строительных конструкций. Данная технология сравнительно молода и пока не получила широкого распространения. Применение 3D печати в строительстве позволит выполнять сложные и уникальные проекты. Также важным преимуществом является высокая скорость строительства, уменьшаются трудозатраты.

Для данной технологии актуальной задачей является разработка новых композиционных строительных материалов, отвечающих целому комплексу эксплуатационных характеристик. Необходимо учитывать как стандартные для строительного материала свойства, такие как прочность,

жесткость, морозостойкость, скорость твердения, так и свойства, необходимые для 3D печати (пластическая прочность, высокая адгезия между слоями и пр.).

Основной трудностью при печати строительных конструкций является необходимость соблюдения двух противоречащих друг-другу условий: необходимость соблюдать относительно небольшой временной промежуток между укладкой последующих слоев на предыдущие для обеспечения качественной адгезии, а также необходимость обеспечения требуемой начальной прочности предшествующих слоев перед укладкой последующих для избегания деформации, что требует времени. Данная проблема решается при помощи соответствующего программного обеспечения (ПО), но так как технология относительно нова, то и ПО довольно дорогостоящее. Также для обеспечения высокого уровня деформационных свойств используется фиброармирование. Немаловажным также является необходимость введения в строительный материал наполнителей, влияющих на теплопроводность.

Помимо физических и химических свойств потребителя все чаще интересует экологичность и биоразлагаемость материала. Также при производстве материалов для 3D печати зачастую используются импортное сырье и добавки, что в условиях современной геополитической и экономической ситуации существенно влияет на стоимость данного расходного материала. Именно поэтому перед производителями стоит задача использовать отечественное сырье. Одним из таких примеров импортозамещения является использование торфа при изготовлении строительной смеси для 3D печати строительных конструкций [3].

Исследования [4] показывают, что использование торфяной модифицирующей добавки МТ-600 приводит к увеличению прочности цементного камня (на 34-35%), при этом увеличивается прочность (на 49%) на ранних сроках твердения 93 сут).

Библиографический список

1. Григорьев С.Н. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом / С.Н. Григорьев, И.Ю. Смуров // *Инновации*. – 2013. – Т. 10, № 180. – С. 76-82.

Также модифицирующая добавка позволяет замедлить развитие микротрещин за счет микроармирования и перераспределения напряжений в цементном камне. Также важным свойством торфяных добавок для аддитивных строительных технологий является их водоудерживающая способность и подвижность. Данные факты показывают эффективность использования модифицирующих добавок на основе торфа в строительном материале для 3D печати.

Другая группа ученых разработала технологию изготовления материала для строительной 3D печати на основе сланцевой золы и торфа [5]. Сланцевая зола, отход предприятий и электростанций, характеризуется довольно высоким водородным показателем (рН), достигающим 13, который возможно нейтрализовать при помощи торфа. В такой смеси оксид калия и щелочные материалы вступают в химическую реакцию с гумусовой кислотой и образуют твердый материал. Данная смесь, дополнительно модифицируемая кварцевым песком, отличается легкостью, высокой прочностью, шумо- и термоизоляционными свойствами. Данный материал негорючий и дешевый, кроме того его применение позволяет решить проблему утилизации сланцевой золы.

Кроме того использование торфа для изготовления строительных смесей позволит наладить их производство в ряде регионов России, таких как Тверская, Тюменская, Томская области и т.п., что безусловно приведет к экономическому росту и снижению безработицы в данных регионах.

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности использования торфяных модифицирующих добавок при изготовлении материала для строительной 3D печати. Применение торфа позволит использовать доступное отечественное сырье без потери качества готового изделия.

2. Мартынов Р.С. 3D моделирование и 3D печать. Методы, технологии, инновации // Сборник научных статей V международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 54-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2015. – С. 190-193.

3. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – № 5. – С. 7-17.

4. Демьяненко О.В. Влияние добавки термомодифицированного торфа на технологические свойства строительных смесей для 3d-печати / О.В. Демьяненко, Н.О. Копаница, Е.А. Сорокина // Вестник томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – №4. – С. 122-134.

5. Эстонские ученые разработали торфяной материал для строительной 3D-печати. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/estonian-scientists-have-developed-a-peat-material-for-building-3d-pri/>

USE OF PEAT IN 3D PRINTING

A.M. Dozhdelev, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
A.Yu. Lavrentiev, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
A.A. Stepacheva, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*
Tver State Technical University
(Russia, Tver)

Abstract. *The article discusses the use of 3D printing in modern production and construction. The problem of selecting material properties for construction 3D printing is described, and a number of examples of the successful use of peat as a modifier for the manufacture of building mixtures for 3D printing of buildings and structures are given.*

Keywords: *3D printing, additive technologies, construction, peat, modifier.*