

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ОСКОЛКОВА АЛЕКСАНДРА АНДРЕЕВИЧА  
«Управление температурой при экструзии полимерного материала в процессе  
трехмерной печати»,  
представленной в диссертационный совет Д ПНИПУ.05.04 на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами (в промышленности)

Диссертационное исследование А.А. Осколкова посвящено разработке метода управления температурой сопла малой массы, нагреваемого токами высокой частоты, с целью повышения физико-механических свойств изделий, изготовленных по технологии послойного наплавления (FDM/FFF). Особенности стандартных экструдеров, применяемых для послойного наплавления (FDM/FFF), не позволяют устранить проблемы, связанные с низкой точностью измерения температуры сопла и экструдруемого материала, что приводит к возникновению характерных дефектов, таких как отсутствие сплавления между валиками и слоями материала изделия, деформации изделия и т.д. В существующих прототипах экструдеров для послойного наплавления, использующих метод индукционного нагрева сопла, проблема заключалась в отсутствии методов измерения температуры объектов малой массы, обеспечивающих достаточную точность и скорость измерения. При этом процесс послойного наплавления, как правило, сопровождается изменением скорости печати и внешних условий, влияющих на температуру экструзии материала, что делает необходимой быструю корректировку температуры сопла и термопласта.

В работе содержится ряд оригинальных научных результатов, обладающих теоретической и практической значимостью. Решена задача управления температурой объекта малой массы (около 1 г) на примере сопла для трехмерной печати, за счет создания скоростной обратной связи. Разработан вихретоковый резонансный метод измерения температуры сопла на основе совместного анализа фазовых и амплитудных характеристик тока цепи индуктора при помощи АЦП. При этом на точность и скорость метода влияет характер применения цифрового фильтра и программного средства повышения разрядности АЦП (oversampling and averaging). Обеспечивается точность  $\pm 3$  °С при времени измерения 100 мкс и  $\pm 0.2$  °С при времени измерения 20 мс в диапазоне температур от 50 до 500 °С. Проблема нелинейной реакции объекта управления (сопла малой массы) на управляющее воздействие решена за счет

линеаризации САУ температуры, для чего использовались результаты математического моделирования процесса индукционного нагрева. Результаты моделирования соответствуют экспериментальным данным. Разработанный метод управления температурой прошел успешную опытно-промышленную апробацию и доказал свою эффективность. Сформулированные автором научные положения и выводы обоснованы и достоверны.

В качестве замечаний к автореферату стоит указать следующее:

- 1) отсутствует обоснование выбора именно метода индукционного нагрева для решения задачи скоростного регулирования температуры сопла;
- 2) не объясняется почему для создания скоростной обратной связи не использовалась пирометрия. Стоило кратко описать проблему, связанную с быстрым загрязнением поверхности сопла термопластом в процессе печати.

Однако, эти замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, на основании чего ее автор, Осколков Александр Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Директор  
ООО «Вятский аттестационный центр»  
д.т.н. профессор

  
Мелуков Валерий Васильевич

«24» 11 2021 г.

Подпись Мелукова В.В. заверяю:  
Руководитель Аттестационного центра  
по сварочному персоналу

  
Чуватин Вячеслав Иванович

«24» 11 2021 г.

Место работы:

ООО «Вятский аттестационный центр»

610033, Россия, Кировская область, г. Киров, ул. Московская, д.107Б, оф.402

Телефон: (8332) 25-19-25

E-mail: vcc.naks@mail.ru

