

УДК 691-419.8

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ АРМАТУРНОГО ИЗДЕЛИЯ**С.А. ТЕРЕХОВ, В.А. ХВАТЫНЕЦ**
(Представлено: канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ)

Рассматриваются вопросы технологии изготовления изделий стеклопластиковой арматуры периодического профиля с использованием существующих технологий и с использованием 3D-принтера. Дается описание подхода по оценке эффективности использования 3D-принтера при производстве стеклопластиковой арматуры периодического профиля и печати изделий на ее основе, по отношению к уже существующим технологиям.

Применение 3D-принтеров в современном строительстве дает преимущества, такие как сокращение трудоемкости, ранний ввод объекта в эксплуатацию. Главные из них являются высокая скорость строительства автомобильных и аэродромных дорог и полная роботизация процесса армирования покрытия [1]. Это позволяет в более короткие сроки, а, следовательно, и более эффективно возводить, реконструировать и ремонтировать существующие автомобильные дороги.

Благодаря своим высоким механическим характеристикам волокнистые композиты находят широкое применение в технике в качестве конструкционного материала [2, 3]. Существенным преимуществом создания стеклопластиковой арматуры периодического профиля с использованием 3D-принтера является то, что технологический процесс получения конечного продукта совмещен по времени и включает в свой состав несколько одновременно протекающих процессов с изготовлением изделия из стеклопластиковой арматуры на основе волокнистых композитов [4, 5]. Основу волокнистых полимерных композиционных материалов составляют армирующие волокнистые наполнители, объединенные в монолитный композиционный материал полимерной матрицей. Элементы конструкций из композиционных материалов состоят обычно из однонаправленных армирующих слоев стеклонитей, уложенных в определенной последовательности, поэтому в основе методов расчета и проектирования таких конструкций лежат механические характеристики однонаправленного армированного слоя, которые требуется определить экспериментально или расчетным путем. Механическое поведение таких композитов значительно зависит от времени, что обусловлено ярко выраженными вязкоупругими свойствами полимерных связующих и некоторых типов волокон [6, 7].

Анализ выше изложенной информации позволил предложить 3D-принтер, принцип работы которого основан на технологии 3D-печати волокнистым композитом. Данный принтер предназначен для производства стеклопластиковой арматуры периодического профиля. Новизна заключается в использовании механизма, работающего по принципу машины челночного типа, что позволит создавать арматуру с различной высотой рифа и шагом завивки. Заявляемая модель 3D-принтера отличается тем, что позволяет создавать не хрупкое изделие, а сетку из прочной волокнистой стеклопластиковой арматуры. Использование заранее создаваемой 3D-модели позволяет печатать стеклопластиковые изделия любой номенклатуры (плоские каркасы, пространственные каркасы и сетки). 3D-печать изделия происходит по следующей схеме: деталь переплетает нити с бобин со стеклоровингом. Нити проходят пористые валики, с помощью которых происходит их пропитка смолой. Излишек смолы стекает в лоток б. Под воздействием ультрафиолетовых лучей или другого способа отверждения в зависимости от применяемой смолы для пропитки происходит отверждение и превращение, сначала в элемент арматурного изделия, из которого путем печатания с использованием 3D-принтера на выходе получаем готовое изделие в виде каркаса, сетки или отдельных стержней прямых или изогнутых. Ниже представлена пошаговая схема работы механизма для создания профиля будущего изделия (рис. 1).

Описание процесса формирования профиля.

Позиция 1: 1) деталь 3 поднялась; 2) носик челнока пересекает деталь 3, находится в точке А1; 3) ровинг с катушки провис.

Позиция 2: 1) кончик детали 3 еще приподнимается; 2) носик детали 2 в точке А2; 3) нить сильно провисает; 4) выполняется формирование периодического профиля.

Позиция 3: 1) кончик детали 3 еще приподнимается; 2) носик детали 2 в точке А3; 3) нить провисла на максимум.

Позиция 4: 1) деталь 3 в верхней точке; 2) верхняя нить натянута; 3) носик детали 2 в точке А4.

Позиция 5: 1) деталь 3 в верхней точке; 2) носик детали 2 в точке А4, под углом 45 градусов; 3) нить натянута.

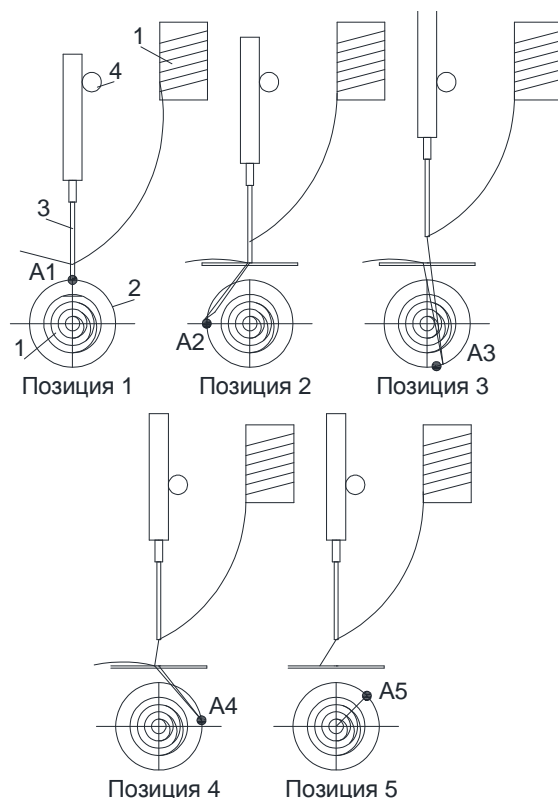


Рис. Принцип образования профиля:

1 – катушки со стекловолином; 2 – деталь с катушкой стекловолига внутри;
3 – деталь для создания периодического профиля; 4 – деталь обеспечивающая поступательные движения

Главное в этой технологии увязать объемы работ по печатанию самого изделия со временем отвердевания элемента арматурного изделия. Таким образом, печатание заключается в изменении пространственного положения элемента арматурного изделия когда он находится в пластичном состоянии, т.е. имеет возможность деформироваться без последствий на прочностные, эксплуатационные характеристики готового изделия.

В Республике Беларусь отсутствует производство композитных изделий на одной строительной площадке, позволяющее снизить затраты на освоение данных видов продукции. В дальнейшем проектируемый принтер предполагается использовать в комплексе машин и механизмов, включающих 3D-принтер для укладки бетонных смесей с уплотнением при промышленном, гражданском, аэродромном и автодорожном строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грахов, В.П. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства [Электронный ресурс] / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, О.В. Бороздов // *Фундаментальные исследования*. – 2014 – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36044>. – Дата доступа: 23.03.2016.
2. Моралес, С. Студент сконструировал принтер, печатающий волокнистым композитом [Электронный ресурс] / С. Моралес // *Print expo*. – 2013. – Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/student-skonstruiroval-printer-pечатayushchiy-voloknistym-kompozitom>. – Дата доступа: 23.03.2016.
3. Любвин, Дж. Справочник по композиционным материалам / Дж. Любвин. – М. : Машиностроение, 1988. – 584 с.
4. Васильев, В.В. Композиционные материалы : справ. / В.В. Васильев, Ю.М. Тарнопольский. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
5. Зарубин, В.С. Влияние взаимного расположения волокон на теплопроводность однонаправленного волокнистого композита [Электронный ресурс] / В.С. Зарубин, Г.Н. Кувыркин, И.Ю. Савельева // *КиберЛенинка*. – 2014. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vzaimnogo-raspolozheniya-vozkon-na-teploprovodnost-odnapravlenno-go-vozkonistogo-kompozita>. – Дата доступа: 23.03.2016.
6. Вустер, У. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов / У. Вустер. – М. : Мир, 1977. – 384 с.
7. Выставка научно-технических работ студентов и молодых ученых [Электронный ресурс] / Н.Н. Попок [и др.]. – 2014. – Режим доступа: <http://cent.metolit.by/ru/node/1000>. – Дата доступа: 02.02.2016.
8. Положительное решение по заявке № а20130798 от 24.06.2013 / Н.Н. Попок [и др.].