

А. А. Курилов, И. А. Генералов, И. С. Торубаров

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЯТИОСЕВОГО 3D-ПРИНТЕРА
ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КАЛИБРОВКИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: aleksandrkurilovd@gmail.com, IvanGeneral2003@gmail.com,
is.torubarov@gmail.com

Предложена система автоматической установки датчика калибровки для пятиосевого 3D-принтера, которая позволяет автоматизировать один из этапов калибровки, тем самым снизить время подготовки к работе и повысить точность установки датчика. В разработанном варианте датчик автоматически снимается и устанавливается на печатающую головку. 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, I. S. Torubarov

**INCREASING THE EFFICIENCY OF A FIVE-AXIS 3D PRINTER
BY AUTOMATIZING THE CALIBRATION PROCESS**

Volgograd State Technical University

The system of automatic installation of the calibration sensor for a five-axis 3D printer is proposed, which allows automating one of the calibration stages, thus reducing the preparation time and increasing the accuracy of the sensor installation. In the developed version, the sensor is automatically removed and installed on the print head. The system is simple in design, and only a solenoid is required from additional electrical actuators.

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

3D-принтеры, работающие по технологии FDM, нашли широкое применение как в промышленности для производства серийных изделий и прототипов, так и в домашнем пользовании. Одной из основных их проблем является необходимость регулярной установки зазора между соплом и поверхностью, описанная в статье [1].

Способы проведения процесса калибровки разрабатывались и изучались многими научными коллективами и компаниями.

В многоосевой производственной платформе (рис. 1) [2] используется система автоматической смены инструмента (рис. 2). Используемая система автоматической смены инструмента вклю-

чает в себя карусель и пневматический захват. Данная система работает следующим образом: при поступлении управляющей команды, шпиндель перемещается и становится на один уровень с каруселью. Затем выдвигается пневматический

захват, который захватывает инструмент из карусели, устанавливает его в шпиндель многоосевой производственной платформы и фиксирует на коническую посадку. Далее пневматический захват возвращается в исходное положение.

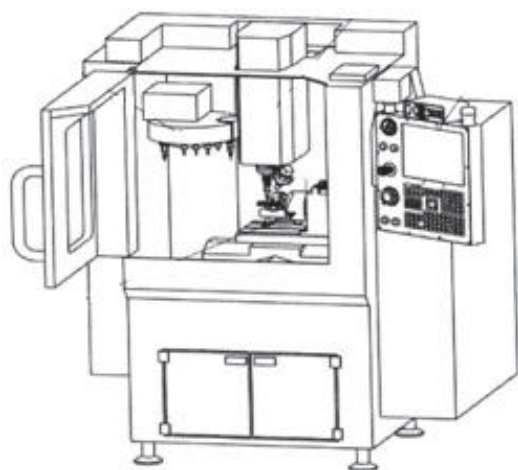


Рис. 1. Многоосевая производственная платформа

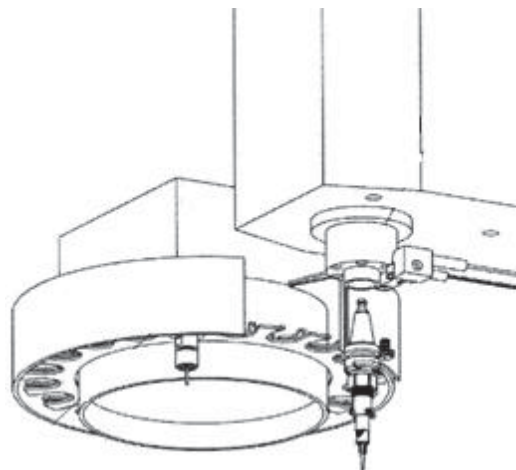


Рис. 2. Вид автоматической системы установки оснастки

Недостатком данной системы является то, что она существенно ограничивает рабочую область данного устройства.

Для ускорения и повышения точности данного процесса предложено устройство для автоматической установки датчика [3] калибровки аддитивной установки (рис. 3), которое состоит из пластины под контактную вилку 1, ус-

тановочных винтов 2, двух прижимных пластин 3 и 4, закрепленным на них магнита 5, ложе-мента 7, внутри которого находится датчик автокалибровки 6, крепление ложе-мента 14 и со-леноида 13, в котором находится шток 10 с за-крепленным на нем фиксатором 9, соленоид 13 и крепление ложе-мента 14 соединены между собой крепежными винтами 12.

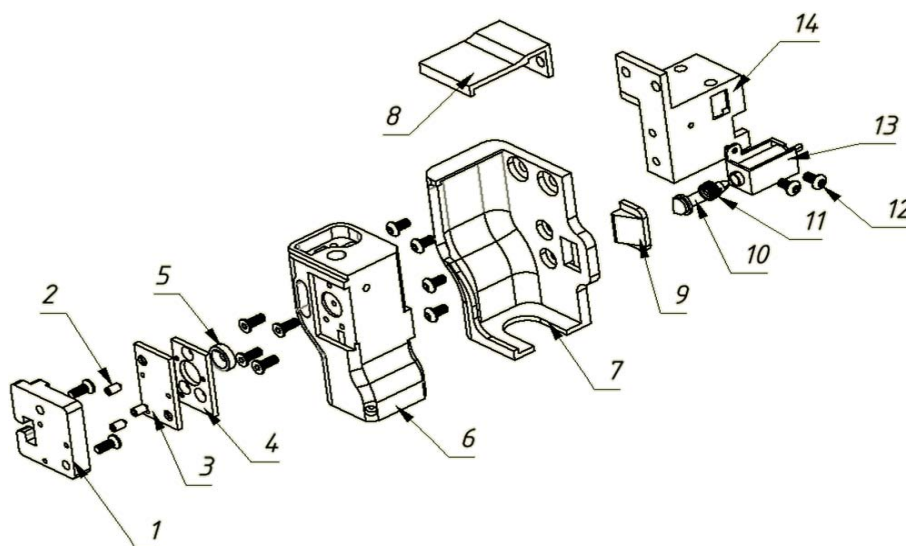


Рис. 3. Устройство для установки датчика автоматической калибровки

Устройство работает следующим образом (рис. 7): при включении режима автоматической калибровки печатающая голова аддитивной установки, на которой находится прижим-

ная пластина 3, подъезжает к датчику автокалибровки 6 по траектории 1-2 (рис. 4, 8), который находится в ложементе 7 и зафиксирован с помощью соленоида 13 фиксатором 9.

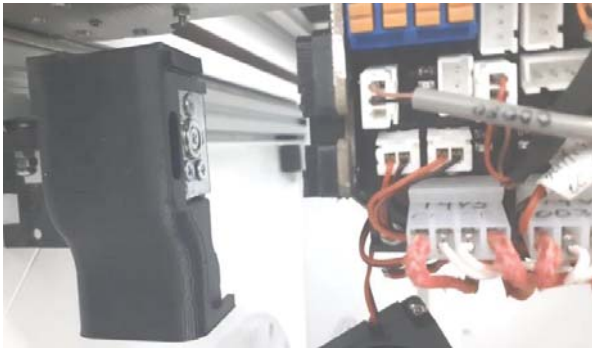


Рис. 4. Перемещение печатающей головки в сторону датчика

После того как прижимные пластины 3, 4 оказались на расстоянии близком друг к другу, они фиксируются между собой магнитом 5 и позиционируются с помощью установочных винтов 2 в трех точках. Затем шток соленоида 10

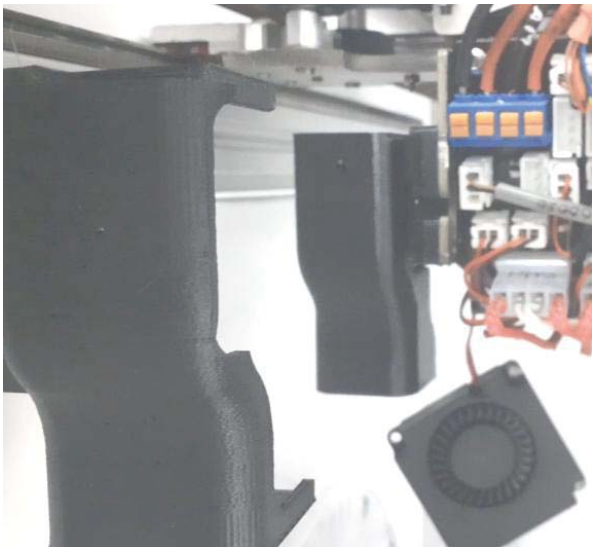


Рис. 5. Перемещение печатающей головки в точку начала проведения процесса калибровки

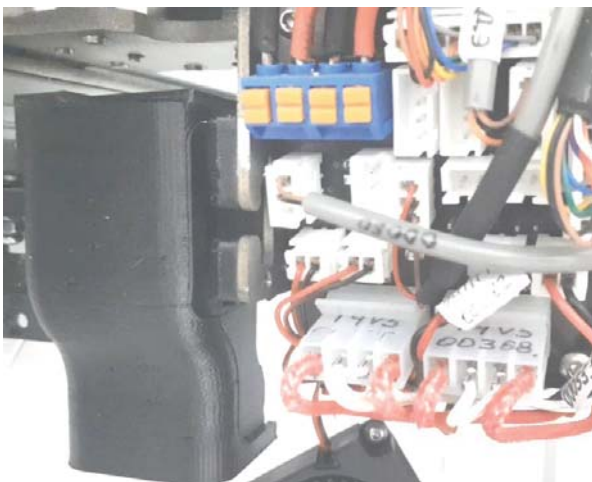


Рис. 6. Перемещение печатающей головки вместе с датчиком к ложементу

втягивается, тем самым фиксатор 9 отодвигается по траектории 3, и печатающая головка с датчиком 6 движется по траектории 4-5 (рис. 5, 8) и производит процесс автоматической калибровки.

После завершения процесса автоматической калибровки печатающая головка движется по траектории 6-7 (рис. 6, 8).

После того как датчик оказался в ложементе шток соленоида 10 под действием пружины 11 перемещается по траектории 8. Далее печатающая головка движется по траектории 9-10 (рис. 8).

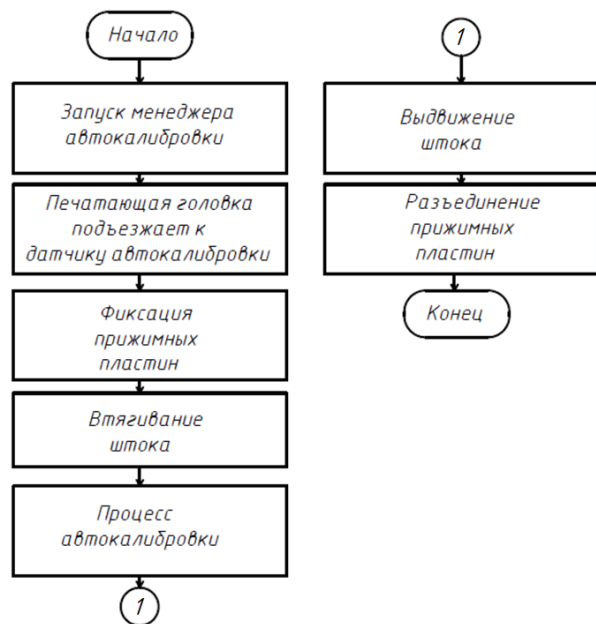


Рис. 7. Алгоритм работы системы установки датчика автоматической калибровки пятиосевой аддитивной установки

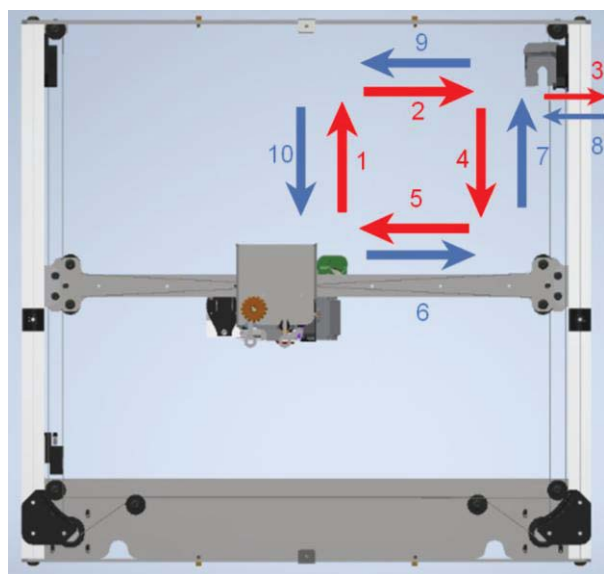


Рис. 8. Траектория движения печатающей головки

В ходе работы был изготовлен и установлен на пятиосевой 3D-принтер прототип системы автоматической установки датчика автоматиче-

ской калибровки (рис. 9, 10), а также написана управляющая программа:

Снятие датчика:

- 1) G1 X150 Y305 Z 0
- 2) G1 X305 Y305 Z 0
- 3) M106 S255
- 4) G1 X305 Y150 Z 0
- 5) G1 X150 Y150 Z 0

Процесс калибровки...

Возврат датчика:

- 6) G1 X305 Y150 Z 0
- 7) G1 X305 Y305 Z 0
- 8) M107
- 9) G1 X150 Y305 Z 0
- 10) G1 X150 Y150 Z 0

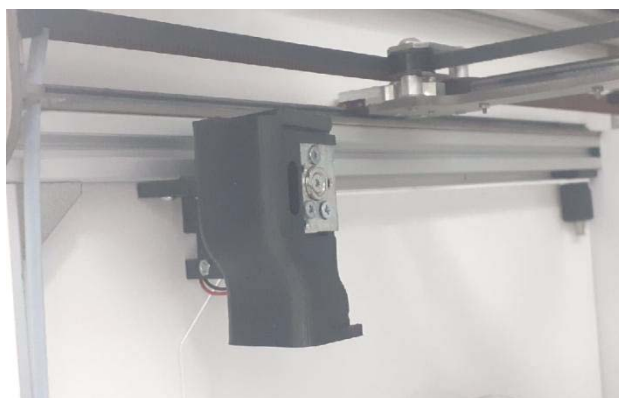


Рис. 9. Расположение механизма установки датчика на модуле XY



Рис. 10. Расположение датчика на печатающей головке

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. Курилов, А. А. Повышение производительности пятиосевой аддитивной установки за счет автоматизации процесса калибровки / А. А. Курилов, И. А. Генералов, А. В. Дроботов // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1 (296) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2025. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 78–81. – DOI: 10.35211/1990-5297-2025-1-296-78-81.
2. Пат. US2021036222A1 США, МПКВ22F1 / 05. 5-осевое трехмерное производство ; № 16/977,467 ; заявл. 01.03.2020 ; опубл. 25.11.2021. – 38 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.