

УДК 62-791.2

DOI: 10.35211/1990-5297-2025-1-296-78-81

А. А. Курилов, И. А. Генералов, А. В. Дроботов

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ПЯТИОСЕВОЙ АДДИТИВНОЙ УСТАНОВКИ
ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: aleksandrkurilovd@gmail.com, IvanGeneral2003@gmail.com,
alexey.drobotov@gmail.com

Предложена система автоматической установки датчика калибровки многоосевой аддитивной установки, которая позволяет автоматизировать один из этапов калибровки, тем самым снижая время подготовки к работе и повышая точность установки датчика. В разработанном варианте печатающая головка сама подхватывает датчик и возвращает его на место. Система проста по конструкции, и из дополнительных электрических исполнительных механизмов требуется только соленоид.

Ключевые слова: автоматическая калибровка, датчик, платформа, сопло, печать

A. A. Kurilov, I. A. Generalov, A. V. Drobotov

**INCREASING PRODUCTION PRODUCTIVITY OF FIVE-AXIS
ADDITIVE MACHINE BY CALIBRATION AUTOMATIZATION**

Volgograd State Technical University

Automatic installation system of the calibration sensor for multi-axis additive machine is proposed. It automates one of the calibration stages, thereby reducing the preparation time for operation and increasing the accuracy of the sensor installation. In the developed version, the printhead picks up the sensor itself and returns it to its place. The system is simple in design, and only one solenoid is required from additional electrical actuators.

Keywords: automatic calibration, sensor, platform, nozzle, printing

Аддитивные установки нашли широкое применение в промышленности для производства серийных изделий и прототипов. Одной из основных их проблем является необходимость регулярной установки зазора между соплом и поверхностью печати (рис. 1), так как он со временем эксплуатации может изменяться. Процесс калибровки проводится оператором, что увеличивает время проведения этого процесса. Неправильно выставленный зазор может привести к отклеиванию детали от поверхности печати, проблемам с подачей материала и несоответствию итоговых размеров печатаемого изделия.

Способы проведения процесса калибровки разрабатывались и изучались многими научными коллективами и компаниями. В исследовании [1] было представлено решение с расположением датчика калибровки непосредственно внутри печатающей головы аддитивной установки (рис. 2). Устройство состоит из платформы 1, стационарной части печатающей головки 2, пары скольжения 3, сопла 4, нагревательной камеры 5, радиатора 6, датчика 7, воздействующего элемента 8, пружины 9.

Данное устройство автокалибровки предназначено для трехосевого 3D-принтера и работает следующим образом: при касании соплом 4 платформы 1 происходит перемещение воздействующего элемента 8, который замыкает контакты датчика 7, информация далее передается на плату управления, где в дальнейшем учитывается при печати изделия.



Рис. 1. Выставление нулевой позиции

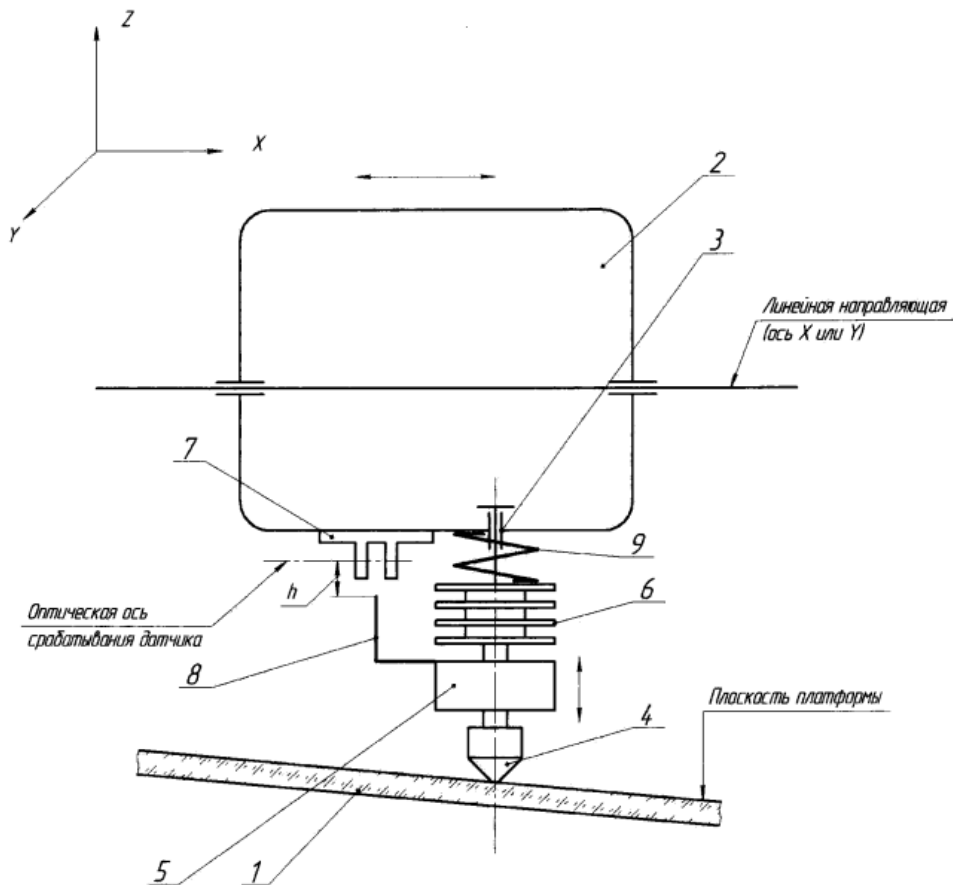


Рис. 2. Система автоматической калибровки расположения платформы

К недостаткам данной системы можно отнести то, что в паре скольжения 3 может быть люфт, который может негативно сказаться на качестве изделия. Также в конструкции печатающей головы необходимо закладывать место, в котором будет располагаться датчик. Расположение датчика внутри печатающей головы увеличит ее массу и усложнит конструкцию, также как следствие снизит максимальную скорость

перемещения печатающей головки, что приведет к увеличению времени печати изделия.

В решении [2] рассматривается метод калибровки платформы для пятиосевого 3D-принтера (рис. 3, 4).

Устройство включает в себя печатающую головку 1, контактный элемент 2, рабочую платформу 3, калибровочную оснастку 4, корпус 5.

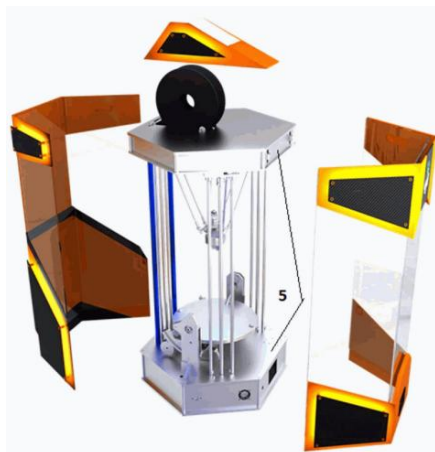


Рис. 3. Общий вид 5D-принтера

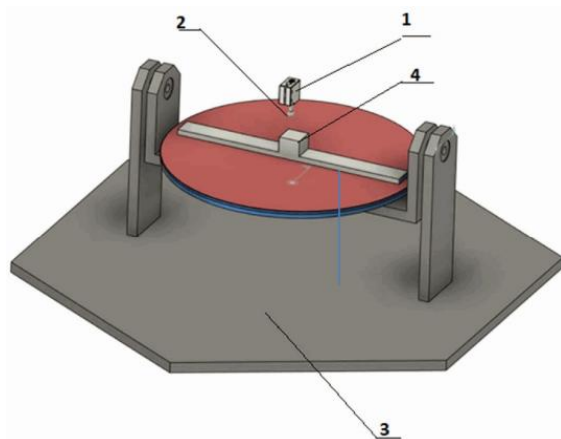


Рис. 4. Расположение оснастки и контактного элемента

Для калибровки пятиосевого 3Д принтера используется датчик с несколькими степенями свободы. В данном способе калибровки необходимо устанавливать калибровочную оснастку 4 на платформу 3 и контактного элемента 2 на печатающую головку. 1 Контактный элемент 2 фиксирует положение калибровочной оснастки 4 и передает данные в компьютер. Недостатком данного метода является то, что датчик и калибровочная оснастка устанавливаются вручную, с помощью оператора, также для проведения процесса калибровки аддитивная установка должна быть подключена к компьютеру, т. к. на нем производятся все необходимые вычисления.

Для ускорения и повышения точности данного процесса предложено устройство для автоматической установки датчика [3] автоматической калибровки аддитивной установки (рис. 5), которое состоит из ложементов 1, внутри которого находится датчик автокалибровки 2, крепления ложементов 3 и соленоидов 4, в котором находится шток 5, на котором закреплен фиксатор 6, магнита 7 и двух прижимных пластин 8, 9.

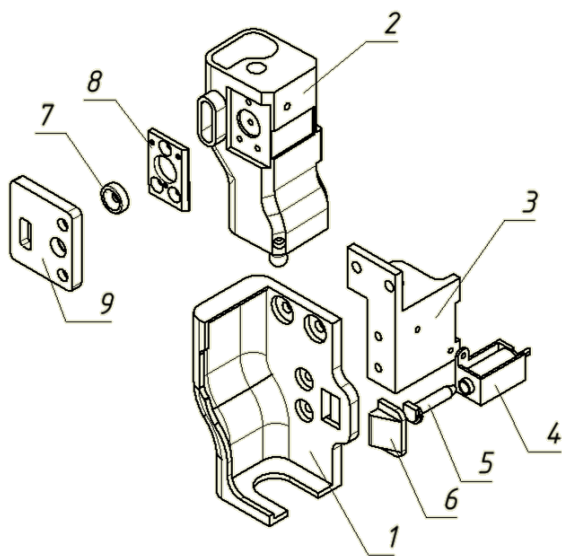


Рис. 5. Устройство для установки датчика автоматической калибровки

Устройство работает следующим образом (рис. 6): при включении режима автоматической калибровки печатающая голова аддитивной установки, на которой находится прижимная пластина 9, подъезжает к датчику автокалибровки 2, который находится в ложементе 1 и зафиксирован с помощью соленоидов 4 фикса-

тором 6. После того как прижимные пластины 8, 9 оказались на расстоянии близком друг к другу, они фиксируются между собой магнитом 7 и позиционируются с помощью установочных винтов в трех точках. Затем шток соленоидов 5 втягивается, тем самым фиксатор 6 отодвигается, и печатающая головка с датчиком 2 производит процесс автоматической калибровки. После завершения процесса автоматической калибровки процесс повторяется в обратном порядке.

Также была разработана электрическая схема (рис. 7) предложенной системы автоматической установки датчика, которая работает следующим образом. При установке выхода A0 платы управления Ostorus в логическую единицу (high) поступающие на базу 5 В через резистор R1 откроют транзистор VT1, и через соленоид A1 потечет ток – шток втянется во внутрь.

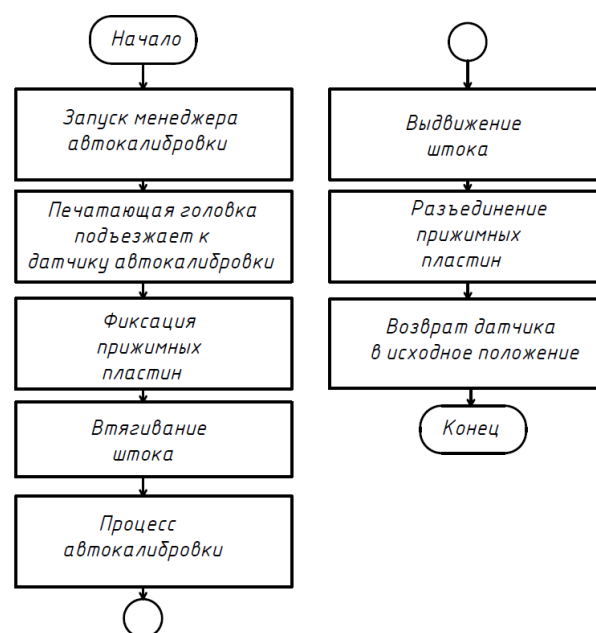


Рис. 6. Алгоритм работы системы установки датчика автоматической калибровки пятиосевой аддитивной установки

При установке выхода A0 в логический ноль (low) база будет заземлена через микроконтроллер, а течение тока заблокировано и шток, под действием пружины, выдвинется в исходное положение. Так как соленоид – это индуктивная нагрузка, то в схеме предусмотрен защитный диод VD2, который ставится встречно параллельно соленоиду A1 и диод VD3 для защиты транзистора VT1 от обратного напряжения.

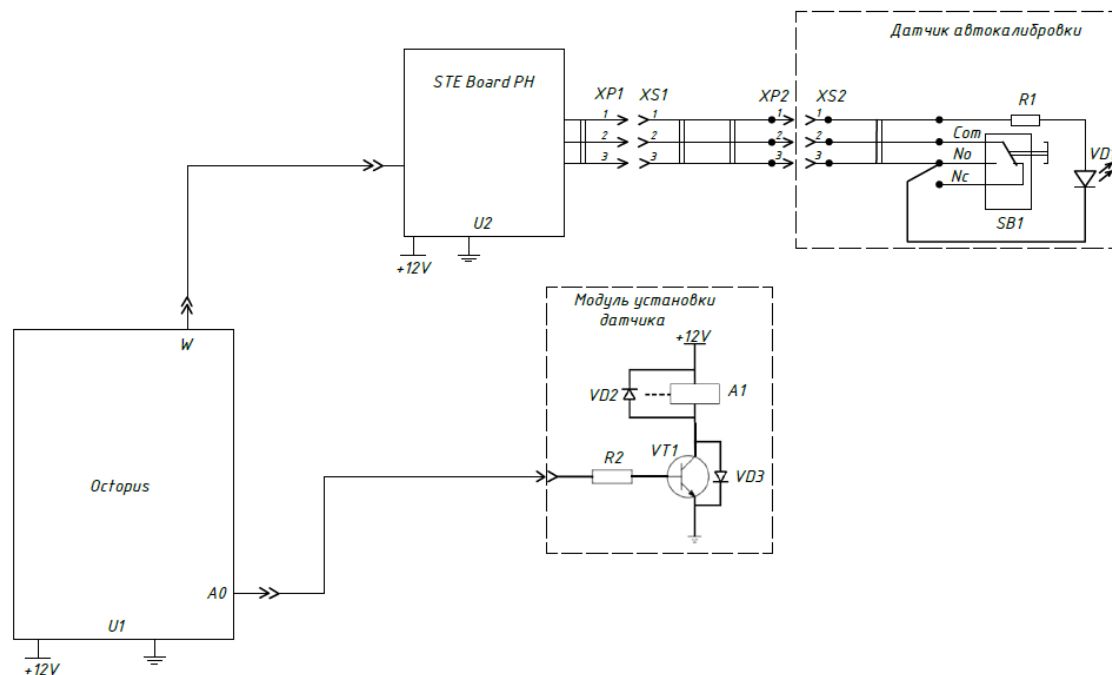


Рис. 7. Электрическая схема

3D-модель данной системы была разработана с помощью программного комплекса машиностроительного конструирования Autodesk Inventor. В устройстве применен новый способ фиксации датчика на печатающей головке и на корпусе, аддитивной установке.

Предложенная конструкция позволяет значительно упростить и автоматизировать процесс автоматической калибровки, сокращая время калибровки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 155203 U1 Российская Федерация, МПК B33Y 30/00, B41F 17/00. Система процесса автоматической калибровки расположения платформы трехмерного принтера : № 2014146653/12 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 27.09.2015. Бюл. № 27. – 5 с.
2. Пат. 2798311 C2 Российская Федерация, МПК B41F 17/00. Способ калибровки 3D-принтера : № 2021104796 : заявл. 25.02.2021 : опубл. 21.06.2023. Бюл. № 24. – 10 с.
3. Пат. 2812518 C1 Российская Федерация, МПК G01B 7/008, G01B 7/016, G01B 5/016. контактный датчик : № 2023101002 : заявл. 18.01.2023 : опубл. 30.01.2024. Бюл. № 4. – 11 с.