

Е.П. Пичуев¹ К.А. Кирпичников¹

¹ Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

3D-ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье описывается применение 3D-печати в строительстве, рассмотрена технология печати, а также непосредственное внедрение данной технологии на базе кафедры «Строительство железных дорог» Забайкальского института железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-принтер, экструзия, макет.

Е. P. Pichuev,¹ К.А. Kirpichnikov¹

¹ Zabaikal Institute of Railway Transport, Chita, the Russian Federation

3D-PRINTING IN CONSTRUCTION

Abstract. The article describes the use of 3D printing in construction, considers the printing technology, as well as the direct implementation of this technology on the basis of the Department "Construction of Railways" of the Zabaikal Institute of Railway Transport.

Keywords: 3D-printing, 3D-printer, extrusion, layout.

Введение

В сфере строительства 3D-принтеры применяются в процессе возведения малых архитектурных форм, а также различных элементов сооружений для последующей их сборки на месте, либо позволяют печатать здание или сооружение целиком на строительной площадке. При этом стоит учитывать, что высота и размеры возводимой конструкции зависят от технических характеристик используемого принтера.

Основные виды и принципы работы 3D-принтеров, применяемых в строительстве.

Производители не придерживаются единой концепции в процессе сборки устройства для печати строительных элементов: оно может быть мобильным или стационарным, напоминать кран на гусеничном ходу, систему балок и шарниров. Важно лишь то, на какую высоту, и по какой траектории устройство способно укладывать строительный материал. Толщина нанесения печатной смеси, конфигурация здания, создание стен, автоматическое смешивание ингредиентов и подача в экструдер – все детали печати вносятся с помощью специального персонального оборудования (рис. 1, рис. 2).



Рис. 1. Портальный 3D-принтер



Рис. 2. 3D-принтер кранового типа

Для возведения прочных, износостойчивых несущих конструкций используются бетонные смеси с добавками. Наиболее востребованы: чистый бетон, пескобетон, водостойкий гипс (облицовочные работы), смесь со стеклянным волокном (печать объемных элементов),

смесь с геополимерами из промышленных отходов (для хрупких конструкций), смесь с фиброволокном (создание частей продолговатой формы), противоморозная смесь (работа при отрицательных температурах), смесь с пластификатором (создание ровной поверхности), с добавлением диатомитовых шариков (для шероховатости), модифицированный гипс (декоративная печать).

Принцип работы строительных 3D-принтеров заключается в экструзии – или выдавливании – специальной смеси, слой за слоем, по заданной трехмерной компьютерной модели.



Рис. 3. Экструзия (выдавливание) специальной смеси

Заранее подготовленная смесь, состоящая из цемента, наполнителя, пластификатора и других добавок, загружается в бункер устройства и оттуда подается к головке принтера. Первоначально смесь наносится на поверхность строительной площадки, затем – каждый последующий слой наносится поверх предыдущего, благодаря чему образуется вертикальная конструкция (рис. 4).



Рис. 4. Процесс послойной печати

Бетонные слои, находящиеся снизу, таким образом, уплотняются, тем самым растёт их способность выдерживать следующие слои, а значит, и вес конструкции. Для упрочнения конструкции производится ее армирование, которое может быть, как вертикальным, так и горизонтальным. Укладка горизонтально расположенной арматуры производится между слоями, вертикальную арматуру устанавливают по окончании затвердевания состава, а затем заливают бетоном (рис. 5).

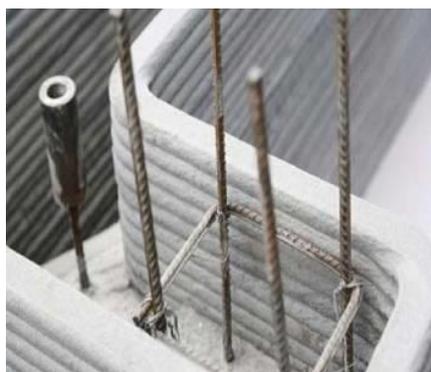


Рис. 5. Процесс армирования

Основные преимущества 3D-печати перед другими методами строительства заключаются в: возможности создания зданий и сооружений различной формы, высокой скорости их возведения, полной автоматизации процесса, низком энергопотреблении оборудования, экономии затрат на оплату труда персонала, электроэнергию, а также в исключении образования отходов строительных материалов.

На кафедре «Строительство железных дорог» Забайкальского института железнодорожного транспорта существует возможность создания макетов конструкций различной конфигурации (рис. 6).



Рис. 6. 3D-принтер Picaso Designer X Pro

В настоящее время подготовлены 3D модели различных элементов и конструкций железнодорожной инфраструктуры [1] (рис. 7).

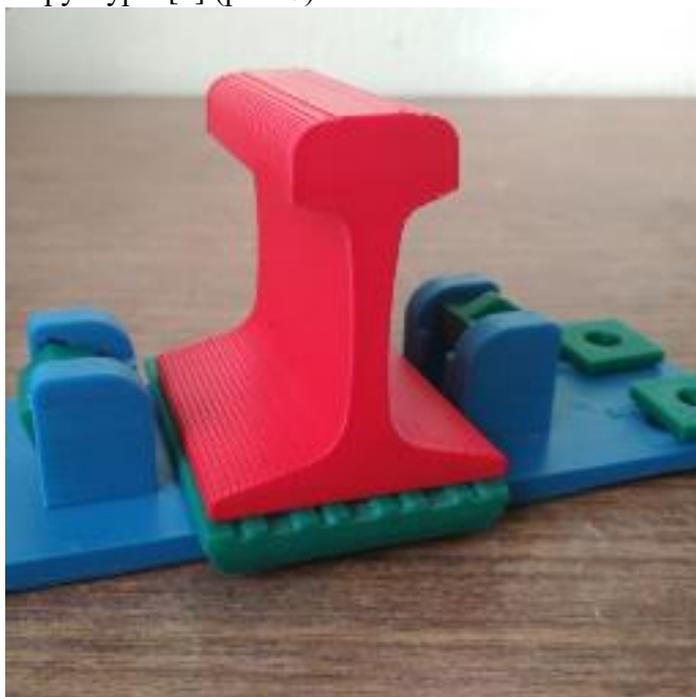


Рис. 7. Распечатанная модель скрепления АНК, разработанного на кафедре «СЖД»

Для удобства дальнейшего изучения и применения элементы и конструкции в настоящее время готовятся из пластика и в масштабе.

При сотрудничестве с кафедрой «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей» ИрГУПС получены трехмерные модели элементов и узлов мостов и тоннелей. Данные модели подготовили студенты специальности «Мосты и тоннели» (рис. 8).

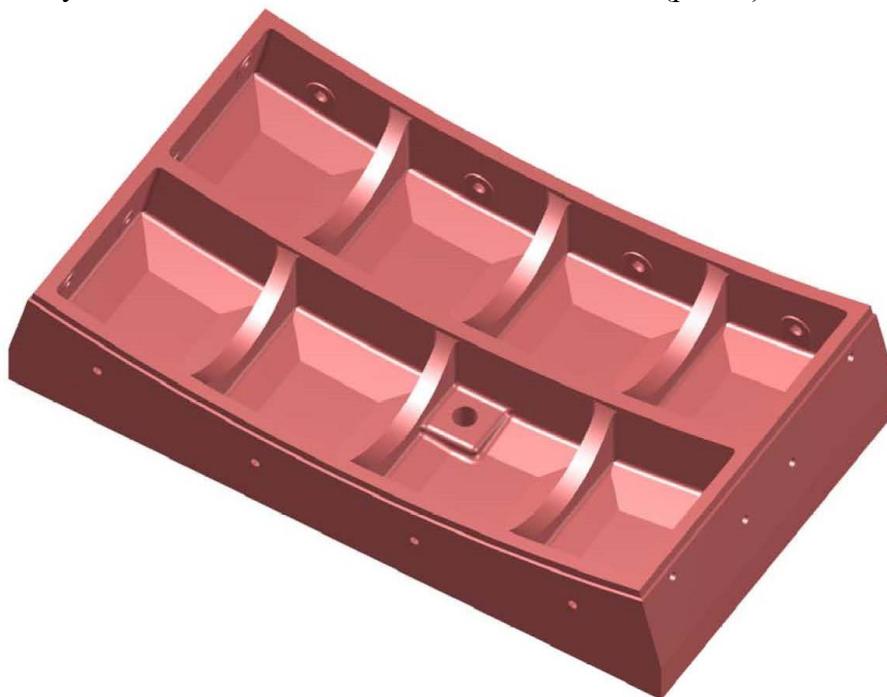


Рис. 8. Трёхмерная модель обделки тоннеля, разработанная студентами ИрГУПС

Полученные модели будут использованы при формировании лабораторной базы кафедры «СЖД» ЗаБИЖТ, изготовления макетов и натуральных пособий.

Заключение

Прогресс в сфере строительной 3D-печати не стоит на месте, постоянно внедряются новые методики, создаются различные материалы, разрабатывается высокотехнологичное оборудование. Таким образом, строительная 3D-печать – одно из самых перспективных направлений в области возведения всевозможных сооружений, которое в будущем приведет к полной автоматизации процесса строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Непомнящих Е.В., Ключков Я.В., Афанасенко С.Н., Кирпичников К.А., Евсева Ю.В. Концепция промежуточного рельсового скрепления с возможностью регулировки ширины колеи // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2016. Т. 1. С. 486-489.

REFERENCES

1. Nepomnyashchikh E. V., Klochkov Ya. V., Afanasenko S. N., Kirpichnikov K. A., Evseeva Yu. V. *Kontseptsiya promezhutochnogo rel'sovogo skrepleniya s vozmozhnost'yu regulirovki shiriny kolei* [Concept of intermediate rail fastening with the ability to adjust the track width]. *Transportnaya infrastruktura sibirskogo regiona*. [Transport infrastructure of the Siberian region]. 2016. Vol. 1. pp. 486-489.

Информация об авторах

Пичуев Егор Павлович – студент 4-го курса специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: egorpichuev@yandex.ru.

Кирпичников Константин Александрович – к.т.н., заведующий кафедрой «Строительство железных дорог», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: kir_kost@mail.ru.

Authors

Egor Pavlovich Pichuev– 4th year student of the specialty "Construction of Railways, Bridges and Transport Tunnels", Zabaikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: egorpichuev@yandex.ru.

Konstantin Aleksandrovich Kirpichnikov– ph.d., head of the Department "Construction of Railways", Zabaikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: kir_kost@mail.ru.

Для цитирования

Пичуев Е.П. 3D-печать в строительстве [Электронный ресурс] // Е.П. Пичуев, К.А. Кирпичников // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №3. – Режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/28-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 20.05.2020).

For citation

Pichuev E.P., Kirpichnikov K.A. *3D pechat' v stroitel'stve* [3D-printing in construction] *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020. – no. 3. [Accessed 20/05/20].