

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИНТЕРНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ, КОНСТРУКЦИЙ И СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ СПОСОБОМ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО 3D-БЕТОНИРОВАНИЯ**

*Трепачко Виктор Михайлович<sup>1</sup>, Авсиевич Андрей Михайлович<sup>1</sup>, Гурский Николай Николаевич<sup>1</sup>, Артющик Василий Сергеевич<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>РИУП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

*ausi@bntu.by*

Технологии быстрого прототипирования нашли широкое применение во многих отраслях промышленности и вызывают интерес в строительной отрасли, что связано с недостаточной автоматизацией как производства строительных материалов, так и технологических процессов непосредственно на строительной площадке. Актуальность подобных технологий возрастает в связи с общеизвестными проблемами в мировой строительной отрасли: невысокая производительность труда и квалификация рабочих, сложность осуществления контроля качества работ на строительной площадке, высокая материало- и энергоемкость процессов. Возможность автоматизации процесса возведения зданий и сооружений в кратчайшие сроки позволит сократить технологическое отставание строительной индустрии и повысить ее эффективность.

Решением задач по организации автоматизации строительного процесса посредством 3D-печати занимаются в различных научно-исследовательских организациях и на производственных предприятиях США, Китая, Великобритании, Голландии, России и других стран. В Республике Беларусь такие работы проводятся в БНТУ.

Несмотря на наличие определенных достижений, универсальных решений, позволяющих осуществить широкое промышленное применение, так и не предложено. При этом разрабатываемые 3D-принтеры и строительные смеси для них имеют ограниченное применение в связи с различными климатическими особенностями их применения и требует доработки и адаптации как элементов строительных 3D-принтеров, так и строительных смесей под соответствующие регионы.

В настоящее время в практике 3D-печати, применяемой в строительной отрасли, используются преимущественно 3D-принтеры порталного типа. Такой тип принтеров имеет значительные массовые параметры и предполагает, что строительные изделия, а в целом, и строительные объекты печатаются внутри портала. В этом случае рабочее пространство для печати ограничено размерами портала. Чтобы продолжить аддитивное наращивание строительного объекта вне этого пространства, необходимо переместить тяжелую конструкцию принтера в нужном направлении. В качестве програм-

мно-аппаратной базы для управления работой таких принтеров, как правило, используется платформа Arduino, применяемая преимущественно для быстрой разработки электронных устройств бытового назначения и проведения исследовательских работ.

Существенным при возведении строительных объектов как сложных, так и простых, является уменьшение веса 3D-принтера, увеличение надежности работы его программно-аппаратной составляющей и достижение требуемого качества аддитивного экструдирования рабочей смеси. Для снижения веса принтера, а, следовательно, и более мобильного его использования, как на строящемся объекте, так и для транспортировки на новый объект, необходимо использовать другие конструктивные схемы принтера. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования по разработке для строительной отрасли новых и адаптации существующих конструкций 3D-принтеров. Одним из реализуемых на практике способов повышения надежности и качества выполняемых работ 3D-принтера, является использование в качестве управляющего устройства промышленных микроконтроллеров, имеющих широкий набор функций, функциональных блоков и интерфейсов для программирования электрических приводов, обеспечивающих необходимое позиционирование рабочего органа (экструдера) с заданными скоростными параметрами.

В БНТУ ведутся исследования и разработки конструкции 3D-принтера, построенного по схеме многозвенного манипулятора, поскольку она имеет сравнительно невысокие массовые параметры, большую рабочую зону. Такой принтер значительно проще может быть приведен в транспортное состояние.

Ожидается, что предлагаемая конструкция малого строительного 3D-принтера позволит:

- снизить стоимость строительных изделий и, в целом, объектов;
- повысить их качество и надежность;
- обеспечить постепенный переход к технологии аддитивного изготовления сборных изделий и монолитного строительства с целью снижения трудовых и экономических затрат и повышения темпа ведения строительных работ.

Результаты исследований актуальны для промышленного и жилищного строительства, а также позволят расширить знания в области технологий аддитивного производства.