

## РОБОТОТЕХНИКА В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Богачева С.Ю., к.т.н., доц., Кукушкин В.В., студ.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассмотрены некоторые виды роботов–манипуляторов, применяемых в аддитивном производстве. Аддитивные технологии открыли возможность изготовления деталей любой сложности и геометрии без технологических ограничений. Геометрию детали можно менять еще на стадии проектирования и испытания. 3D-принтер – это робот в своей основе, с прикрепленным к нему дозатором для подачи материала.

Ключевые слова: роботы, робототехника, трехмерная печать, аддитивное производство, гибрид робота и 3D-принтера.

В работе рассмотрены некоторые виды роботов, применяемых в аддитивном производстве. Аддитивные технологии открыли возможность изготовления деталей любой сложности и геометрии без технологических ограничений. 3D-принтер – это робот в своей основе, с прикрепленным к нему дозатором для подачи материала. Аддитивная технология и автоматизация с использованием роботов открывают новый цифровой мир и для индустрии литья. Под прочно вошедшим в обиход названием «3D-печать» скрывается технология «моделирования методом послойного наплавления» (FDM) и еще целый ряд технологий на ее основе. Сам термин первоначально относился к процессу печати послойного спекания порошкового слоя, разработанных в Массачусетском технологическом институте в 1993 г. Его предложили студенты университета Тим Андерсон и Джим Бредт, которые работали над диссертацией, посвященной созданию струйной печати на основе порошковой технологии.

Андерсон и Бредт создали компанию Viridis3D. Фирма начала сотрудничать с компанией EnvisionTEC, поставщиком решений для трехмерной печати. Благодаря такому сотрудничеству Viridis3D выпустила первый роботизированный трехмерный специализированный для литейного производства принтер RAM 123. Система использует стандартный четырехосевой робот для создания песчаных литейных форм для литья металлических деталей. Робот оснащен дозатором материала, который распределяет песок, и печатающей головкой, добавляющей в песок жидкое связующее. Распределяя песок и дозирующее связующее с заданными перерывами, роботизированный трехмерный принтер слой за слоем создает готовую литьевую форму. Аддитивная система RAM имеет открытую архитектуру. Формы для литья строятся на неподвижном столе. Столешница представляет собой поддон, который можно применять для перемещения деталей на машину и с нее с помощью вилочного погрузчика. Использование открытого стола давало возможность создавать детали разных размеров. Компания намерена обратиться к другим материалам, имеющим более высокую точность литья, включая пластиковые порошки, керамику и даже порошкообразные металлы [1].

Многолетний опыт применения роботов в области металлургической и полимерной промышленности в области лазерных технологий и широкий ассортимент продукции от промышленных роботов до блоков линейных перемещений дает KUKA выполняет основные требования для получения оптимальных результатов при использовании промышленных технологий 3D-печати. Консольные роботы KUKA и блоки линейных перемещений существенно расширяют пространственные возможности 3D-печати и создают новые пути для промышленного производства. Высокая компетентность в области лазерной наплавки и использование высокоточных роботов, таких как KR Quantec extra, обеспечивают точность процессов и как роботы серии KR QUANTEC стали первыми промышленными роботами в мире, оснащенными подключаемыми цифровыми режимами движения. Речь идет об оцифрованных режимах движения, оптимизирующих перемещение робота для конкретных случаев применения. Например, режим Path Mode обеспечивает высокоточное перемещение по определенным траекториям, а режим Dynamic Mode позволяет достигать более высокой скорости. Линейные кинематические системы могут покрывать большие рабочие зоны – благодаря максимальным радиусам действия трех осей. Ось один, например, имеет радиус действия до 45 000 мм, ось два имеет радиус 500–2000 мм, ось три

– до 3000 мм [2].

Фил Ривз, вице-президент по стратегическому консалтингу компании Stratasys, утверждает, что технология роботизированной 3D-печати применяется уже несколько лет. Роботы были частью интегрированного производства в течение многих лет, в то время как технологию 3D-печати, к примеру, в открытой архитектуре, только начинают применять. Также необходимо помнить о том, что аддитивное производство требует постобработки, будь то механическая обработка, послеоперационный контроль, обработка поверхности, шлифовка или окраска. На самом деле все эти процессы уже выполняются роботами в промышленности. В настоящее время роботизированная 3D-печать чаще всего выполняется при помощи роборуки или системы с функцией смещения слоев, то есть печатающая головка движется вдоль направляющей. Роботизированную технику все чаще начнут применять на различных этапах производства. Поступает много предложений по размещению 3D-принтеров на дронах. К примеру, для восстановительного ремонта: удаление изношенного материала из составного элемента и его восстановление при помощи нанесения нового. Такую технологию с применением LDM использует компания TWI для ремонта высокоценных аэрокосмических и оборонных компонентов. Кроме того, технологией заинтересовались специалисты Rolls-Royce, чтобы применять ее в ремонте лопастей турбины реактивного двигателя. Роботизированные методы особенно подходят для аддитивных процессов, которые используют более твердые и жесткие материалы [3].

Интересным представляется подход компании Stratasys, которая создала промышленный аппарат нового типа – гибрид робота и 3D-принтера. Это традиционной формы роботизированный манипулятор, имеющий в том числе и функцию FDM-печати. Stratasys Infinite-Build 3D Demonstrator предназначен, прежде всего, для авиационного и космического производства, в котором так важна его способность производить печать на вертикальных поверхностях неограниченной площади. С работой над проектом связаны аэрокосмический гигант Boeing и автоконцерн Ford. Восьмиосевой механизм манипулятора, обилие специально разработанных композитных материалов для печати, высокое качество изготовления – у этого аппарата и его потомков большое будущее.

Figure 4 компании 3D Systems – модульная робототехническая система для автоматизации стереолитографической 3D-печати. Это целый автоматический комплекс, который способен производить новые изделия каждые несколько минут – в отличие от нескольких часов на обычных SLS-принтерах.

Аппарат DMG MORI – LASERTEC 65 3D сочетает в себе несколько разных подходов к обработке деталей: это и классический фрезерный станок с программным управлением – пятиосевой и весьма точный, и лазерный режущий инструмент с теми же степенями свободы, и печатающий металлом 3D-принтер с технологией лазерного напыления. Гибридный подход: фрезеровка заготовки, наплавление недостающих деталей или печать с нуля и чистовая обработка – все операции могут произведены с деталью за один подход, в рамках одной заданной программы, без прерывания технологического цикла.

Комплексный подход к 3D-печати – часть производственной культуры будущего. Он даст радикально новое сочетание скорости, точности, удобства и снижения себестоимости изделий [4]. Аддитивная технология вкупе с робототехникой уже в недалеком будущем полностью изменит наши представления о производстве.

#### Список использованных источников

1. Анандан, Тая М. Взгляд в будущее: роботизированное аддитивное производство [Электронный ресурс] / Тая М. Анандан // CONTROL ENGINEERING РОССИЯ, № 5 (77), 2018. – Режим доступа: <https://controleng.ru/wp-content/uploads/7732.pdf>. – Дата доступа: 2018.
2. Аддитивное производство и промышленная 3D-печать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kuka.com>. – Дата доступа: 2020.
3. Stuart, Nathan. Additive manufacturing and robotics combine for freedom [Электронный ресурс] / Nathan Stuart // Theengineer, – Режим доступа: <https://www.theengineer.co.uk/additive-manufacturing-and-robotics-combine-for-freedom/>. – Дата доступа: 10th July 2017.
4. Роботы в промышленности – их типы и разновидности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/403323/>. – Дата доступа: 21.04.2017.