

## РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Хейфец М.Л., Семененко Д.В., Грецкий Н.Л., Астапенко А.А.  
ОАО «НПО Центр» НАН Беларуси

Технологические процессы аддитивного производства многочисленны и разнообразны. Применяемое в аддитивном производстве оборудование представляет собой комплекс средств технического оснащения, который обеспечивает эффективное и бесперебойное производство изделий, соблюдение условий технологического процесса, выполнение вспомогательных производственных мероприятий.

Особый интерес представляют процессы, материалы и оборудование для производства строительных конструкций, отличающиеся с учетом специфики выпускаемых изделий, широким многообразием предложенных и успешно реализуемых схем.

Современный технологический комплекс послойного синтеза изделий из неметаллических композитов должен отличаться высокой степенью автоматизации. Высокие требования к надежности технологического оборудования обусловлены тем, что в большинстве случаев отказы в работе приводят к нарушению технологического процесса, браку и простою производства. Для поддержания качества и увеличения количества производимой продукции, требуется разработка технологии и оборудования, позволяющего решать широкий диапазон производственных задач.

В процессе разработки оборудования и технологий его применения выполняются все стадии проектирования технологических комплексов.

На первом этапе выбирается кинематическая схема и предлагается компоновка (рис. 1) 3D-принтера, выделяются унифицированные блоки мехатронного комплекса, включающего механическую, электрическую части и программное обеспечение.

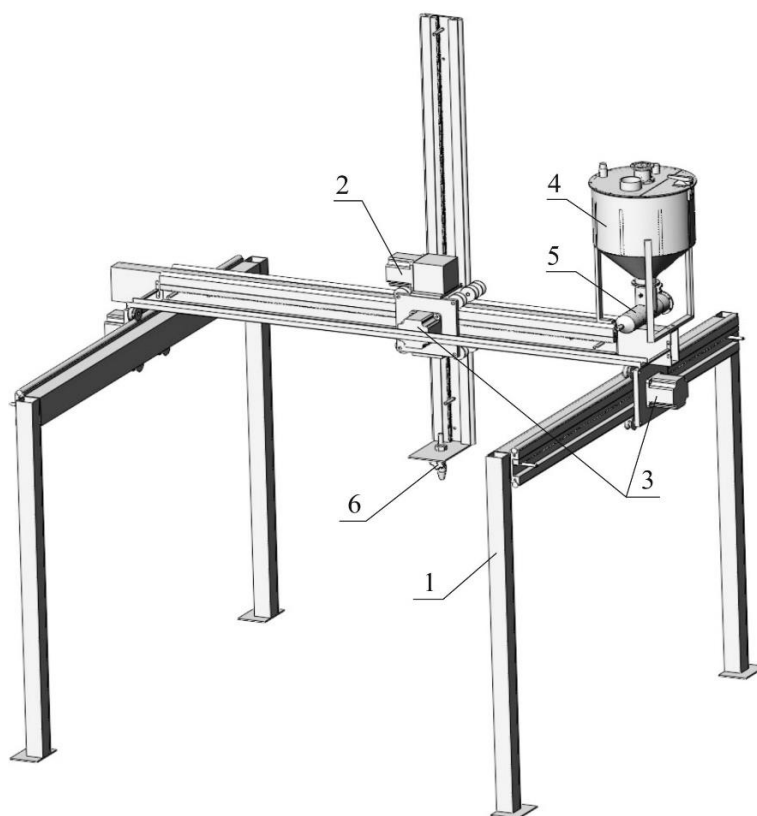


Рис. 1. Портальный технологический комплекс послойного синтеза изделий из неметаллических композитов: 1-портальная рама; 2,3- механизмы перемещения; 4- дозатор; 5 -подающее устройство; 6- рабочий орган

На втором этапе изготавливается макет экспериментального наиболее простого 3D-принтера (рис. 2) для FDM-технологии, на котором отрабатывается коммутация частей механической системы и используемые программные средства.

По результатам испытаний макета детализируется компоновка 3D-принтера для печати изделий, строительных или других форм из разнообразных керамических и силикатных материалов, цементных смесей с полимерными связующими и наполнителями (рис. 3). Компоновка отличается подъемной платформой, нагружаемой массивным изделием (рис.4).

Для FDM-технологии на платформе устанавливается стол с нагревательным элементом, а также используется одна или две экструзионные головки. В нижней части 3D-принтера (рис. 4) монтируется блок питания и электронные средства, которые соединяются с драйверами шаговых двигателей механической части и экструдера для FDM- печати.

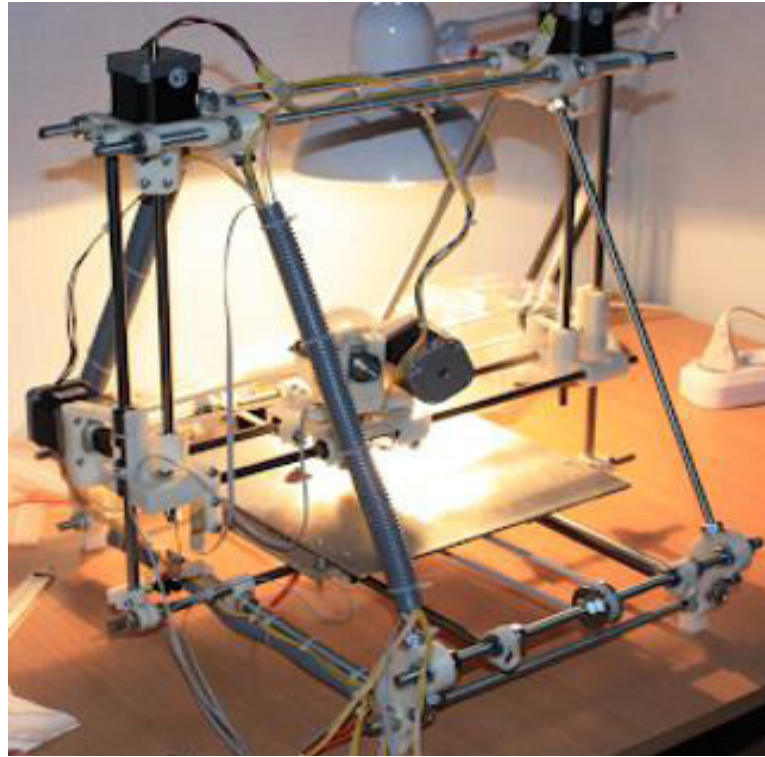


Рис. 2. Экспериментальный настольный 3D-принтер с портальной компоновкой

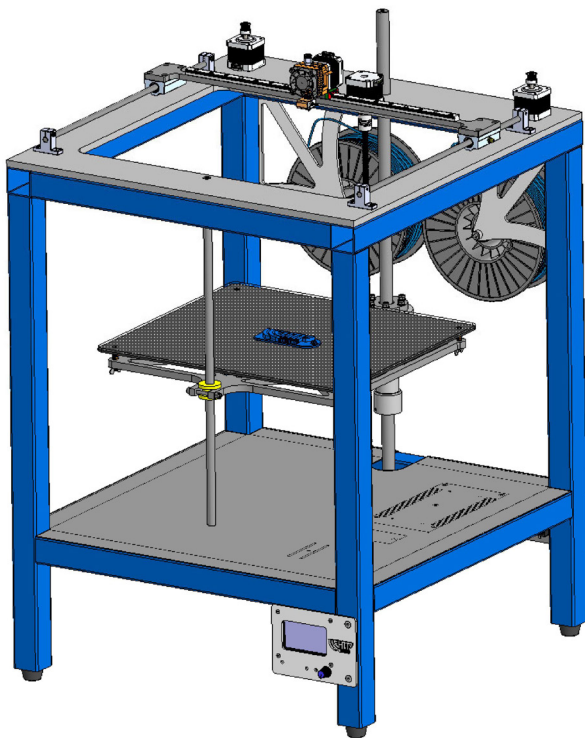


Рис. 3. Общий вид портативного 3D-принтера с подъемной платформой

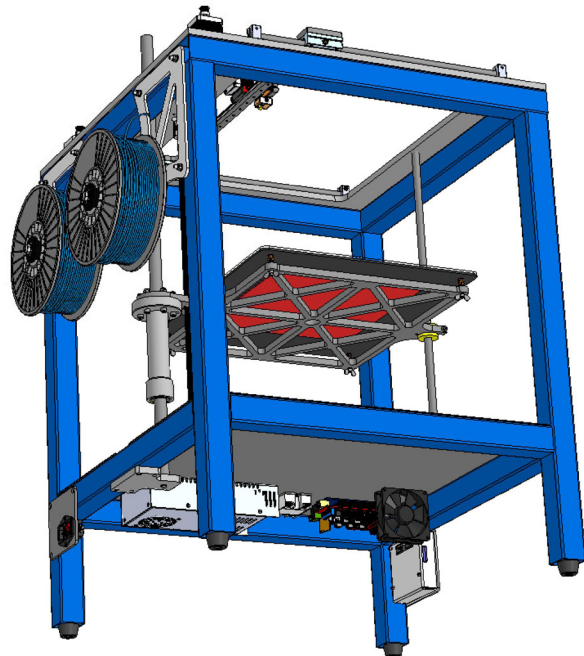


Рис. 4. Вид снизу на компоновку электронных компонентов и подъемную платформу портативного 3D-принтера

На собранном принтере проводится пробная печать филаментом из полимерного материала в том числе и с разнообразными наполнителями.

Окончательная компоновка технологического комплекса, разрабатывается на основе структурного построения, определяющего количество и функциональную взаимосвязь его составных элементов.

Технологические возможности оборудования определяются возможными траекториями перемещения его рабочих органов, которые в зависимости от формы получаемых изделий представляют плоские или пространственные линии,

обеспечиваемые кинематикой и компоновкой оборудования. Исходя из указанных факторов, компоновка составляющих частей оборудования может быть порталного и консольного типов.

Типовое оборудование порталного типа работает в прямоугольной системе координат. Кинематика и компоновка 3D - принтера должны обеспечивать, как минимум, два согласованных движения. Современные 3D - принтеры имеют 3 привода по осям X, Y, Z, причем движение по вертикальной оси (прерывистое или непрерывное) служит для подналадки и поддержания оптимальных условий формообразования (рис. 5).



Рис. 5 Конструктивное исполнение строительного 3D-принтера



Рис. 6 Строительный принтер (фото с сайта ООО «СПЕЦАВИА»)

Для обеспечения указанных движений один или несколько рабочих органов устанавливаются в суппортах на портале, с возможностью перемещения от соответствующих приводов в поперечном направлении (рис.6). Портал опирается на направляющие и приводится в движение в продольном направлении одним или двумя синхронно работающими приводами. Рабочие органы имеют возможность вертикально перемещаться в суппорте.

У оборудования консольного типа рабочий орган расположен на консольной балке, благодаря чему упрощается конструкция привода. Недостатком такой компоновки является ограниченная длина перемещения рабочего органа в поперечном направлении. Однако, этот недостаток преодолевается созданием многосвязной структуры механизма (рис. 7).

Таким образом, рассмотренные схемы, содержат все необходимые сопряженные между собой составляющие мехатронной системы: объекты управления и приводы; датчики и управляющие устройства. Это обеспечивает технологическим комплексам возможность длительной устойчивой работы в автоматическом режиме.

Технологические возможности мехатронного оборудования определя-

ются допустимыми траекториями перемещения его рабочих органов, которые в зависимости от формы получаемых изделий представляют плоские или пространственные линии и обеспечиваются кинематикой и компоновкой оборудования, которая может быть порталного и консольного типов.

В результате технологические комплексы для строительной индустрии следует проектировать в виде совокупности системных модулей, состоящих из унифицированных блоков и узлов, осуществляющих главное, дополнительные и установочные движения рабочих органов, а каждая система должна комплектоваться рядом функциональных модулей в соответствии с производственным назначением оборудования.



Рис. 7 Подача бетонной смеси в рабочую зону (фото с сайта производителя)