



**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 55-ЛЕТИЮ КГЭУ**

Казань, 8-10 ноября 2023 г.

Материалы конференции



РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕЧИ ПО ТЕРМООБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

Маслов С. Ю.¹, Хамидуллин И.Н.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹saveli2000@gmail.com, ²ildar.ildar-xam2017@yandex.ru

Науч.рук. проф. Гильфанов К.Х.

В тезисе предложена электрическая принципиальная схема регулятора температур для печи по термообработке материалов, служащая для поддержания температуры на заданном производстве уровне. В ее состав входят: блок регистрации степени рассогласования температуры в печи относительно заданного уровня, блок формирования закона регулирования, блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером.

Ключевые слова: регулятор температуры, энергоэффективность, ПИД-закон регулирования, термообработка, электрические печи.

Электрическая энергия используется практически во всех сферах человеческой деятельности, начиная с электрочайников, телефонов, СВЧ печей, заканчивая огромными производственными цехами, заполненными различным электрооборудованием и приборами. Предприятия по термообработке материалов не являются исключением, так как в большинстве случаев в них используются как раз таки электрические печи. В процессе функционирования таких печей температура должна находиться на заданном технологией производства уровне, с небольшим колебанием параметра относительно требуемого уровня. Если это колебание будет достаточным, это также может привести к дополнительным потерям, что в свою очередь в мощных печах является достаточно критичным.

С целью обеспечения более точного регулирования температуры в промышленной печи и повышения тем самым ее энергоэффективности, в данной работе предложена следующая схема терморегулятора (см. рисунок).

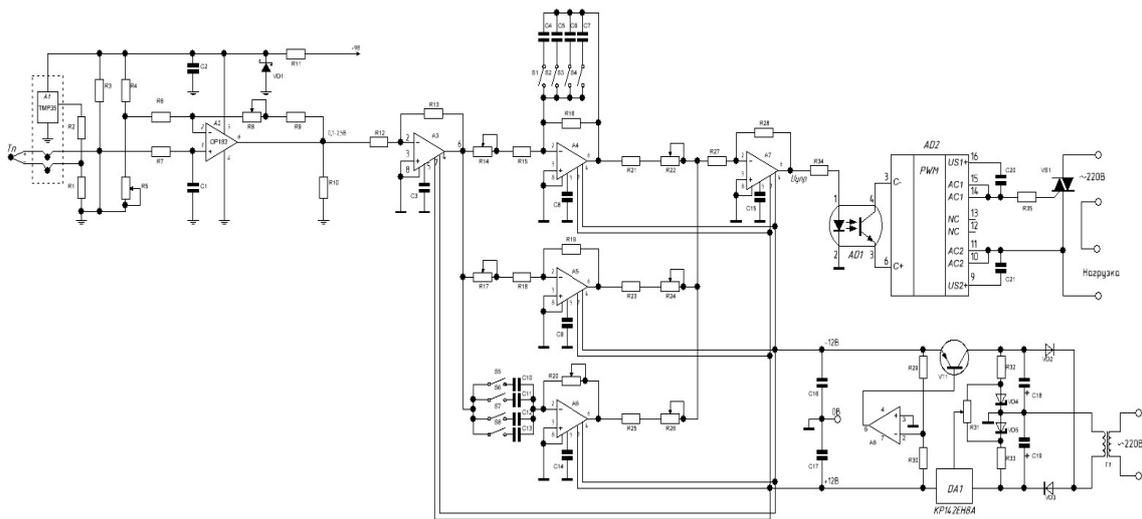


Рис. Схема регулятора температуры для печи по термообработке материалов

Она состоит из трех следующих блоков: блок регистрации степени рассогласования температуры в печи относительно заданного уровня, блок формирования закона регулирования, блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером. Рассмотрим каждый из них по отдельности[1]. Первый блок является измерительным и состоит из термопары (платина 13%+родий), которая как раз таки и осуществляет измерения в печи, полупроводникового датчика температуры *TMP35*, операционного усилителя (далее ОУ). Для электронной компенсации напряжения на холодном спае ее концы соединения проводов с термопарой помещаются в изотермический блок. Полупроводниковый датчик *TMP35*, обеспечивает компенсацию напряжения холодного спае, что позволяет получить фактическую температуру в печи. Учитывая, что выходной сигнал с термопары является достаточно низким (для данной термопары $11,2 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$), он усиливается при помощи ОУ, с заданным коэффициентом усиления[2].

Следующий блок формирует так называемый ПИД - закон регулирования, в него входят пропорциональное звено (схема инвертирующего усилителя на ОУ *A5*), интегрально звено (схема интегратора на ОУ *A4*), дифференциальное звено (схема дифференциатора на ОУ *A6*). Сигнал управления зависит от того насколько велико рассогласование (пропорциональная компонента), какая сохраняется длительность рассогласования (интегральная компонента) и, того насколько быстро происходит изменение рассогласования как быстро изменяется рассогласование (дифференциальная компонента) и вырабатывается регулятором. Для обеспечения требуемых параметров в схему управления параллельно включены конденсаторы с емкостями, находящимися в отношении

1:2:4:8. Они задают постоянную интегрирования и дифференцирования. На выходе данного блока также стоит схема инвертирующего усилителя[3].

Для обеспечения управлением нагрузкой в схеме используется блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером. Для того чтобы осуществить гальваническую развязку между схемой управления и силовой частью используется оптопара АОТ128, сигнал с которой подается на микросхему КР1182ПМ1. Далее сигнал управления при помощи симистора VD1 обеспечивает регулирование мощности на нагрузке.

В результате данной работы была представлена электрическая принципиальная схема терморегулятора для печей по термообработке материалов (мощностью порядка 5кВт), обеспечивающая высокую точность регулирования, работающая в диапазоне температур от 0°С до 500°С.

Источники

1. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие /А. А. Старостин, А. В. Лаптева. — Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2015. — 168 с.
2. Беленький А. М., Дубинский М. Ю., Ладыгичев М. Г., Лисиенко В.Г., Щелоков Я. М. Измерение температуры: теория, практика, эксперимент: Справочное издание: В 3-х томах. Т.2. Измерение температуры в промышленности и энергетике /Под ред. А. М. Беленького, В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2007. – 736 с.
3. Valentina Tomat, Marika Vellei, Alfonso P. Ramallo-González , Aurora González-Vidal, Jérôme Le Dréau, Antonio Skarmeta-Gómez Understanding patterns of thermostat overrides after demand response events // Energy and Buildings. - 2022. - №271.

Научное издание

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 55-ЛЕТИЮ КГЭУ

8-10 ноября 2023 г.

Материалы конференции

Публикуются в авторской редакции

Электронное издание

Подписано в печать 28.12.2023.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 42,2. Уч.-изд. л. 31,58.
Заказ № 501/эл.

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51



ISBN 978-5-89873-655-2

