

УДК 681.586.5

К.О. Журавель, О.М. Хутренко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАМКНУТИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ**

*У статті досліджуються замкнуті універсальні системи автоматичного дозування на базі дозуючих пристроїв з єдиним вихідним параметром.*

**Ключові слова:** система автоматичного дозування, дозуючий пристрій, вихідний параметр

### **Вступ**

**Постановка задачі.** Реалізація практично всіх відомих методів очищення промстоків гальвановиробництва пов'язана з необхідністю організації контурів дозованої подачі рідких хімреагентів в очисні установки або в заданих технологічним регламентом кількостях (при використанні фізико-хімічних методів), або в кількостях, визначуваних в процесі автоматичного регулювання параметрів процесу очищення (при використанні хімреагентних і електрохімічних методів). У останньому випадку основними регульованими параметрами є кислотність вод рН і концентрація забруднюючих компонентів. Таким чином актуальною задачею є створення конкурентоздатного однотипного устаткування дозування для автоматизації виробничих технологічних процесів (ТП), що містять контури дозованої подачі рідин.

**Аналіз літератури.** В джерелах [1 – 5] описуються принципи дії та побудови замкнутих систем автоматичного дозування.

В [1] – описані теоретичні основи побудови ваг, вагових дозаторів, систем зважування та дозування; у [2] – висвітлені питання автоматизації вагових систем; в [3] – викладені технічні вимоги до ваг

статичного зважування; в [4] – розглянуті метрологічні характеристики автоматизованих дозаторів; в [5] – розкриті індивідуальні системи дозування рідини.

Але в цій літературі не розглядається технологія побудови систем автоматизованого дозування (САД) рідин, що виконується у вигляді сукупності дозуючого пристрою (ДУ) як об'єкту управління і пристрою управління (ПУ), що забезпечує управління виконавськими органами ДУ по заданому алгоритму.

**Мета статі.** Дослідження принципів побудови, методики проектування і апаратурної реалізації гами САД рідин широкого призначення.

### **Основний матеріал**

Об'єкти очищення промстоків гальвановиробництва володіють інерційним запізнюванням і параметричною нестаціонарною.

Тому переважним для такого роду об'єкт управління (ОУ) є принцип дозування, заснований на використанні замкнутих по вихідному параметру універсальних систем автоматичного дозування (САД) на базі дозуючого приладу( ДП) з єдиним вихідним параметром.

Для визначення такого параметра встановимо зв'язок між об'ємом дози  $V_d$ , що відпускається споживачеві за час  $T_d$  циклу порційного дозування, і поточною (за часом  $t$ ) величиною витрати  $Q(t)$  на виході дозуючого пристрою (ДП).

Шуканий зв'язок між вказаними параметрами існує і є однозначною при використанні запропонованого нового способу порційного дозування. Даний спосіб (рис. 1) припускає, по-перше, одночасне виконання операцій порційного дозування - транспортування рідини, відмірювання дози, і її видачу. По-друге, цей спосіб полягає в тому, що відмірювання дози проводиться таким чином.

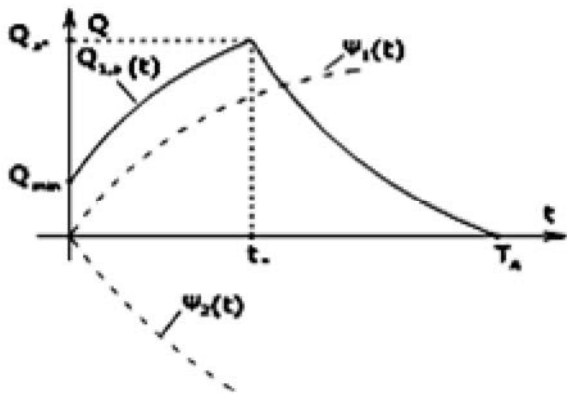


Рис. 1. Спосіб порційного дозування

Миттєву величину витрати  $Q(t)$  змінюють за допомогою її автоматичного програмного регулювання по заданому закону:  $Q(t) = Q_3(t)$ . Витрату  $Q(t)$  спочатку збільшують протягом часу  $t^*$  від його початкового (у момент часу  $t=0$ ) мінімального значення  $Q_{min}$  до деякого, фіксованого для кожної дози, заданого значення  $Q_{3*}$ , а потім зменшують до нуля. Вказані зміни  $Q(t)$  формуються за допомогою показаних на рис. 1 пунктирної лінії, що монотонно зростає,  $\psi_1(t)$  і монотонно убиває,  $\psi_2(t)$ , базових функцій, що мають нульовий корінь.

Таким чином, контроль і управління процесами як порційного, так і безперервного дозування можна вести по єдиному вихідному параметру – миттєвій величині витрати  $Q(t)$  рідини.

При безперервному дозуванні витрата  $Q(t)$  повинна підтримуватися на заданому постійному рівні

$$Q(t) = Q_{3*} = \text{const},$$

що визначає продуктивність дозуючого пристрою (ДП).

При порційному дозуванні параметр  $Q(t)$  повинен змінюватися по заданих -  $Q_{1,3}(t)$  і  $Q_{2,3}(t)$  законам:

$Q(t) = Q_{1,3}(t) + Q_{2,3}(t)$ , где  $Q_{1,3}(t) \equiv Q_{min} + \psi_1(t)$  – при  $0 < t \leq t^*$ ,

$Q_{2,3}(t) \equiv Q_{3*} + \psi_2(t - t^*)$  – при  $t^* \leq t \leq T_d$ .

При цьому об'єм дози і час дозування можуть змінюватися в широких межах за рахунок зміни базових функцій  $\psi_1(t)$  і  $\psi_2(t)$  і параметра завдання дози  $Q_3$ .

З обліком (1) об'єм дози  $V_d$ , що відпускається споживачеві за час  $T_d$  циклу порційного дозування, пов'язаний з витратою  $Q(t)$  співвідношенням:

$$V_d = \int_0^{t^*} Q_{1,3}(t) dt + \int_{t^*}^{T_d} Q_{2,3}(t) dt = \int_0^{t^*} [Q_{min} + \psi_1(t)] dt + \int_{t^*}^{T_d} [Q_{3*} + \psi_2(t - t^*)] dt \quad (2)$$

де час  $t^*$  зміни витрати у бік його збільшення і повний час дозування  $T_d$  визначаються з граничних умов:

$$Q_{1,3}(t^*) \equiv Q_{min} + \psi_1(t^*) = Q_{3*};$$

$$Q_{2,3}(T_d) \equiv Q_{3*} + \psi_2(T_d - t^*) = 0. \quad (3)$$

На рис. 2, а показана схема конструкції проточного перетворювача миттєвої величини витрати  $Q(t)$  в тиск  $p(t)$  стислого повітря, що є замкнутою ємністю (ДЕ) дозування 1 з вхідним патрубком 2 і коротким циліндровим зливним насадком 3.

Принцип дії перетворювача заснований на підвищенні тиску  $p$  стислого повітря в газовому просторі дозуючої ємності (ДЕ) при подачі рідини, що дозується, через вхідний патрубок 2 і далі, через насадок 3, - до споживача.

Закінчення рідини з дозуючої ємності має стабільний характер (відбувається із заповненням нею внутрішній порожнини насадка і супроводжується підвищенням тиску  $p$  при витратах  $Q$ , що перевищує деяке мінімальне значення  $Q_{min}$  (зону нечутливості перетворювача), яка залежить від конструктивних параметрів дозуючої ємності і може бути визначена із статичної характеристики перетворювача.

Для вибору величин конструктивних параметрів дозуючої ємності (ДЕ) і оцінки їх впливу на точність дозування отримані статична і динамічні характеристики перетворювача.

Для цього використовувалися його розрахункова схема (рис. 2, б) і двухзвена структурна схема (рис. 2, в).

У розрахунковій схемі, з метою спрощення викладень, прийнята за основу циліндрова форма дозуючої ємності

(ДЕ). Структурна схема (рис.2, в) складена по відношенню до дії перетворювача, що управляє (вхідному), у вигляді приросту притоки  $Dq_1 = q_1 - q_{1,0}$  рідини в ДЕ і до вихідних параметрів у вигляді приростів тиску  $Dp = p - p_0$  (для ланки 1) і витрати на виході ДЕ  $Dq_2 = Q_2 - Q_{2,0}$  (для ланки 2), де  $p_0$  - стале значення тиску  $p$ , відповідне постійним за часом  $t$  (сталим) величинам притоки  $Q_{1,0}$  і витрати  $Q_{2,0}$  рідини:

$$Q_{1,0} = Q_{2,0} = Q_0 = \text{const}.$$

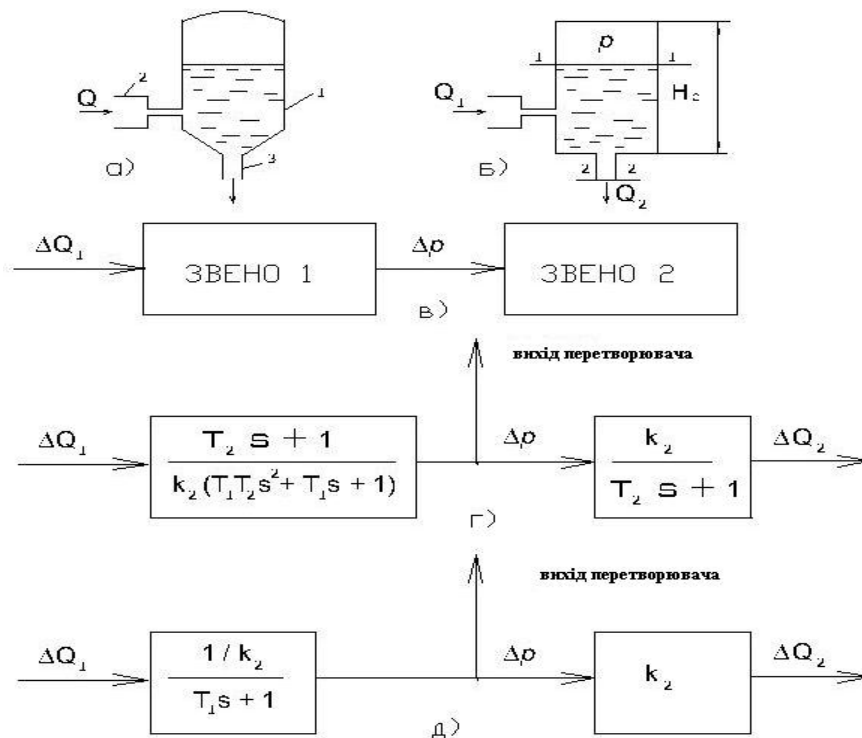


Рис. 2. Схеми перетворювача:

а – принципова, б – розрахункова, в, г, д – структурні

## Висновки

1. Дослідження показали можливість побудови однотипних уніфікованих систем дозування у вигляді сукупності технологічних елементів ДУ, створюючих ОУ, і пневматичного (або пневмоелектронного) УУ.

2. Впровадження даного методу забезпечує необхідну точність і широкий діапазон дозування; допустимість розфасовки рідин в тару різного об'єму і конфігурації.

3. Використання такого способу дозування дає можливість використання однотипного устаткування на рідинах з широким спектром зміни фізико-хімічних властивостей; плавність регулювання і оперативного налаштування, як величини дози, так і верхньої межі діапазону дозування.

## Список літератури

1. Ваги, вагові дозатори, системи зважування та дозування. Довідник / Під редакцією М.П. Нікітінського. – Одеса: Астропринт, 2001. – 583 с.
2. Гроссман Н.Я. Автоматизированные системы взвешивания и дозирования / Н.Я. Гроссман, Г.Д. Шнырев. – М. Машиностроение. 1988. – 521 с.
3. ГОСТ 29329-92 Ваги для статичного зважування. Загальні технічні вимоги.
4. ГОСТ 24619-81 Вагові дозатори дискретної дії. Межі зважування. Метрологічні параметри.
5. Безменов В.С. Индивидуальные системы дозирования жидкостей / В.С. Безменов // Тара и упаковка. – 2008. – № 4. – С. 13 – 16.

Надійшла до редколегії 28.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, доцент В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМКНУТЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОЗИРОВАНИЯ

Е.А. Журавель, А.Н. Хутренко

В статье исследуются замкнутые по выходному параметру универсальные системы автоматического дозирования на базе дозирующего устройства с единым выходным параметром.

**Ключевые слова:** автоматические системы дозирования, дозирующие устройства, выходной параметр.

## RESEARCH CLOSED SYSTEM OF UNIVERSAL AUTOMATIC DOSING

К.О. Zhuravel, O.N. Xutrenko

The paper develops and investigates closed on the output parameter of a generic system for automatic dosing based on the metering device with a single output parameter.

**Keywords:** the automatic systems are a dosage, batchings devices, out parameter.