

УДК 656.6

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ПЕЧАТИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Мотузок Николай Евгеньевич¹, студент

e-mail: nmotuzuk2004@gmail.com

Власов Владимир Николаевич¹, старший преподаватель

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Использование 3D печати в изготовлении гидротехнических конструкций, выбор материала и строительного 3D принтера, разработка метода соединения конструкций подпорной стенки.

Ключевые слова: 3D печать, 3D принтер, аддитивные технологии, гидротехнические конструкции, подпорная стенка.

THE USE OF 3D PRINTING IN THE MANUFACTURE OF HYDRAULIC STRUCTURES

Nikolay E. Motuzyuk¹, Student

e-mail: nmotuzuk2004@gmail.com

Vladimir N. Vlasov¹, Senior lecturer

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The use of 3D printing in the manufacture of hydraulic structures, the choice of a material and a construction 3D printer, the development of a method for connecting retaining wall structures.

Keywords: 3D printing, 3D printer, additive technologies, hydraulic engineering structures, retaining wall.

Целью нашего исследования является метод борьбы с эрозией, установка подпорных стенок. Поиск новых технологических решений изготовления конструкций берегоукрепления с возможностью применения 3D печати.

Высокие темпы строительства, безопасубочность, снижение возможности проектных отклонений, благодаря точности 3D принтера, широкое применение криволинейных структур, позволяющее не только снизить напряжения, но и повысить уровень стилистического качества, все это рождает спрос на аддитивные технологии.

Аддитивные технологии (additive manufacturing) — метод создания трёхмерных объектов, деталей или вещей путём послойного добавления материала [1].

Для реализации цели стоило начать с поиска строительного 3D принтера для изготовления гидротехнических конструкций. Был выбран строительный 3D принтер от компании «Lerto» (рисунок 1), Данный 3D принтер подходит под изготовление элементов с помощью бетонных смесей.



Рисунок 1 – 3D принтер компании «Lerto»

Основные параметры данного устройства:

Зона печати 4.8х3м | высота может быть любая и зависит от потолка вашего цеха.

Производительность, 1-2 кг в минуту [5].

Принтеры, которые занимают небольшую площадь не позволяют изготавливать цельное сооружение больших габаритов, поэтому было решено собирать сооружение из множества элементов.

Следовательно, возникла проблема сборки данного сооружения. Соединяться они будут по принципу конструктора, каждый элемент позволяет соединить его с другим и образовать единую конструкцию. Конструктор считается довольно прочным и было решено применить данную технологию к изготовлению элементов гидротехнического сооружения.

Элемент может быть как криволинейный (Рисунок 3) так и прямолинейный (Рисунок 2), все параметры будут вычисляться исходя из формы береговой линии. Криволинейный элемент показывает, что мы можем подстраивать наши размеры под любые условия окружающей среды, в частности искривление береговой линии.

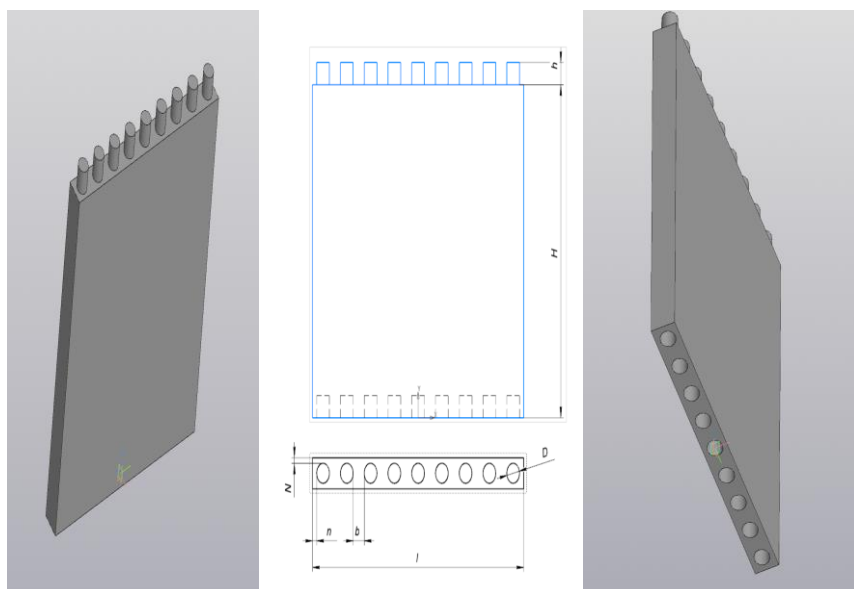


Рисунок 2 – Прямая подпорная стенка

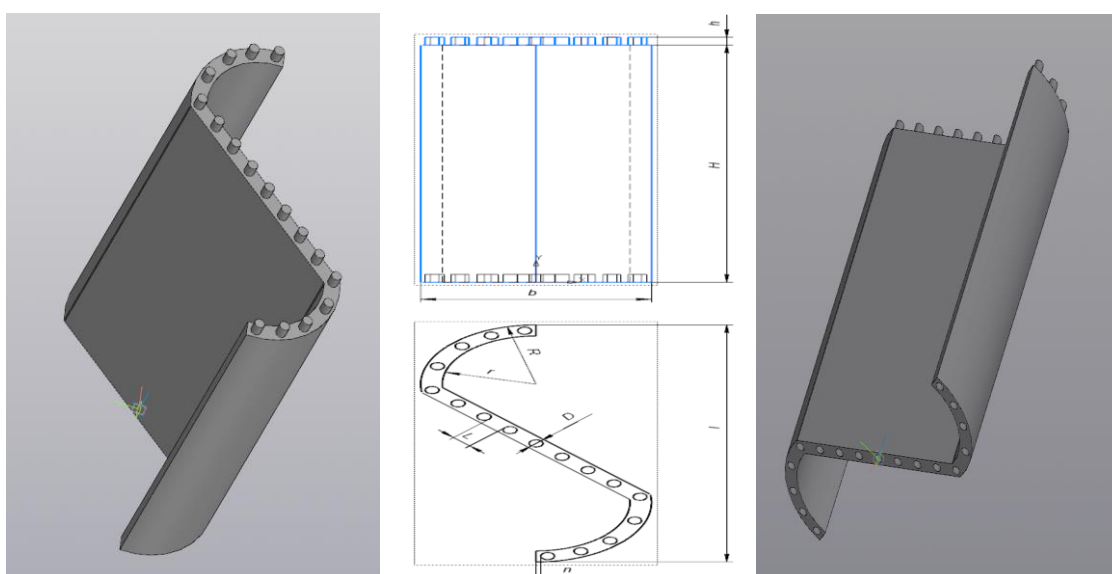


Рисунок 3 – Криволинейная подпорная стенка

Использовать 3D печать предлагается и в других конструкциях, например: Оголовок колодца с готовыми отверстиями под ворот (Рисунок 5), а также резервуары и бассейны любой формы (Рисунок 4).

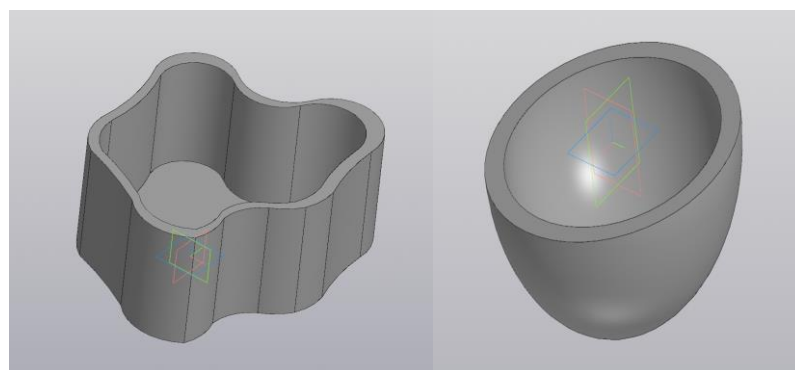


Рисунок 4 – Резервуары

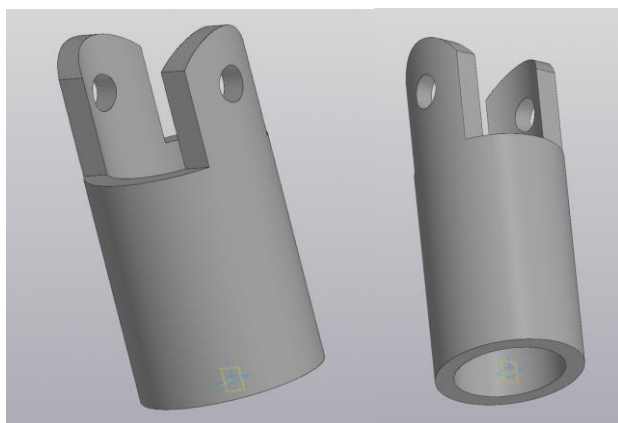


Рисунок 5 – Оголовек колодца

Для реализации данного проекта был проведён поиск строительной бетонной смеси для 3D печати:

Критерии для поиска строительной бетонной смеси для 3D печати:

Влагоустойчивость, марка бетона W10–W20 (высокий уровень водонепроницаемости) применяется для постройки водохранилищ, сооружений гидротехнического назначения, бункеров.

Возможность использования смеси в устройстве для 3D печати.

Морозостойкость, марка по морозостойкости не менее F100 [4].

Прочность, B15 — 15 МПа, применяется для монтажа ленточного, плитного, свайно-ростеркового фундамента, рассчитанного на высокие нагрузки, монтажа подпорных стенок, отмостки, лестниц, дорожных плит, укладки дорожек и т. д. [4].

Под все эти критерии подошёл высокопрочный бетон для 3D печати “Шовчик 3-D”. Высокопрочный бетон для 3D печати. Нерастекающийся, перекачиваемый раствор на цементной основе.

Предназначен для 3D печати в строительной индустрии.

Толщина раствора от 5 до 200 мм.

Перекачивается с помощью насоса, быстро твердеет и набирает прочность.

Шовчик 3-D готовая к применению сухая смесь на основе цементного вяжущего, полимерной фибры и фракционированного песка с максимальной крупностью 2,5 мм. При смешивании сухой смеси с водой образуется тиксотропная, не расслаивающаяся растворная смесь, с высокой адгезией к основанию.

Затвердевший раствор представляет собой прочный, безусадочный, стойкий к агрессивным воздействиям материал, с повышенными показателями по морозостойкости и водонепроницаемости [3].

Температура применения: Растворная смесь Шовчик 3-D применяется при температуре окружающей среды от +5°C до +35°C. Бетон с маркировкой F100 проявляет среднюю устойчивость к перепадам температур и расположен к множественным циклам замораживания и оттаивания [3].



Рисунок 6 – Высокопрочный бетон для 3D печати “Шовчик 3-D”

Расход: Расход на 1 м³, необходимо 1800 кг сухой смеси Шовчик 3-D.

Область применения: применяют в гражданском и промышленном строительстве. Монтаж зданий сборных железобетонных конструкций. Монтаж зданий и сооружений химической, металлургической, машиностроительной отрасли, а также энергетических комплексов, гидротехнических сооружений, мостовых и туннельных конструкций, высотных сооружений, объектов метрополитена и т.п. [3].

Таблица 1. Технические характеристики высокопрочного бетона Шовчик 3-D

Наименование показателя	Шовчик 3-D
	Показатель
Максимальная крупность заполнителя, мм	2,5
Насыпная плотность, кг/м ³	1550±50
Водотвердое отношение	0,14-0,16
Подвижность по погружению конуса (марка)	Пк1-Пк2
Сохраняемость подвижности, не менее, мин.	40
Прочность на сжатие через 24 часа, МПа, не менее	17
Прочность на сжатие через 28 суток, МПа, не менее	30
Прочность сцепления с бетоном, МПа, не менее	1
Марка по морозостойкости, не менее	F ₁ 100

Вывод

С помощью использования 3D печати можно изготавливать как цельные конструкции, так и сборочные элементы, из которых будет создаваться сооружения. Также преимуществом использования 3D печати является меньшие затраты на оплату труда и скорость изготовления.

Список литературы:

- 1) Бондарев Б.А., Баязов В.А., Корнеев О.О., Востриков И.А., Мещеряков А.А., Корнеева А.О. Подбор составов смесей для 3D печати // Вестник Евразийской науки, 2021 №3, <https://esj.today/PDF/29SAVN321.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/29SAVN321 (Дата обращения: 10.03.2025)
- 2) ARD Mix. Шовчик 3D: высокопрочный бетон для 3D-печати [Электронный ресурс]. URL: https://ard-mix.ru/shop/goods/shovchik_3_D_vyisokoprochnyyiy_beton_dlya_3D_pechati-

[205](#) (дата обращения: 12.03.2025).

3) ГОСТ 31356-2007. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний. — Москва : Стандартинформ, 2008.

4) ГОСТ 26633-2012. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. — Введ. 01.01.2014. — Москва : Стандартинформ, 2013. — 43 с. (дата обращения 22.03.2025).

5) Lerto. 3D-принтер [Электронный ресурс]. URL: <https://lerto.ru/3dprinter> (дата обращения: 01.04.2025).

