

позволят снизить удельные энергозатраты и улучшить экономические характеристики промышленного пневмотранспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малыбаев, С.К. Специальные виды промышленного транспорта / С.К Малыбаев, А.Н. Данияров. – Караганда, 2011. – 211 с.
2. Островский, Г.М. Пневматический транспорт сыпучих материалов в химической промышленности / Г.М. Островский – Л: Химия, 1984. – 104с.
3. Будишевский, В.А. Теоретические основы и расчеты транспорта энергоемких производств / В.А Будишевский, А.А Сулим – Донецк, 1999. – 217 с.
4. Роговой, А.С. Энергетическая эффективность пневмотранспортных установок / А.С. Роговой – Харьков, 2016. – 8 с.
5. Мусияченко, Е.В. Расчет и проектирование машин непрерывного транспорта / Е.В. Мусияченко. – Красноярск, 2009 – 234 с.

УДК 621.3

Студ. Д. Н. Бушев, А.А. Ледницкая
Науч. рук. ст. преп. Л. Ю. Пшебельская
(кафедра организации производства и экономики недвижимости, БГТУ)

ТРЕХМЕРНАЯ ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Технологии 3D-печати завоевывают мир и это настоящая научно-техническая революция. Специалисты уверенно говорят о грядущих значительных изменениях в жизни человеческого общества.

Управление военно-морских исследований США и Национальный научный фонд Countour Crafting разрабатывают технологию строительства бетонных зданий с помощью трехмерной печати [1]. Один из авторов новой технологии, профессор Берок Хошневис (BehrokhKhoshnevis) (Южная Калифорния), утверждает, что строительный принтер может построить здание площадью 230 кв. м всего за один день. При этом принтер может печатать здания в несколько этажей с самой сложной планировкой, какую можно представить.

Строительный принтер, как и обычный настольный 3D-принтер, также изготавливает объемные объекты, укладывая сырье слой за слоем. Однако, вместо пластмассы он использует быстро твердеющий бетон, из которого возводится фундамент, стены и крыша здания. Форма постройки может быть любой, причем алгоритм может

самостоятельно рассчитывать прочность здания, возводя постройки, способные выдержать давление до 10 000 *psi*. Для сравнения: обычные постройки выдерживают давление примерно 7000 *psi*, а сооружения, выдерживающие 14 500 *psi* и выше, считаются сверхпрочными.

Обычный жилой дом двое операторов строительного 3D-принтера могут возвести за сутки. Преимуществом трехмерной печати является и то, что 3D-принтер может работать круглые сутки.

Принтеры печатают составами на основе цемента. Можно применять смеси с минеральными добавками и фиброволокном. В инструкции по эксплуатации есть технологические регламенты на смеси.

Одним из достоинств порталных принтеров то, что для печати можно использовать различные строительные смеси, специальные и самые дешевые. Для печати неотчетственных конструкций, например малых форм для ландшафта, подойдет пескобетон М300. Для домов надо в смесь добавить пластификатор. При печати длинных стен в бетон вводят стеклянную и полиэфирную фибру. Металлическая крупна и жестковата – для печати совсем не годится. Фиброволокно армирует бетон изнутри, не позволяет появляться трещинам, значительно увеличивает прочность.

Примеры моделей принтеров, их технические характеристики приведены в таблице 1 [2].

Для оценки экономического эффекта компанией Aris Cor был построен одноэтажный дом площадью 38 м². Затраты на строительство составили 20264 руб., что определило 550 руб./м². Цена квадратного метра в 2016 году в однокомнатной квартире – 2548 руб.

Таблица 1 – Технические характеристики

Модель принтера	S-1160	S-6045M	S-6044 LONG
Страна-производитель	Россия	Россия	Россия
Тип	Портальный строительный 3D-принтер большого формата	Малоформатный порталный строительный 3D-принтер	Портальный строительный 3D-принтер среднего формата (с увеличенным рабочим полем)

Продолжение таблицы 1

Назначение	Печать элементов зданий, зданий и сооружений на фундаментах до 140 м ²	Печать элементов зданий, малых форм до 12,6 м ²	Печать элементов зданий, малых форм до 36 м ²
Рабочая скорость, м/мин	12 / 0,6	12	9
Рабочая зона, м	11500x11600x2700	3500x3600x1000	3500x8000x1500
Скорость позиционирования, м/мин	12	12	12
Точность позиционирования, мм	2	2	2
Потребляемая мощность, кВт	7,5	1,6	1,6
Размер печатаемого слоя, мм (высота, ширина)	От 5 до 10 x от 20 до 50	От 5 до 10 / от 20 до 50	10 x 30
Расход бетона, м ³ на 1 м ² стены при 4-х слойной печати	0,12	0,12	0,12
Цена, без НДС, руб.	80000	56000	43000

Перспективы у данной технологии очень большие. По прогнозам экспертов в будущем, при удешевлении самих принтеров, они получат широкое распространение. Это даст возможность их использовать как в повседневной жизни, так и на производстве, что удешевит изготовление многих деталей, а как следствие и стоимость конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Попсулин, С. Впервые 3D-печать используют для строительства здания / С. Попсулин [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http://www.cnews.ru/news/top/vpervye_3dpechat_ispolzuyut_dlya_stroitelstva. – Дата доступа: 15.05.2017.

2 Каталог строительных 3D принтеров [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://specavia.pro/catalog/> – Дата доступа: 15.05.2017.