

УДК 681.25

## РАЗРАБОТКА ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫРАВНИВАНИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ FDM 3D-ПРИНТЕРА

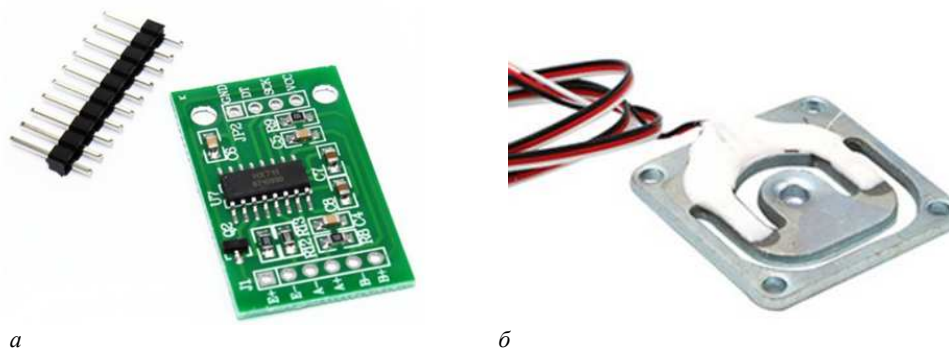
*И. В. СУДЬКО**(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ)*

Описаны основные проблемы процесса автоматического выравнивания печатной платформы FDM 3D-принтеров, также дано определение тензометрических датчиков, описаны их преимущества и недостатки перед другими датчиками выравнивания печатной платформы, спроектирована конструкция переходника, связывающая тензометрический датчик с хотендом.

**Ключевые слова:** датчики, автоматизация, 3D-печать.

В настоящее время 3D-принтеры стали важной частью автоматизации производства различных деталей и компонентов устройств, так как позволяют в короткое время прототипировать нужный объект и на практике изучить его различные характеристики [5]. Современные FDM 3D-принтеры стали крайне популярным инструментом для прототипирования, благодаря своей скорости и качеству печати. FDM (Fused Deposition Modeling) — это аддитивная технология, подразумевающая создание трёхмерных объектов за счёт нанесения последовательных слоёв материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают различные термопластики [6]. При создании модели с использованием FDM-технологии происходит постепенное наложение слоёв друг на друга и первый слой имеет особое значение [3], [4]. Именно первый слой определяет адгезию модели к печатной платформой во время процесса печати, а также определяет основные параметры геометрии последующих слоёв печати. Но в процессе эксплуатации, печатная платформа может деформироваться и тем самым понизить качество печати. Для решения данных задач используется автоматическое выравнивание печатной платформы - это процесс, при котором 3D-принтер самостоятельно определяет уровень и наклон печатной поверхности и корректирует его для достижения оптимальных результатов печати [2]. Для данных задач могут использоваться различные датчики, но все большую популярность набирают тензометрические датчики авто калибровки стола [7].

Тензометрические датчики - конструктивно представляют собой металлическую конструкцию, внутри которой расположены резисторы с электрической схемой. Тензодатчик связан с корпусом весового дозатора или весовой платформы, и, при изменении нагрузки, в тензодатчике возникает механическая деформация, которую и учитывает датчик, преобразует её в электрический аналоговый или цифровой сигнал [1]. Данные датчики обладают высокой чувствительностью и малыми габаритами, что позволяет легко встраивать данные датчики в экструдер 3D-принтера.

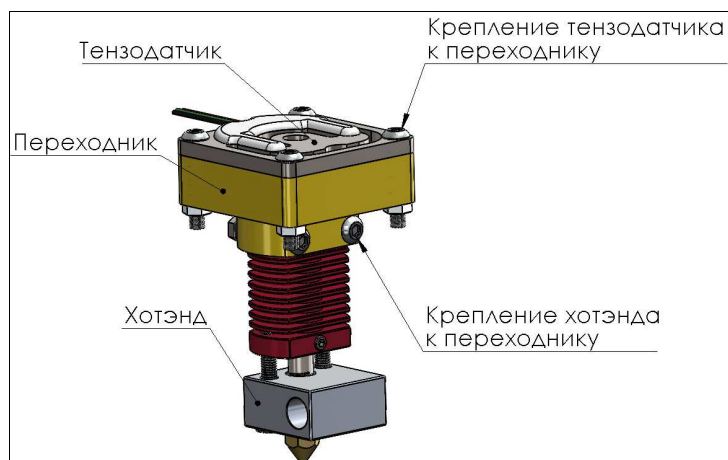


*a* – АЦП HX711; *б* – тензометрический датчик GML670

**Рисунок 1. – Датчики автоматического выравнивания  
печатной платформы 3D-принтера**

В процессе разработки датчика был использован тензометрический датчик GML670, для получения данных о нагрузках, а так же модуль АЦП HX711, который усиливает и оцифровывает полученный сигнал, позволяя микроконтроллеру 3D-принтера работать с данным датчиком. Принцип калибровки основывается на передаче нагрузки, возникающей при контакте сопла принтера с поверхностью печат-

ной платформы, на тензодатчик. Таким образом получается система с контактным датчиком, а роль щупа, для получения данных, выполняет непосредственно сопло 3D-принтера. Исходя из этого, можно спроектировать следующую конструкцию (рисунок 2).



**Рисунок 1. – Пример реализации крепления тензодатчика и хотэнда**

Данная конструкция демонстрирует способ интеграции тензометрического датчика и хотэнда в 3D-принтере так, чтобы хотэнд был надежно закреплен только к переходнику и тензодатчику. Это обеспечивает эффективную передачу нагрузки на тензодатчик. Далее, к этой конструкции можно установить крепежную платформу к оси, а также системы охлаждения и вентиляции для оптимизации работы 3D-принтера.

Тензометрические датчики имеют большой потенциал, и при развитии данной технологии они способны конкурировать с существующими датчиками автоматического выравнивания печатной платформы. Данные датчики обладают высокой чувствительностью, что позволяет точно определять момент касания сопла принтера к печатной платформе, так же из плюсов можно выделить миниатюрность и возможность установки данного датчика в экструдер 3D-принтера, что позволяет уменьшить размер экструдера. Из минусов данной технологии можно выделить проблему непосредственного контакта печатной платформы с соплом принтера, что может привести к их деформации. Также минусом является необходимость в дополнительном модуле, например АЦП HX711, для совместимости тензодатчика с микроконтроллером 3D-принтера. Развитие данной технологии, вносит важный вклад в область 3D-печати и автоматизации открывая новые перспективы для развития данной отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Костиков К., Йозеф Ч. Тензометрические датчики силы //Компоненты и технологии. – 2010. – №. 102. – С. 16-18.
2. Исупов В. В. Способ калибровки стола 3D-принтера. – 2018.
3. Трошин А. А., Захаров О. В. Обзор технологических возможностей FDM-3D принтеров //Современные материалы, техника и технологии. – 2020. – №. 1 (28). – С. 61-65.
4. Управление 3D принтером с дополнительными степенями свободы / А. А. Швец, А. В. Дроботов, И. А. Гуцин, А. Р. Авдеев // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2017. – № 9(204). – С. 74-77.
5. Соловьев, С. В. Исследование энергоэффективности FDM 3D принтера / С. В. Соловьев, К. К. Лобко, В. Ю. Черкес // Проблемы минерально-сырьевого комплекса глазами молодых ученых, 2023. – С. 112-117.
6. Miazio Ł. Impact of print speed on strength of samples printed in FDM technology //Agricultural Engineering. – 2019. – Т. 23.
7. Холодильников А. А., Пузынина М. В. Проблемы, возникающие при трехмерной печати объектов с использованием технологии FDM //НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ: АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. – 2017. – С. 199-204.