ПІДХОДИ ДО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У ВИРОБНИЦВІ КОМПОНЕНТІВ ДЕТОНУЮЧОГО СКЛАДУ

Т.М. Шевцова, А.А. Дегтяр, В.І. Середа
Шосткинский інститут Сумського державного університет
t.shevtsova@ishostka.sumdu.edu.ua

В даний час виробництво детонуючих складів є важливою галуззю оборонної промисловості. Детонуючий склад – порошкоподібна механічна суміш, що складається з перекрісталізованого октогена та алюмінієвої пудри, застосовується у виготовленні неелектричних систем ініціювання, для хвилеводів системи «Імпульс».

Октоген - потужна вибухова речовина. Володіючи високою щільністю та кращою термічною стійкістю в порівнянні з гексогеном, октоген в даний час все більше застосування знаходить у виготовленні термостійких боєприпасів.

Відомо кілька методів отримання октогена. В даний час октоген отримують уксусно-ангідридним способом шляхом нітролізу уротропіну з подальшим очищенням октогена-сирцю від домішок і перекристалізацією з ацетону.

За умови нітроліза уротропіну поряд з октогеном, гексогеном утворюються і нестійкі побічні домішки (ряд лінійних нітрамінів з різною довжиною ланцюга та з різними кінцевими ефірними групами, деякі циклічні та біциклічні нітраміни та ін.), що значно подовжують і ускладнюють ведення технології отримання чистого октогена. Недоліком вказаного способу отримання октогена є багатостадійность, тривалість, трудомісткість операцій, а отже, низька продуктивність процесу і висока собівартість продукту. Тому в даній роботі будемо розглядати метод отримання октогену перрекристалізацією з ацетону.

Крім того, сучасний ринок вимагає вдосконалення технологічного процесу виготовлення детонуючого складу та його здешевлення, що, в свою чергу, дозволить знизити витрати на виготовлення різних видів вибухової продукції. Це можливо лише за умови комплексного підходу до автоматизації виробництва та модернізації робочих місць.

Для реалізації цього завдання проведемо удосконалення виробництва в напрямку збільшення кількості автоматизованих етапів виробництва та збільшення точності регулювання важливих технологічних параметрів за рахунок впровадження промислових роботів маніпуляторів і побудови системи управління на основі програмованого логічного контролера.

Для поліпшення якості продукції, що випускається, необхідно підвищення точності регулювання технологічних параметрів. Основним показником, що відповідає за якість продукту, є температура в баці-кристалізаторі. Для підвищення точності регулювання необхідно отримати математичний опис об'єкта управління (експериментальним методом) і розрахувати установки регулятора (методом незатухаючих коливань (Циглера-Ніколса), методом ЛАЧХ (Солодовнікова)).

Перекристалізація продукту проходить в баці-кристалізаторі, що представляє собою закриту ємність з сорочкою для обігріву та оснащений лопатевою мішалкою, що здійснює 200 - 250 об / хв.

Підігрів розчину та підтримка температури в баці на рівні 25-45 ° С в процесі перекристалізації здійснюється парою, яка надходить в сорочку для обігріву. Температура пари на вході в апарат повинна знаходитись в межах від 50 до 90 ° С.

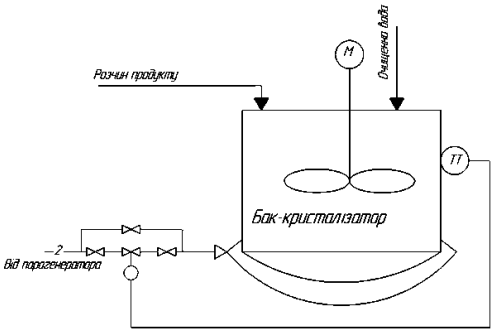

Рисунок 1 - Контур регулювання температури в баці-кристалізаторі.

В результаті проведення синтезу необхідно отримати перехідний процес з такими показниками:

- час перехідного процесу - tp ≤ 20 хв;
- перерегулювання - σ ≤ 25%.

Математична модель об'єкта управління у вигляді кривої розгону представлена на рисунку 2.

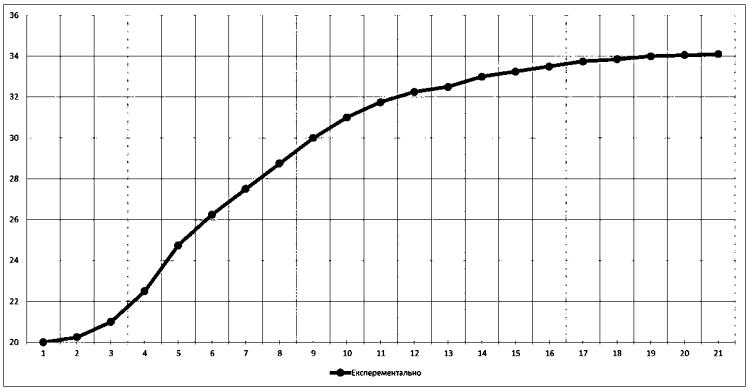

Рисунок 2 - Крива розгону об'єкта управління

Отримаємо передавальну функцію об'єкта управління на основі апроксимації "кривої розгону" з використанням методу Сімою. В ході проведених розрахунків виведена функція наступного виду:

$$W(s) = \frac{14,1}{14,462s^3 + 20,153s^2 + 8,21s + 1}$$

Перехідна характеристика побудована за умови використання передавальної функції та нормована крива розгону зображена на рисунку 3.

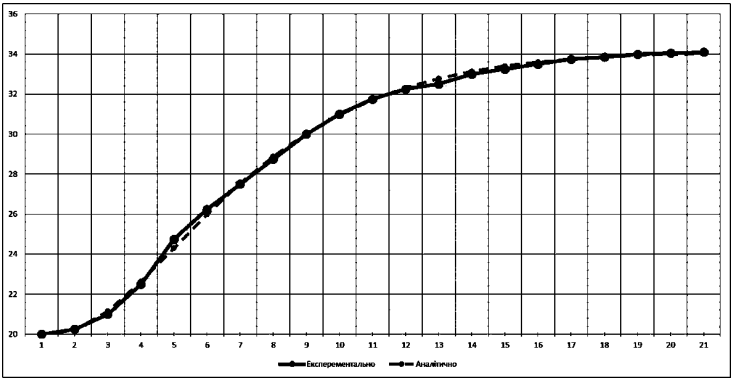

Рисунок 3 – Зіставлення перехідної характеристики, побудована за умови використання передавальної функції, та нормованої кривої розгону

З рисунка 3 видно, що криві розгону отримана експериментально і аналітично збігаються, їх можна вважати однаковими.

Визначимо параметри типового регулятора за методом незатухаючих коливань (Циглера-Ніколса). Проведемо розрахунок параметрів регулятора, що забезпечують оптимальне, за будь-яким критерієм якості, протікання перехідного процесу в системі.

Структурна схема моделювання в середовищі MatLab (Simulink) системи управління з ПІ-регулятором, настроєним методом незатухаючих коливань (Циглера-Ніколса) представлена на рисунку 2.

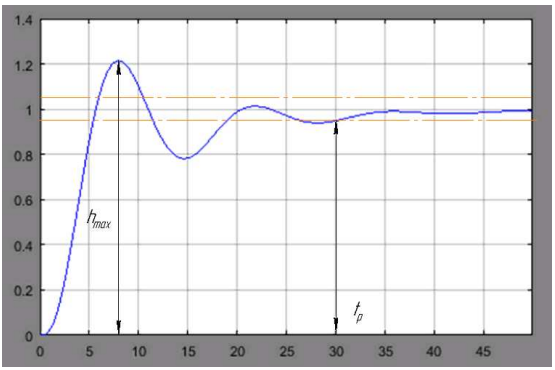

Рисунок 2 - Перехідний процес за умови розрахункових налаштувань

Аналізуючи перехідний процес, одержуємо такі показники:

- час перехідного процесу: tp = 30 хв;
- перерегулювання: σ = 21%.

Оскільки час перехідного процесу не відповідає заданим критеріям якості технологічного процесу, в пожежо-вибухонебезпечному виробництві може

призвести до виникнення аварійної ситуації. Розрахуємо регулятор методом Солодовнікова.

Використовуючи вираз передавальної функції бажаної (скоригованої) розімкнутої системи, отримуємо перехідну характеристику замкнутої системи, яка представлена на рисунку 3.

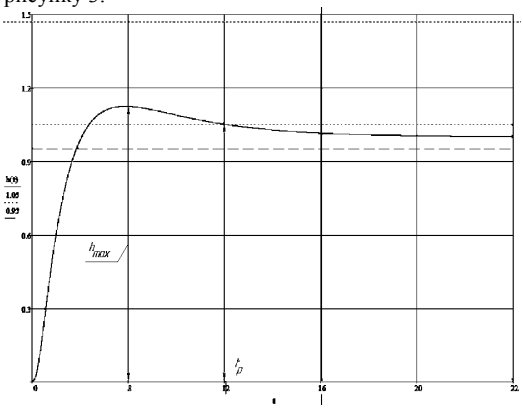

Рисунок 3 - Перехідний процес в скоригованій системі

Аналізуючи перехідний процес, одержуємо такі показники якості:

- час перехідного процесу: tp = 12 хв;
- перерегулювання: σ = 15%.

Таблиця 1 - Порівняльні характеристики показників якості системи

Метод синтезу	Показники якості	Одиниця виміру	Числові значення
Солодовнікова	перерегулювання	σ, %	15
	час перехідного процесу	t_p , хв	12
Незатухаючих коливань	перерегулювання	σ, %	21
	час перехідного процесу	t_p , хв	30

Порівнявши характеристики показників якості, наведених у таблиці 1 можна зробити висновок, що параметри регулятора розраховані методом Солодовнікова, на відміну від розрахунку методом незатухаючих коливань має показники, які задовольняють якість перехідного процесу. Тому в якості регулятора виберемо передавальну функцію регулятора отриману методом Логарифмічно-амплітуда-частотних характеристик.

Список літературних джерел:

1. Технологический регламент «Детонирующего состава». Шостка - ШКЗ «Импульс» 2003г.

2. Клюев А.С., Глазов Б.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. Под. ред.А.С.Клюев. - М.: Энергоатомиздат, 1990.-464 с.