

**Вывод уравнений движения и написание скрипта для работы 3D-принтера с двойным дифференциальным механизмом перемещения-экструзии**

Трубицына А.М. Студент 2-го курса университета ИТМО

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Бодров К.Ю. заведующий лабораторией ОЛИМП Университета ИТМО

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель** – Бодров К.Ю. заведующий лабораторией ОЛИМП Университета ИТМО

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

В работе представлено исследование нестандартной кинематики для 3D-принтера с двойным дифференциальным механизмом перемещения-экструзии. Выведены уравнения движения и разработан скрипт, позволяющий реализовать программное управление печатью, проведены тесты. В заключении работы представлены выводы и описаны перспективы дальнейшей разработки.

**Введение.**

Одной из актуальных областей разработок 3D-принтеров является создание принтеров, способных печатать высокотемпературными пластиками. На рынке присутствует большой спрос на данные технологии. Для их использования разработчикам приходится достаточно сильно изменять всю конструкцию принтера, а именно: технологию перемещения каретки по осям XYZ, технологию экструзии, технологию закрепления детали на рабочей поверхности, а также конструкцию рабочей камеры.

Для первых двух из упомянутых технологий существует несколько решений. Одним из них является использование жидкостной системы охлаждения. Однако возникает ряд сложностей с ее внедрением и эксплуатацией. Еще одним решением является размещение моторов вне рабочей области принтера. Однако, наиболее оптимальное конструкторское решение защищено патентом. Для того, чтобы не нарушать действующие патенты, была придумана конструкция, применяющая новую кинематику. Она требует исследования, разработки опытного образца устройства, а также создания скрипта, позволяющего работать с программным управлением принтера.

**Основная часть.**

Особенность кинематики заключается в использовании двойного дифференциального механизма перемещения-экструзии. Каждый дифференциальный механизм объединяет два мотора при помощи системы зубчатых ремней таким образом, что вращением обоих моторов можно как перемещать каретку по оси (например, ось X) или экструдировать материал (например, экструдером в виртуальной оси E1), так и выполнять оба действия одновременно. Так оси X и E1 связаны одним дифференциалом, а оси Y и E2 - вторым. При этом оба механизма расположены перпендикулярно друг другу, в результате чего каждый мотор влияет на все 4 оси. Это значит, что все перемещения, а также экструзия становятся взаимосвязанными между собой.

В ходе работы была составлена и проанализирована схема новой кинематики. Были получены предварительные уравнения движения, связывающие вращения двигателей и перемещения каретки. Также получены обратные уравнения, необходимые для написания

скрипта преобразования GCODE'ов. Уравнения проверены с использованием разработанного прототипа 3D-принтера, использующего данную кинематику.

Поскольку такая кинематика разрабатывается впервые, она отсутствует в перечне доступных в существующих прошивках для 3D-принтеров. Для того, чтобы протестировать опытный образец, был разработан скрипт, преобразующий GCODE-файлы стандартных слайсеров в подходящий для нового принтера формат координат. Скрипт получает в качестве входных данных информацию о перемещении по стандартным осям (X, Y, Z), а также экструзии (E1, E2) и преобразует в новое пространство координат (A, B, C, D и Z). Так как в данной системе перемещения и экструзия оказываются связанными, то, в отличии от стандартных кинематик, невозможно добиться перемещения по одной оси вращением лишь одного двигателя. То же самое происходит и с экструзией, в результате чего в большинстве случаев в работе участвуют все моторы.

Используя опытный образец, регулярно проводятся тесты, по результатам которых в скрипт и прошивку принтера вносятся новые и новые правки. На данном этапе движение происходит в тестовом режиме в воздухе, однако в дальнейшем планируется переход к проверке в режиме полноценной печати.

### **Выводы.**

В ходе работы изучена нестандартная кинематика для 3D-принтера, выведены уравнения движения и разработан скрипт, позволяющий работать с программным управлением принтера, проведены тесты. Планируется усовершенствовать уравнения и скрипт, а также реализовать полноценную печать. В перспективе возможно создание высокотемпературного 3D-принтера на основе данной кинематики.

Трубицына А.М. (автор)

Подпись

Бодров К.Ю. (научный руководитель)

Подпись