

УДК 621.31, 62.5, 62.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ПРИНТЕРА ПРИ РАБОТЕ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Трубицына А. М. (ИТМО), Бодров К. Ю. (ИТМО)

Научный руководитель – заведующий лабораторией ОЛИМП Университета ИТМО,
Бодров К.Ю. (ИТМО)

Введение. В настоящее время большую популярность приобрела технология 3D-печати. Печать пластиком по технологии FDM используется как для создания быстрых прототипов, так и для серийного производства. В таких задачах зачастую предъявляются повышенные требования к точности 3D-принтеров. Кроме того, заметна тенденция к созданию устройств, позволяющих ускорить процесс 3D-печати. Для увеличения точности и скорости 3D-принтеров разработчики заменяют стандартные шаговые двигатели с поочередной коммутацией без обратной связи на другие типы моторов и системы управления. В ходе работы будет проведен анализ электроприводов, используемых в современных 3D-принтерах, а также произведена оценка характеристик, которые они обеспечивают.

Основная часть. В ходе исследования были проанализированы open-source проекты, а также рассмотрены коммерческие разработки. В них использовались следующие типы электроприводов:

1. Шаговые двигатели с улучшенными характеристиками для работы с высоким моментом в широком диапазоне скоростей;
2. Шаговые двигатели с датчиком обратной связи;
3. Шаговые двигатели с драйвером, позволяющим детектировать пропуск шагов;
4. Бесколлекторные двигатели постоянного тока (BLDC);
5. Линейные моторы с датчиком обратной связи.

В основном данные типы приводов уже используются в других более дорогих станках: машинах для размещения электронных компонентов поверхностного монтажа (SMT) на печатной плате (pick-and-place), высокоточных ЧПУ-станках. Однако, для применения в 3D-принтерах часто нужны модифицированные двигатели: с уменьшенными габаритами, увеличенными моментами на высоких скоростях работы, уменьшенной стоимостью изготовления и другие.

Наибольшее распространение в 3D-принтерах получили шаговые двигатели. Это можно объяснить рядом причин: простотой управления, обеспечением достаточной для большинства задач точности, дешевизной мотора и драйвера. Модификации шаговых двигателей позволяют получить лучшие характеристики, не отказываясь от достоинств этого типа двигателей. В настоящее время существуют шаговые двигатели, имеющие механическую характеристику, в которой при повышении скорости повышается момент [1]. Это позволяет принтеру работать на высоких скоростях без усложнения алгоритма управления. Кроме того, шаговые двигатели с датчиком обратной связи позволяют построить более точную систему управления и избавиться от проблем с пропуском шагов.

Бесколлекторные двигатели постоянного тока используются в ЧПУ-станках, роботах, системах позиционирования. В 3D-принтерах они получили меньшее распространение. Для достижения необходимой точности позиционирования этому мотору необходим датчик положения, а также более производительный и богатый на периферию контроллер, который сможет обработать данные с датчика и сформировать закон управления. Это значительно удорожает систему, а также усложняет процесс разработки. В последнее время данная область активно развивается, появляются более доступные драйверы и датчики. Также появляются open-source библиотеки, реализующие векторное управление [2]. За счет этого все больше разработчиков пробуют BLDC-моторы в своих устройствах. Тем самым они достигают при тех же габаритах большую в сравнении с шаговыми двигателями скорость и не теряют точность. Еще лучших характеристик позволяет достичь использование синхронных моторов с постоянными магнитами (PMSM) [3]. Однако они имеют еще более высокую стоимость, а

также большие габариты, поэтому пока не применяются в 3D-принтерах даже в исследовательских целях.

Линейные моторы с датчиками обратной связи позволяют избавиться от ремней и роликов в конструкции, тем самым значительно увеличивают точность. Недостатками являются увеличение массы двигающихся частей, высокая цена, а также отсутствие компактных версий в свободной продаже, что приводит к их меньшей популярности в применении к 3D-принтерам.

Выводы. В ходе работы рассмотрены типы электроприводов, позволяющих улучшить качество и скорость печати 3D-принтера. Приведены их достоинства и недостатки. Произведен обзор проектов, в которых были использованы различные типы двигателей, изучены полученные характеристики. В дальнейшем планируется использовать результаты анализа для создания 3D-принтера с высокой скоростью и хорошим качеством печати.

Список использованных источников:

1. LDO-42STH48-2804AC datasheet and torque curve [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0239/9287/files/LDO-42STH48-2804AC-R_RevA.pdf?v=1680885657 (дата обращения: 05.02.2024).
2. A. Skuric, HS. Bank, R. Unger, O. Williams, D. González-Reyes A Field Oriented Control (FOC) Library for Controlling Brushless Direct Current (BLDC) and Stepper Motors. // Journal of Open Source Software, 7(74), 4232
3. М. Е. Mrabet, Z. Mekrini, A. E. Mesbahi, M. Boulaala Comparative simulation study of electric motors for high performance of 3D printers // TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control – 2023. – Vol. 21, No. 4. – pp. 935–948.