

УДК62-533.65: 536.2

М. А. Анкуда, ассист.; С. Е. Жарский, доц., канд. техн. наук;
Н. М. Олиферович, ассист. (БГТУ, г. Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКСТРУДЕРЕ 3D-ПРИНТЕРА

Одним из важнейших элементов в 3D-принтере является экструдер, то есть печатающая головка принтера. В экструдере электромотор приводит в движение шестерни, осуществляя подачу пластиковой нити в сопло. В сопле происходит плавка нити с последующей экструзией вязкого материала.

При разработке модели нагревателя головки, как объекта управления, вводят следующие допущения:

- пренебрегают неоднородностью элементов, т.е. используют усредненные теплотехнические параметры;
- считают нагреватель и все элементы теплотехнически тонким телом.

Эти допущения позволяют получить модель, удобную для дальнейшего исследования системы регулирования температуры.

Запишем уравнение энергетического баланса:

$$c_i m_i \frac{d\theta_i}{dt} + \alpha_i \theta_i F_i = P_i \pm \Delta P. \quad (1)$$

где c_i – усредненный коэффициент теплоемкости нагревательной головки экструдера; m_i – масса нагревательной головки; α_i – коэффициент теплоотдачи нагревателя; P_i – вводимая мощность; F_i – площадь поверхности нагревателя; ΔP – потери мощности.

Таким образом, передаточная функция примет следующий вид:

$$W_i(p) = \frac{1}{T_i p + 1}. \quad (2)$$

С учетом типа управляющего воздействия (вводимой мощности или температуры предыдущего элемента) запишем передаточные функции для каждого элемента нагревателя.

Для нагревателя передаточная функция будет иметь следующий вид:

$$W_{\text{нг}}(p) = \frac{1}{T_{\text{нг}} p + 1}. \quad (3)$$

Уравнение энергетического баланса для каждого последующего элемента нагревателя запишем в виде:

$$c_i m_i \frac{d\theta_i}{dt} + \alpha_i \theta_i F_i = \alpha_{i-1} \theta_{i-1} F_{i-1}. \quad (4)$$

где $\alpha_{i-1}\theta_{i-1}$ – вводимая мощность

А передаточные функция для элементов примут вид:

$$W_i(p) = \frac{\alpha_{i-1}F_{i-1}}{T_i p + 1}. \quad (5)$$

В связи с тем, что в данной работе рассматриваются нагревательные головки с различными температурными зонами, то в структуре объекта управления выделим отдельно каждый элемент, который соответствует определенной зоне профиля температур нагревательной головки, согласно структурной схеме отдельных элементов (рисунок 1).

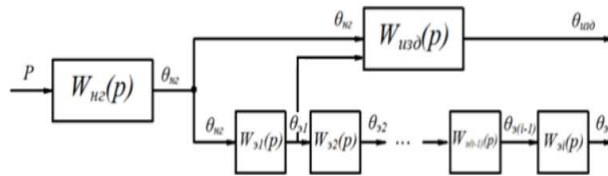


Рисунок 1 – Структурная схема нагревательной головки

Для данной структурной схеме в среде Simulink была разработана модель резистивного нагревателя головки экструдера. Построение такой модели позволяет исследовать динамическое изменение температуры в различных областях зоны нагрева экструдера 3D-принтера.

На рисунке 2, приведены временные диаграммы, иллюстрирующие возможности предлагаемой модели. Для удобства анализа полученных зависимостей изменения температуры (нагревателя, изделия, а также наиболее нагретого элемента головки) во время разогрева резистивного нагревателя характеристики выводятся на общий виртуальный осциллограф Scope1, что позволяет получить единую картину распределения температуры в пространстве нагревательной головки в динамике.

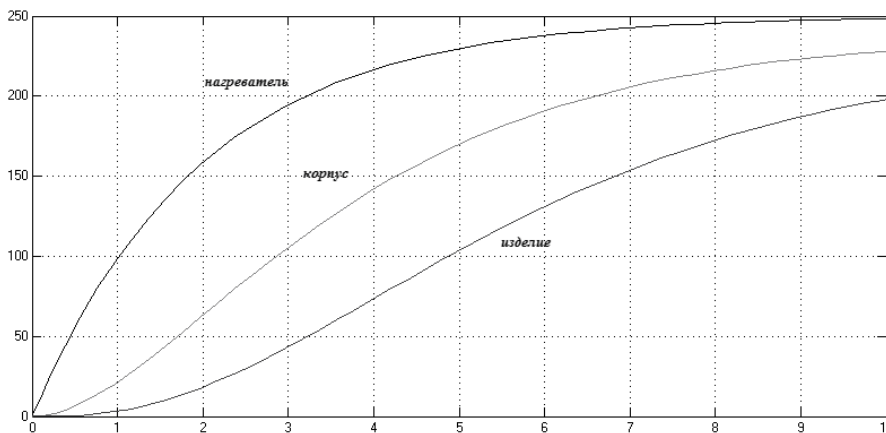


Рисунок 2 — Динамические характеристики температуры нагревателя, изделия и наиболее горячего элемента головки экструдера

Данная модель (рисунок 2) позволяет решать ряд актуальных задач, таких как: определение места установки датчика температуры; выбор значения превышения мощности в регуляторе; проверка выбора материалов нагревательной головки экструдера (не превышена ли максимальная температура на каждом из них); настройка системы управления температурой и отработка возможных возмущающих воздействий.

УДК 621.316.79

М. А. Анкуда, ассист.; С. Е. Жарский, доц., канд. техн. наук;
Н. М. Олиферович, ассист. (БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ПЛАВЛЕНИЯ ЭКСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА

Анализируя температурное поле и профиль температур вдоль головки экструдера 3D-принтера можно сделать вывод, что для оптимальной работы желательно иметь систему управления поддержания температуры разделенную на 2 подсистемы:

- 1) система поддержания высокой температуры в зоне нагрева и выдавливания пластика из сопла;
- 2) система стабилизации низкой температуры в зоне подачи пластикового прутка.

С целью реализации численного моделирования в пакете Matlab/Simulink была создана структура замкнутой системы управления с контролем и регулированием температуры как на рисунке 1.

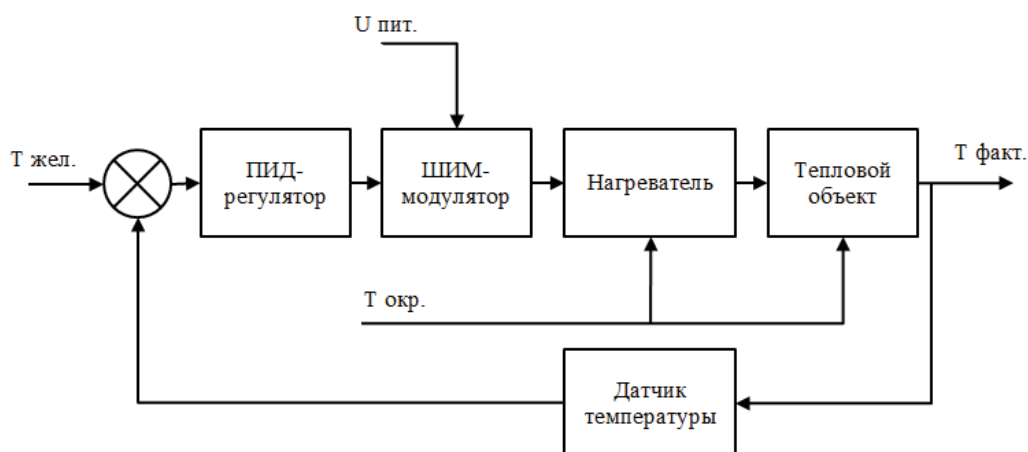


Рисунок 1 — Структурная схема системы автоматического регулирования температуры головки экструдера