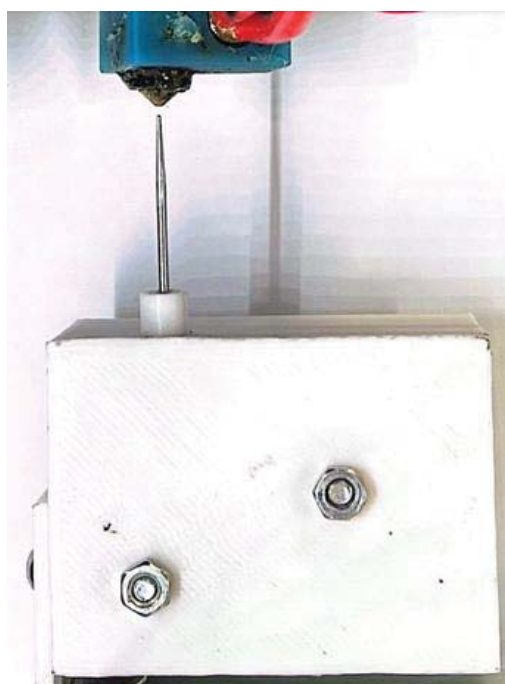
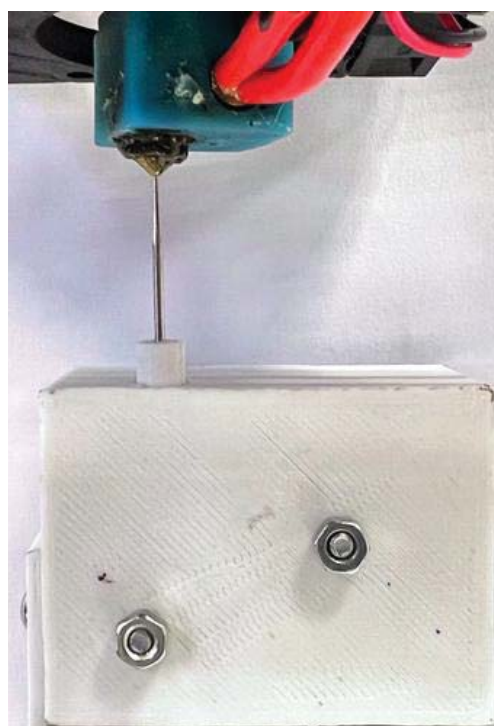


Для автоматического контроля диаметра сопла FDM 3D-принтеров предложена система, схема которой смоделирована в программы Autodesk Inventor [1] и представлена на рис. 1. Она состоит из концевой выключателя 1, над которым установлена игла 3 с коническим окончанием правильной формы, которая в процессе измерения вводится в сопло 2 на печатающей головке 4. Концевой выключатель 1 установлен в корпусе, в котором предусмотрена направляющая для вертикального перемещения иглы 3.



а



б

Рис. 2. Опытный образец системы контроля диаметра сопла:
а – печатающая головка над иглой; б – игла вошла в сопло

В определенный момент времени игла 3 упирается в отверстие сопла 2 (рис. 2, б). Для дальнейшего определения диаметра d сопла сначала нужно определить угол конусности иглы. Расчетная схема для этого представлена на рис. 3.

При измерениях использованной в опытной установке иглы 3 были получены следующие числовые значения параметров:

$$d_1 = 0,42 \text{ мм}; d_2 = 1,15 \text{ мм}; L = 6,28 \text{ мм}.$$

Тогда угол α конусности можно определить из выражения:

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{(d_2 - d_1)}{2L} \quad (1)$$

Вся система закрепляется рядом со столом 5 3D-принтера или над ним, так чтобы сопло печатающей головки могло подъехать к игле 3.

Изготовленный опытный [3] образец предложенной системы контроля диаметра сопла FDM 3D-принтера и процесс измерения представлены на рис. 2 и 3.

В заданный момент процесса печати, или перед его началом, печатающая головка 4 становится над иглой 3 и стол 5 медленно движется вверх, игла 3 вводит в сопло 2 (рис. 2, а).

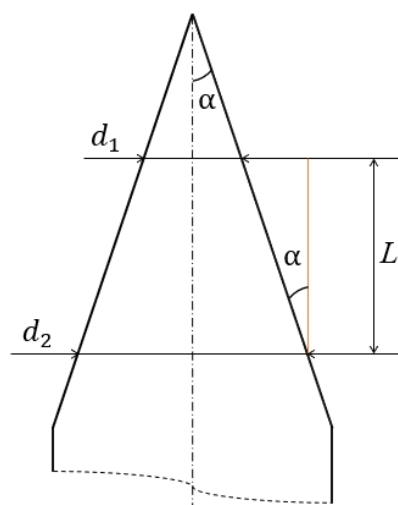


Рис. 3. Схема измерения угла α конусности иглы

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d_2 - d_1}{2L}\right) = \arctg\left(\frac{1,15 - 0,42}{2 \cdot 6,28}\right) = \\ = \arctg\left(\frac{1,15 - 0,42}{2 \cdot 6,28}\right) = 3,32^\circ \quad (2)$$

Схема измерения диаметра сопла представлена на рис. 4.

В соответствии с рис. 4 диаметр d сопла 1 можно определить из выражения:

$$d = 2 \cdot Z \cdot \tg(\alpha), \quad (3)$$

где d – диаметр сопла, Z – глубина вхождения иглы сопла.

При использовании иглы с $\alpha = 3,32^\circ$ получается:

$$d = 0,16 \cdot Z. \quad (4)$$

Результаты расчета диаметра исходя из величины перемещения Z представлены на рис. 5.

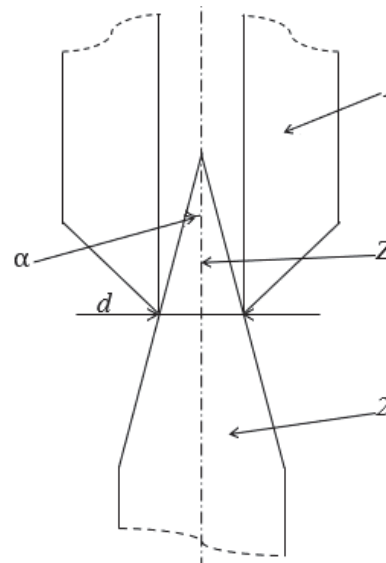


Рис. 4. Схема измерения диаметра сопла:
1 – сопло; 2 – игла

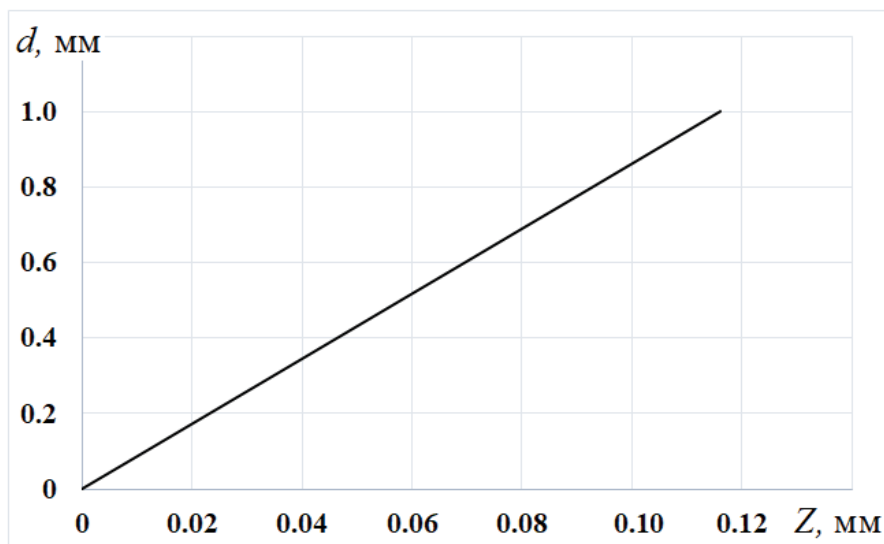


Рис. 5. Результаты измерения диаметра d исходя из величины перемещения Z

На рис. 5, видно, что с увеличением диаметра d сопла глубина Z вхождения иглы становится больше.

Таким образом, предложенный метод и конструкция для его реализации позволяют автоматически измерить диаметр сопла 3D-принтера и подать сигнал оператору на замену сопла. Это позволит сохранить качество печати на заданном уровне и снизить количество брака при печати.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корягина, О. М. Моделирование сборочных единиц и создание их чертежей в среде программы Autodesk Inventor / О. М. Корягина, С. В. Корягин // Cloud of science. 2018. №1. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/modeliro-](https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sborochnyh-edinit-i-sozdanie-ih-chertezhey-v-srede-programmy-autodesk-inventor)

- vanie-sborochnyh-edinit-i-sozdanie-ih-chertezhey-v-srede-programmy-autodesk-inventor (дата обращения: 17.06.2024).

2. Сагындыкова, Ж. М. Прибор измерения конусности отверстия / Ж. М. Сагындыкова, А. Ж. Касенов // Наука и техника Казахстана. – 2012. – № 3–4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pribor-izmereniya-konusnosti-otverstiya> (дата обращения: 17.06.2024).

3. Митин, В. Ю. Обзор оборудования, программного обеспечения, возможностей и этапов трехмерной печати / В. Ю. Митин // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2018. – № 2 (41). – URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-oborudovaniya-programmnogo-obespecheniya-vozmozhnostey-i-etapov-trehmer-](https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-oborudovaniya-programmnogo-obespecheniya-vozmozhnostey-i-etapov-trehmer-noy-pechaty)

4. Шемелюнас, С. С. Автоматизация сервисных функций в FDM 3D-принтере / С. С. Шемелюнас, А. В. Дроботов, Д. В. Самойлов // Известия ВолГГТУ : научный журнал № 3(250) / ВолГГТУ. – 2021. – С. 78–82. – DOI 10.35211/1990-5297-2021-3-250-78-82. – EDNOKQYQV.