

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:**  
**ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

18 грудня 2025 року



**Полтава 2025**

**УДК 621.78**

*В.М. Галай, к.т.н., доцент,*

*Д.В. Федончук, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЮ ЛІНІЄЮ**

Зростання точності термічної обробки, стабільності параметрів нагріву та повторюваності технологічних режимів зумовлює необхідність переходу до автоматизованих систем управління (АСУ) виробничими процесами.

Метою роботи є створення системи автоматичного керування електротермічною лінією, що включає гартівну піч, відпускну піч, гартівний бак, мийну машину, систему завантаження та допоміжні механізми. Задача АСУ полягає у забезпеченні підтримання стабільних температурних, часових і технологічних режимів, збиранні даних, візуалізації параметрів та оперативному реагуванні на аварійні ситуації. До основних цілей створення системи належать підвищення якості продукції, зниження впливу людського фактору, підвищення надійності обладнання та скорочення часу на діагностику та усунення несправностей. У роботі визначено вимоги до структури АСУ, яка має включати підсистеми керування лінією термообробки, завантаженням, гартівною піччю, гартівним баком, мийною машиною, відпускну піччю, баком охолодження та підсистемою візуалізації (АРМ оператора). Кожна підсистема виконує як локальні функції керування виконавчими механізмами, так і взаємодію з центральним контуром управління. Особливе місце відведено підсистемі збору та контролю значень температур, рівнів технологічних середовищ, що забезпечує повну інформаційну підтримку технологічного процесу. Для реалізації керування вибрано програмований логічний контролер (PLC) SIMATIC S7, який забезпечує необхідну надійність. Програмне забезпечення створено у пакеті Step7 із застосуванням мов ST та SCL. Для організації візуалізації технологічного процесу використано SCADA WinCC 6.0. Обмін даними між АРМ оператора і контролером організовано за протоколом Simatic S7 Protocol Suite. Такий комплекс дозволяє реалізувати повноцінну інтегровану систему керування електротермічною лінією. У технічній частині розроблено алгоритми функціонування основних вузлів лінії: клапанів, конвеєрів, нагрівачів та системи широтно-імпульсної модуляції. Для кожного блоку побудовано моделі з визначенням вхідних і вихідних сигналів, а також графів можливих станів. Проаналізовано алгоритм роботи блоку ШІМ, необхідний для керування силовими ключами нагрівачів печей. Значну увагу в роботі приділено математичному моделюванню теплових процесів у гартівній печі. Побудовано модель

нагрівання, що враховує інерційність об'єкта, динаміку роботи нагрівачів і вплив збурень. Визначено передавальні функції печі, нагрівача, температурного датчика та перетворювача. На основі моделі синтезовано систему автоматичного регулювання температури із застосуванням ПІД-регулятора. Досліджено особливості обмеження струму нагрівачів і розроблено варіанти структур регуляторів з додатковим зворотним зв'язком.

Результати моделювання підтвердили ефективність обраних принципів керування: запропонована САК забезпечує стабільність температур у печах, зменшує перерегулювання і прискорює вихід системи на робочий режим.

У результаті проєктована АСУ електротермічної лінії зменшує вплив людського фактора, підвищує надійність технологічного процесу, забезпечує стабільність температурних режимів і дозволяє своєчасно реагувати на аварійні ситуації. Це сприяє підвищенню якості продукції та оптимізації виробничого процесу термообробки.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Ладанюк А.П. *Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посібник.* – К. : Ліра-К, 2016. – 312 с.
2. Dorf R.C., Bishop R.H. *Modern Control Systems.* – 13th ed. – Pearson, 2017. – 1104 p.
3. Siemens AG. *SIMATIC S7 Automation System. System Manual.* – Germany, 2019.

#### **DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN AUTOMATED ELECTROTHERMAL LINE CONTROL SYSTEM**

*V.M. Galai, Ph.D., associate professor,*

*D.V. Fedonchuk, master's student*

*National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"*