

УДК 681.5.015.8

Захарчук О.Б., Маркіна Л.М., Смолянкін О.О.

Кафедра АУВП

Луцький Національний Технічний Університет

### **Дослідження перехідних характеристик та регуляторів за допомогою апаратних комплексів**

*Захарчук О.Б., Маркіна Л.М., Смолянкін О.О. Дослідження перехідних характеристик та регуляторів за допомогою апаратних комплексів. Статтю присвячено розгляду одного з основних питань автоматизації – підбору автоматичного регулятора. Також було розглянуто основні класи регуляторів і особливу увагу приділено дослідженню перехідних процесів та їх характеристик, оскільки це одні з основних критеріїв вибору автоматичних регуляторів.*

*Ключові слова: автоматизація, автоматичний регулятор, перехідні характеристики, апаратний комплекс.*

*Захарчук О.Б., Маркіна Л.М., Смолянкін А.А. Исследование переходных характеристик и регуляторов с помощью аппаратных комплексов. Статья посвящена рассмотрению одного из основных вопросов автоматизации - подбора автоматического регулятора. Также были рассмотрены основные классы регуляторов и особое внимание уделено исследованию переходных процессов и их характеристик, поскольку это одни из основных критериев выбора автоматических регуляторов.*

*Ключевые слова: автоматизация, автоматический регулятор, переходные характеристики, аппаратный комплекс.*

*Zakharchuk OB, Markina, LN, AA Smolyankin The study of transient characteristics and controls using hardware systems. Article considers one of the main issues of automation - automatic selection of the regulator. It was also considered major classes of regulators and special attention paid to study transition processes and their characteristics, as it is one of the main criteria for selecting automatic controls.*

*Keywords: automation, automatic regulator transient response, hardware system.*

**Постановка проблеми.** На даний час автоматизація все глибше входить у всі галузі виробництва. Однією з основних кінцевих задач будь-якої автоматизації є вибір автоматичного регулятора. Підбір правильного регулятора є однією з заповнених правильності функціонування системи, виключення в ній запізень та досягання точності регулювання також впливає на результати всього технологічного процесу. Метою даного дослідження є розробка методики вибору автоматичного регулятора та реалізація її за допомогою апаратного комплексу. Тому це завдання є актуальним не лише для навчання студентів, а й особливо важливе для подальшої роботи в галузі автоматизації.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз існуючих апаратних комплексів, які дозволяють проводити побудову, дослідження перехідних характеристик та підбір регуляторів показав ряд невирішених проблем, які потребують удосконалення, а саме: відсутність апаратної частини, що унеможливує значну зміну технічних умов, відсутність можливості змінювати конфігурацію або налаштування контролера.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з основних методик вибору автоматичного регулятора є побудова та дослідження перехідних характеристик.

Перехідний процес (рис.1.) — процес зміни в часі координат динамічної системи, який виникає при переході з одного усталеного режиму роботи на інший. У динамічній системі перехідний процес виникає під впливом збурюючих факторів, які змінюють їх стан, структуру або параметри, та внаслідок ненульових початкових умов.

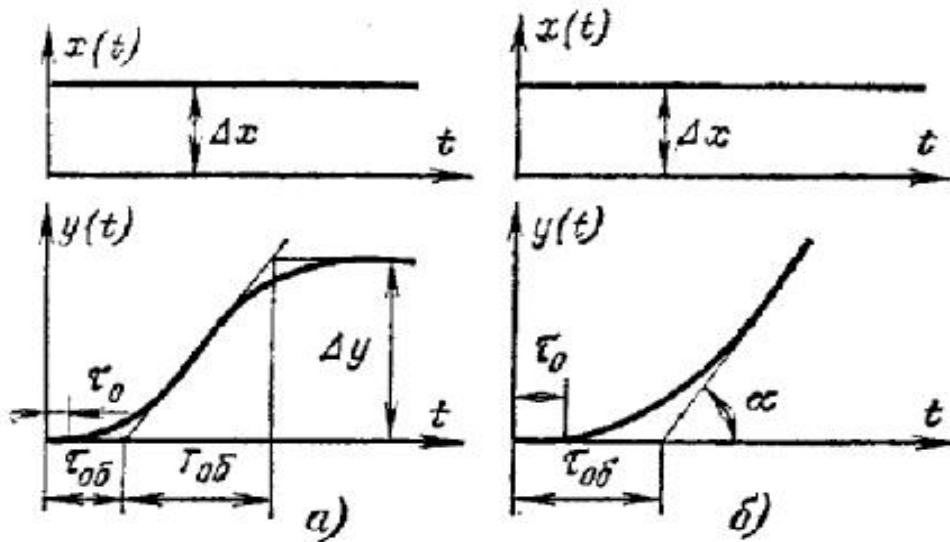


Рис. 1. Графік перехідних процесів: а – статичного об'єкту керування; б – астатичного

Залежно від характеру розрізняють такі перехідні процеси: коливальний, слабоколивальний, неколивальний.

Крім того, розрізняють ще й монотонні та немонотонні коливальні перехідні процеси.

Найважливіші характеристики перехідних процесів (реакції системи на одиничне збурення): пере регулювання, ступінь затухань перехідного процесу, логарифмічний декремент колювання, час перехідного процесу, коливальність, встановлена помилка системи.

Автоматичний регулятор — у системах автоматичного регулювання (САР) — пристрій, що виробляє керуючий сигнал для зміни (регулювання) вихідного параметра.

Класифікація регуляторів може здійснюватися за різними ознаками. За способом дії розрізняють регулятори прямої і непрямої дії. До регуляторів прямої дії відносять такі регулятори, у яких зусилля, необхідне для переміщення регулюючого органу, виникає за рахунок зміни вихідного параметра без підведення додаткової енергії. Зрозуміло, що в цьому випадку датчик (чутливий елемент) є одночасно і виконавчим механізмом.

На практиці ширшого застосування набули регулятори непрямої дії. Ці регулятори класифікуються за видом джерела енергії, що використовується для переміщення виконавчого механізму: електричні, гідравлічні, пневматичні і комбіновані.

Крім того, регулятори класифікуються на релейні, безперервні та імпульсні. Релейні регулятори називають ще позиційними. Вони не забезпечують якісного регулювання і застосовуються рідко, в основному на простих об'єктах.

Регулятори поділяють також на екстремальні і стабілізаційні. Екстремальні регулятори можуть використовуватися на об'єктах, що характеризуються екстремальною статичною характеристикою, положення якої в координатному просторі в залежності від зовнішніх впливів дрейфує у часі.

Найбільше поширення отримали стабілізуючі регулятори.

Стабілізуючі регулятори класифікуються на інтегральні (І), пропорційні (П), пропорційно-інтегральні (ПІ), пропорційно-диференціальні (ПД) і пропорційно-інтегрально-диференціальні (ПІД).

На даний час перехідні характеристики досліджують двома методами експериментальним і аналітичним.

При аналітичному визначенні перехідною характеристики потрібно знайти рішення диференціального рівняння САУ (елемента) при вхідному сигналі  $X_{вх}(t)=1(t)$  і нульових початкових умовах. Конкретні обриси характеристики  $h(t)$  залежать від динамічних властивостей САУ (елемента) і можуть бути досить різноманітними.

При експериментальному визначенні необхідно провести активний експеримент, і по його даних зазвичай графічно зображають перехідний процес.

Зараз автоматичні регулятори вибирають так, щоб як найкраще задовольнити необхідні умови експлуатації. Тобто, дотримання необхідної швидкості регулювання, точності регулювання, необхідні технічні та експлуатаційні вимоги та економічна ефективність.

Закони регулювання в автоматичних регуляторах підбираються аналітично або експериментально, але найчастіше використовують комбінований метод.

Наразі існує декілька лабораторних установок для дослідження перехідних характеристик і підбору регуляторів. Наприклад, стенд САК-1. Лабораторний стенд (рис.2.) ілюструє варіанти схеми стабілізації теплового режиму випрямного агрегату на тяговій підстанції електротранспорту із застосуванням примусового охолодження.



Рис.2. Стенд автоматичної системи стабілізації ТП

Стенд адаптований для реалізації температурного режиму випрямного агрегату в інтервалі від 60 до 110 градусів. За допомогою кнопок керування ВА-101, ВА-2, ВА-3 здійснюється пуск будь-якого з трьох випрямних агрегатів технологічного об'єкта, оснащених локальними системами стабілізації.

У відповідних вікнах і на табло інтерфейсу монітора відображаються основні електричні величини, формовані ПЕ і ПрЕ схеми (ПЕ - терморезистор; ПрЕ - вимірювальний міст, підсилювач напруги, підсилювач потужності). ПЕ величини струму в контактній мережі (перетворювач на базі резистора - шунта) і сигнали для сповіщення оператора у критичних ситуаціях, обумовлених перевищенням температури ВА гранично - допустимого рівня.

Основним недоліком цього стенду є відсутність апаратної частини, що унеможливило значну зміну технічних умов та скорочує можливості практичних навичок.

Також існує лабораторна установка на базі мікроконтролера «КонтрАС-500 О». До її складу входить: мікроконтролер «КонтрАС-500 О», електронно-обчислювальна машина, пристрій вводу-виводу, мнемосхеми та імітатор датчиків (рис.3.).

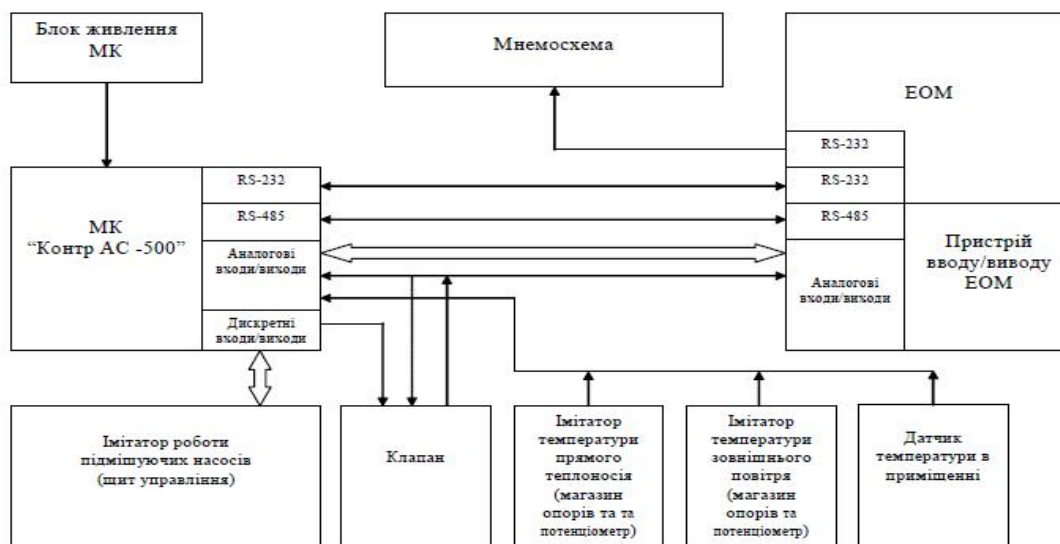


Рис.3. Структурна схема лабораторної установки на базі мікроконтролера «КонтрАС-500 О»

Дана установка моделює роботу системи опалення в режимі реального часу. Програмне забезпечення ЕОМ моделює роботу системи опалення і за допомогою пристроїв вводу-виводу видає електричні сигнали на мікроконтролер. В свою чергу, мікроконтролер відпрацьовує отримані дані від віртуальних датчиків та видає сигнал управління, які знову надходять у ЕОМ через порти вводу-виводу. Таким чином здійснюється система керування.

Крім програмного забезпечення для моделювання системи опалення на електронно-обчислювальній машині було встановлено SCADA -систему, яка дає можливість дистанційно контролювати роботу мікроконтролера: видавати сигнали на мнемосхему; спостерігати за значеннями температур в табличному та графічному видах; сигналізувати про аварійні ситуації та т. п.

Основним недоліком даної установки є відсутність можливості змінювати конфігурацію або настройки контролера.

Існує також лабораторна установка на базі мікроконтролера «МІК-21» (рис.4.).

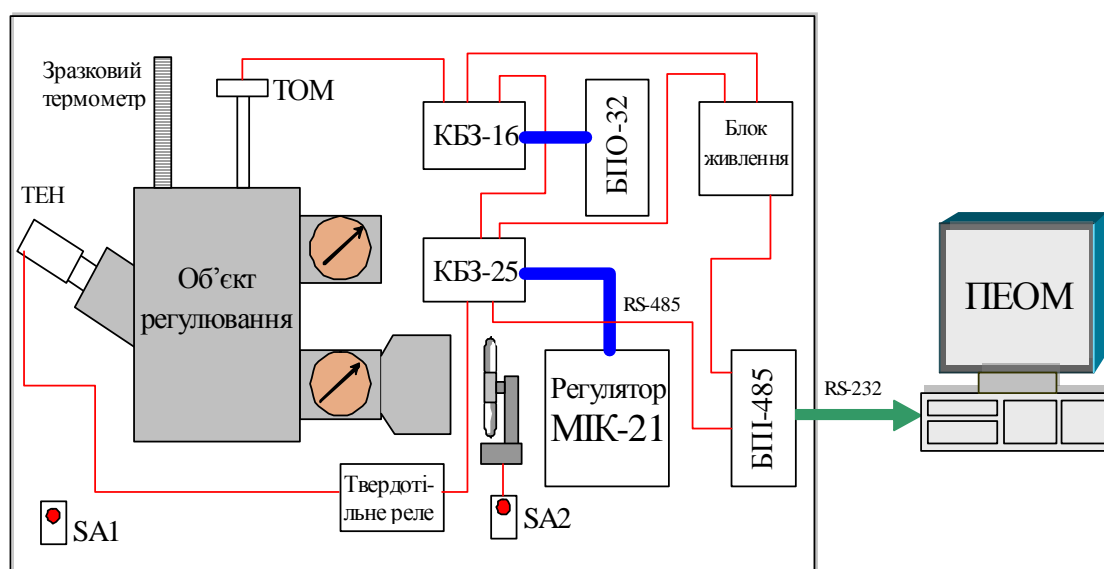


Рис.4. Лабораторна установка на базі мікроконтролера «МІК-21»

Дана лабораторна установка описує таку систему управління: об'єкт регулювання, давач температури (термоопір), перетворювач сигналів (БПО-32), регулятор «МІК-21», виконавчий пристрій (твердотільне реле) і регулюючий пристрій (паяльник у ролі нагрівального елемента).

Недоліком даної системи є відсутність можливості зміни конфігурації контролера та можливості проведення пасивного експерименту.

**Висновок.** Отже, як було розглянуто вище, підбір автоматичного регулятора та дослідження перехідних характеристик – одними з основних завдань автоматизації виробництва. Для їх реалізації присутні декілька лабораторних установок, які мають ряд недоліків. Тому ставиться завдання створення програмно-апаратного комплексу для дослідження перехідних характеристик і підбору автоматичного регулятора на базі якого можна реалізувати збір характеристик і підбір режиму роботи регулятора в реальному часі.

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Автоматизація і енергозбереження» для студентів спеціальності «Автоматизоване управління виробничими процесами»/Укл. В.Ф. Мисак, І.М. Голінко – Київ: НТУУ «КПІ», 2006.-31с.

2. Автоматизація неперервних технологічних процесів: навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів/Укл. Я.І. Проць, О.А. Данилюк, Т.Б. Лобур – Тернопіль: ТДТУ ім. І.Пулюя, 2008. –239с.

3. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации и ТП/ Клюев А.С., Глазов Б.В.-М: Рад. шк., 1990.-464с.

4. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування/ Попович М.Г., Ковальчук О.В. –К.:Либідь, 1997.-544с.

5. Самотокін Б.Б. Курс лекцій з теорії автоматичного керування (у 2-х частинах): Навч. посібник. Частина 1: Теорія лінійних систем автоматичного керування, - Житомир: ЖІТІ, 1997. – 301 с.

6. Теория автоматического управления. Ч. 1/ Под ред. А.В. Нетушила, - М.: Наука, 1986. – 615 с.

7. Теория автоматического регулирования/А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Высш. шк., 2004. – 365 с.

8. Современные системы управления/Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

9. Системы управления с обратной связью/Ч. Филлипс, Р. Харбор. Пер. с англ. Б.И. Копылова.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.