

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМОВОГО СИГНАЛУ ДЛЯ КОРЕГУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ СПІВВІДНОШЕННЯ У МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕГУЛЯТОРА МІК-25

Ковалевський В. М.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКОВОГО СИГНАЛА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ КОЭФФИЦИЕНТА СООТНОШЕНИЯ В МИКРОПРОЦЕССОРНОМ РЕГУЛЯТОРЕ МИК-25

Ковалевский В. М.

ALGORITHM FOR DETERMINING THE CURRENT SIGNAL FOR CORRECTING THE RATIO FACTOR IN THE MICROPROCESSOR REGULATOR MIC-25

Kovalevsky V. M.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна,
kvmdom-46@ukr.net

Розглядається алгоритм для розрахунку значень струму, як вхідного сигналу в ланцюгу корегування коефіцієнту співвідношення витрат у контуру регулювання з регулятором МІК-25.

Ключові слова: алгоритм, визначення, значення струму, корегування співвідношення, МІК-25

Рассматривается алгоритм для определения значений тока для входного сигнала по цепи коррекции коэффициента соотношения расходов в контуре регулирования с регулятором МИК-25.

Ключевые слова: алгоритм, определения, входной сигнал тока, коррекция соотношения расходов

An algorithm is considered for determining the values of input current signals for a circuit for correcting the flow rate ratio in a control loop with a MIK-25 regulator.

Keywords: algorithm, considered, circuit, flow rate ratio, control loop, MIK-25 regulator

На виробництвах мінерального добрива амофос для процесу нейтралізації фосфорної пульпи за допомогою газу NH_3 використовуються швидкісні реактори нейтралізатори (рис. 1). Якість технологічного процесу нейтралізації фосфорної пульпи контролюється на виході з реактора нейтралізатора за допомогою вимірювання рН, яке залежить від співвідношення на вході у реактор значення витрати потоку аміаку з урахуванням відповідної витрати потоку фосфорної пульпи.

Збурення значення рН нейтралізованої пульпи також залежить і від коливань хімічного складу потоку фосфорної пульпи на вході у реактор нейтралізатор. Витрата пульпи визначається режимами *max*, *min* або робочої продуктивності технологічного процесу у реактора. На схемі автоматизації процесу нейтралізації (рис. 2) витрата

аміаку на вході у реактор нейтралізатор регулюється регулятором МІК-25 (поз. 4-3) згідно значення коефіцієнту співвідношення витрат і відносно значення вимірюваної витрати потоку фосфорної пульпи (поз. 3-1) на вході у реактор нейтралізатор та корегувального сигналу від вимірювача рН (поз. 5-1).

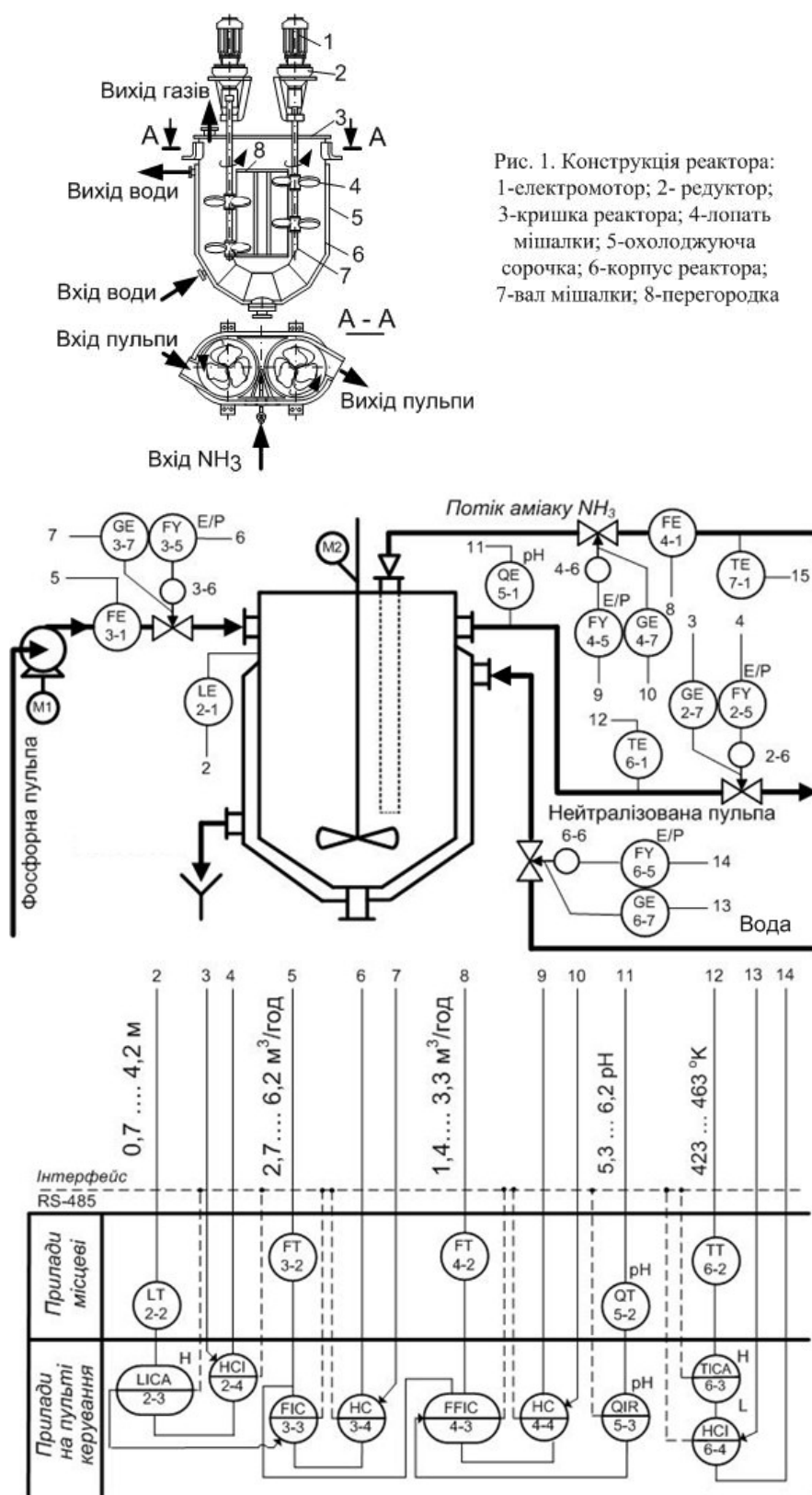


Рис. 2. Схема автоматизації процесу нейтралізації фосфорної пульпи в реакторі нейтралізаторі

Комплект технічних засобів (поз. 5-1), (поз. 5-2) та мікропроцесорний прилад (поз. 5-3) ПП-110 МІКРОЛ в схемі автоматизації (рис. 2) утворюють контур контролю рН пульпи на виході реактора нейтралізатора. Вихідний струмовий сигнал приладу (поз. 5-3) подається на вхід регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3), як сигнал для автоматичного корегування коефіцієнту співвідношення витрат у регулятора МІК-25.

Після етапу проектування схеми автоматизації та виконання монтажних робіт по технічним засобам і приладам завжди настає етап робіт по налаштуванню струмів для ланцюгів у мікропроцесорних регуляторів і приладів. Основна задача даної роботи була визначена необхідністю розробити алгоритм для розрахунків числових значень струмового сигналу для ланцюга корегування у регулятора коефіцієнту співвідношення витрати NH_3 , відповідно до вимірюваних значень рН. Значення струмового сигналу у ланцюгу корегування коефіцієнту співвідношення повинні залежати і змінюватися від значень рН, які показує цифровий дисплей приладу (поз. 5-3) і які передаються по інтерфейсу RS-485 до керуючого комп'ютера.

Контур контролю рН у даній роботі розглянуто для сучасного мікропроцесорного приладу ПП110 МІКРОЛ (поз. 5-3) з підключеним блоком вимірювання ПП110-1 (поз. 5-1) та блоком ПП110-2 (поз. 5-2) нормалізації сигналу про вимірюване значення рН на виході реактора. Сучасні мікропроцесорні технічні засоби МІКРОЛ у контур контролю параметру технологічного процесу можна прилад (поз. 5-3) налаштувати на вихідний струмовий сигнал в діапазоні 4...20 мА. Для налаштування ланцюга корегувального сигналу треба визначити рівняння, тобто функцію залежності значень струму на вході у регулятор МІК-25 від числових значень рН, котрі показує цифровий дисплей приладу (поз. 5-3).

Для визначення якості розробленого алгоритму по розрахунку значень струму для ланцюга корегування у автоматичного регулятора співвідношення МІК-25 в роботі розглядається 2 варіанта числових розрахунків та їх порівняльний аналіз. Фахівцям з автоматизації процесів відомо, що сигнали між приладами у ланцюгу контуру схеми контролю параметру повинні змінюватися лінійно згідно такої залежності

$$Y = A + B \cdot X \quad (1)$$

де Y – значення вихідного сигналу (струму мА) з приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}); X – значення рН нейтралізованої пульпи на дисплею приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}); A , B – числові коефіцієнти у залежності (1).

Для розрахунку числових коефіцієнтів A , B у залежності (1) як, функції для струму $Y = f(\text{pH})$ в даній роботі був використаний числовий метод «обраних точок» [1] згідно до якого можна для залежності (1) записати наступні рівняння у такому вигляді

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (2)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3)$$

де X_0 – початкове значення рН по шкалі дисплея приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}); X_K – кінцеве значення рН по шкалі дисплея приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}); Y_0 – початкове значення струмового сигналу на виході з приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}); Y_K – кінцеве значення струмового сигналу на виході з приладу (поз. 5-3 QIR^{pH}).

Для обчислення коефіцієнтів A та B у рівняннях по методу «обраних точок» і даним з табл. 1 виконаємо 2 варіанта порівняльних розрахунків і результати у вигляді числових даних зафіксуємо у таблицях 2 та 3.

Таблиця 1. Данні для виконання розрахунків коефіцієнтів у рівняннях (2) та (3)

Варіанти розрахунків	Значення для виконання розрахунків			
	Значення шкали дисплея приладу (поз. 5-3)		Значення струму на виході приладу (поз. 5-3)	
Розрахунок № 1	X_0	1 рН	Y_0	4 mA
	X_k	10 рН	Y_k	20 mA
Розрахунок № 2	X_0	3 рН	Y_0	4 mA
	X_k	8 рН	Y_k	20 mA

Розрахунок № 1 передбачає, що при визначенні залежності струму для ланцюга корегування коефіцієнту співвідношення витрат можливо у приладу ПП-110 (поз. 5-3) налаштувати шкалу цифрового дисплею на значення від 1,0 рН до 10,0 рН, а вихідний струмовий сигнал буде стандартним (4...20 mA). Згідно числових даних з табл. 1 для рівнянь (2) і (3) можна записати по методу «обраних точок» наступну систему:

$$4,0 = A + B \cdot 1,0 \quad (4)$$

$$20,0 = A + B \cdot 10,0 \quad (5)$$

і по розрахунку числових значень отримуємо значення для коефіцієнтів ($A = 2,223$) та ($B = 1,777$), тобто рівняння (1) для функції залежності струму $Y = f(\text{pH})$ у ланцюгу корегування коефіцієнту співвідношення витрат для регулятора буде мати наступний вигляд:

$$Y = 2,223 + 1,777 \cdot X \quad (6)$$

За допомогою рівняння (6) далі для аналізу і побудування графіка статичної характеристики розраховуємо числові значення струмів для ланцюга корегування коефіцієнту співвідношення витрат у регулятора МІК-25 (поз. 4-3) і записуємо значення струмів для відповідних рН у вигляді табл. 2.

Таблиця 2. Дані для ланцюга корегування по розрахунку № 1

X рН	5,3	5,39	5,48	5,57	5,66	5,75	5,84	5,93	6,02	6,11	6,2
Y mA	11,641	11,801	11,960	12,120	12,280	12,440	12,600	12,760	12,878	13,080	13,240

Згідно даних з табл. 1 розрахунок № 2 передбачає, що при визначенні струму для ланцюга корегування коефіцієнту співвідношення витрат можливо у приладу ПП-110 (поз. 5-3) налаштувати шкалу цифрового дисплею на значення від 3,0 рН до 8,0 рН, а вихідний струмовий сигнал буде стандартним (4...20 mA). Згідно числових даних по табл. 1 для рівнянь (2) і (3) можна записати по методу «обраних точок» наступну систему:

$$4,0 = A + B \cdot 3,0 \quad (7)$$

$$20,0 = A + B \cdot 8,0 \quad (8)$$

і по розрахунку числових значень отримуємо значення для коефіцієнтів ($A = -5,6$) та ($B = 3,2$), тобто рівняння (6) для залежності струму $Y = f(\text{pH})$ у ланцюгу корегування коефіцієнта співвідношення витрат для регулятора буде мати інший вигляд:

$$Y = -5,6 + 3,2 \cdot X \quad (9)$$

За допомогою рівняння (9) далі для аналізу і побудування графіка статичної характеристики розраховуємо числові значення струмів для ланцюга корегування коефіцієнту співвідношення витрат у регулятора МІК-25 (поз. 4-3) і записуємо значення струмів для відповідних рН у вигляді табл. 3.

Таблиця 3. Дані для ланцюга корегування по розрахунку № 2

X рН	5,3	5,39	5,48	5,57	5,66	5,75	5,84	5,93	6,02	6,11	6,2
Y мА	11,36	11,648	11,939	12,224	12,512	12,80	13,088	13,376	13,664	13,952	14,24

Для візуального аналізу числових даних для струмів у ланцюгу корегування по розрахунках №1 та № 2, записаних у таблицях 2 і 3 побудуємо графіки статичних характеристик (рис. 3). Відмінність статичних характеристик, отриманих у розрахунках № 1 та № 2 і зображених на (рис. 3), можна оцінити по числових показниках коефіцієнтів чутливості струмового сигналу у ланцюгу корегування коефіцієнта співвідношення витрат коли змінюється вимірюване значення рН. Коефіцієнт чутливості ланцюга зі струмом – це відношення значення інтервалу змінювання струму в ланцюгу на відповідне змінювання вимірюваного параметру контуром контролю рН, що і визначає така залежність

$$K = (\Delta_{\text{mA}}) / (\Delta_{\text{pH}}) \quad (10)$$

де Δ_{mA} – інтервал змінювання значень струму у ланцюгу корегування в (мА); Δ_{pH} – відповідний інтервал змінювання значень вимірюваного параметру в (рН).

Для розрахунку № 1 і статичної характеристики 1 на (рис. 3) значення Δ_{mA} та Δ_{pH} можна визначити за допомогою даних записаних у таблицю № 2 і відповідно отримуємо наступні значення:

$$\Delta_{\text{mA}} = 13,240 - 11,641 = 1,599 \text{ мА} \quad (11)$$

$$\Delta_{\text{pH}} = 6,2 - 5,3 = 0,9 \text{ рН} \quad (12)$$

За допомогою значень розрахованих по (11) і (12) ми визначаємо коефіцієнт чутливості:

$$K_1 = 1,599 / 0,9 = 1,776 [\text{мА} / \text{рН}] \quad (13)$$

Для розрахунку № 2 і статичної характеристики 2 на (рис. 3) значення Δ_{mA} та Δ_{pH} можна визначити за допомогою даних записаних у таблицю № 3 і відповідно отримуємо наступні значення:

$$\Delta_{\text{mA}} = 14,24 - 11,641 = 2,599 \text{ мА} \quad (14)$$

$$\Delta_{\text{pH}} = 6,2 - 5,3 = 0,9 \text{ рН} \quad (15)$$

За допомогою значень розрахованих по (14) і (15) ми визначаємо коефіцієнт чутливості:

$$K_2 = 2,599 / 0,9 = 2,888 \text{ [mA / pH]} \quad (16)$$

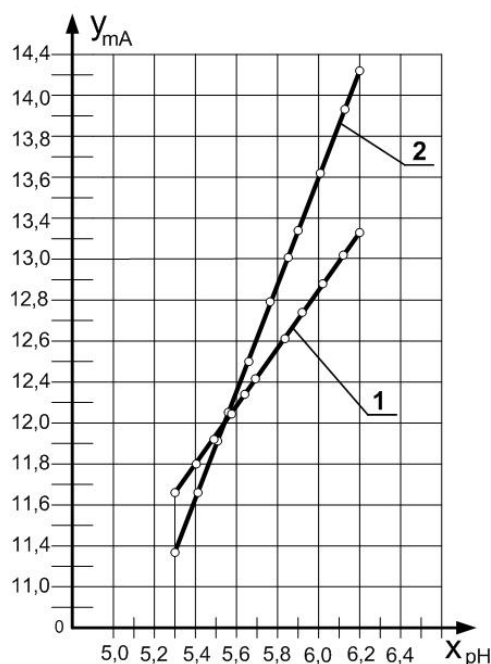


Рис. 3. Статичні характеристики струмів для ланцюга корегування коефіцієнту співвідношення витрат у автоматичного регулятора

Таблиця 4. Паспорт контуру контролю рН нейтралізованої пульпи.

Характеристики технічних даних ТЗА контуру контролю рН						
Позиції ТЗА на схемі автоматизації	Назва вимірюваного параметру		Значення технологічного параметру		Сигнали до ТЗА	
поз. 5-1, поз 5-2, поз. 5-3 (QIR ^{pH})	Значення рН нейтралізованої пульпи на виході реактора		MIN	MAX	Вхід	Вихід
			5,3 рН	6,2 рН	5,3...6,2 рН	4...20 mA
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	Місце встановлення ТЗА		Живлення ТЗА	
	Рис. 3 Крива – 2	Табл. №4				
	Функція для струму на вході у ланцюг корегування		На пульту керування процесом реактора-нейтралізатора		Струм	Змінний
	$Y_{mA} = - 5,6 + 3,2 \cdot X_{pH}$				Напруга	220 V

По числовим значенням розрахованих K_1 та K_2 легко бачити що коефіцієнт чутливості $K_2 = 2,888$ більше в 1,626 рази більше ніж $K_1 = 1,776$. Відповідно можна зробити висновок, що на етапі налаштування для експлуатації контуру вимірювання

pH нейтралізованої пульпи і налаштування струму у ланцюга корегування коефіцієнта співвідношення витрат потрібно цифровий дисплей приладу (поз. 5-3) налаштовувати на інтервал від 3,0 pH до 8,0 pH. По використаним даним у роботі для розрахунків та отриманих результатів складено таблицю-паспорт (табл. № 4) для етапу експлуатації контуру контролю pH нейтралізованої пульпи на виході реактора нейтралізатора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковалевський В. М. Технічні засоби автоматизації: Визначення характеристик сигналів приладів та пристроїв у контурах контролю і керування процесом технологічного апарату [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв» / В. М. Ковалевський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 163 с. Бібліогр.: с. 153. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29682> (дата звернення 22.03.2021 р.).

ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ В СХЕМІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ У ПРОЦЕСІ СТАБІЛІЗАЦІЇ СИРОЇ НАФТИ

Ковалевський В. М., Мазурик В. І.

ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ В СХЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ У ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ СЫРОЙ НЕФТИ

Ковалевский В. М., Мазурик В. И.

PROTECTION FUNCTIONS IN THE AUTOMATION SCHEME FOR FAILURE OF THE CRUDE OIL STABILIZATION PROCESS

Kovalevsky V. M., Mazuryk V. I.

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Київ, Україна

kvm-dom-46@ukr.net

Розглядаються в даній роботі схема автоматизації і функції системи захисту для електромоторів та технічних засобів по регулюванню параметрів при аварійній ситуації в процесі стабілізації сирої нафти.

Ключові слова: сира нафта, процес стабілізації, аварійна ситуація, автоматизація, система захисту