

УДК-621.311(07)

Л.І. Циліурік, канд. техн. наук, доцент КНУБА,
 І.Є. Шороп, канд. техн. наук, доцент КНУБА,
 Г.І. Сторожилова, канд. техн. наук, доцент КНУБА

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ ДОЗАТОРАМИ ДИСКРЕТНОЇ ДІЇ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ПОХИБКИ ДОЗУВАННЯ

Приготування технологічної суміші являється основою виробництва продукції у багатьох галузях господарства [1, 2 та ін.]. Особливо велике значення мають технологічні суміші у будівельному виробництві. Важкий і легкий бетони, асфальт, різні типи розчинів, технологічна маса для виробництва лінолеуму, – ось далеко не повний список технологічних сумішей, що використовуються у будівництві. Оскільки якість технологічної суміші значно залежить від точності дозування компонентів на Україні і особливо за кордоном питанню підвищенню точності приділяється велика увага. У даній роботі розглядається один із перспективних напрямків зменшення похибки дозування дозатора дискретної дії шляхом удосконалення алгоритмів управління вбудованою мікропроцесорною системою.

Основна схема дозування зображена на рис. 1.

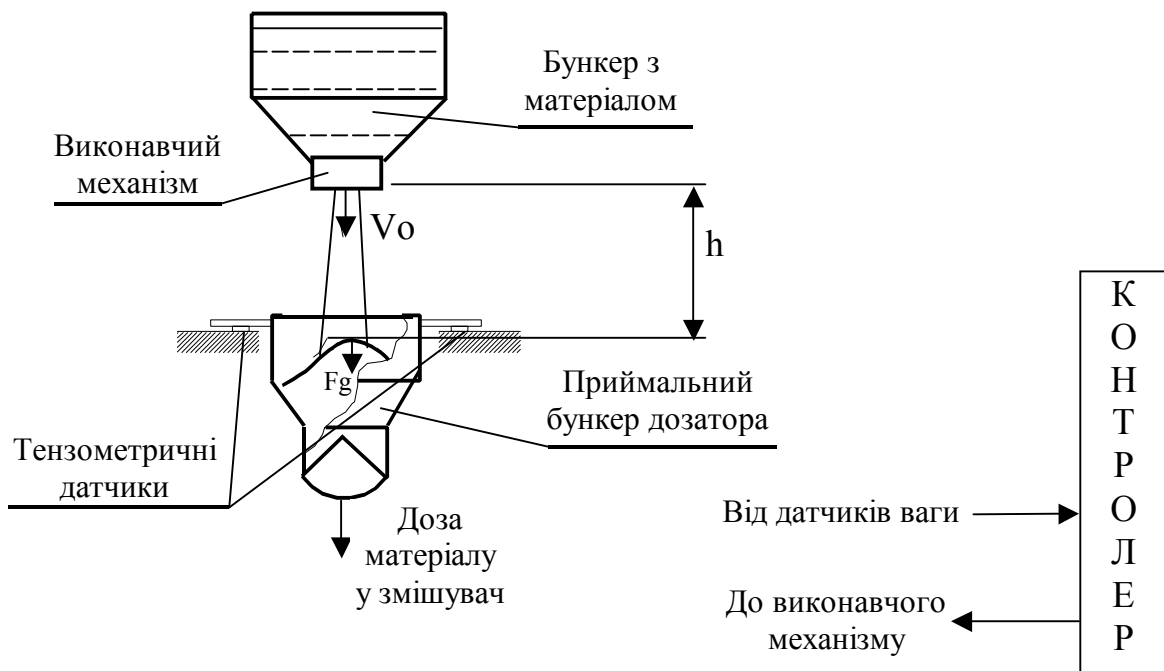


Рис. 1. Схема дозування матеріалу дозатором дискретної дії

Якщо припустити, що удари часток матеріалу в момент їхнього приєднання до маси матеріалу в бункері є абсолютно не пружними, то силу динамічного впливу можна визначити на підставі теореми об імпульсі сили

$$\Delta m \Delta V = F_d \Delta t; \quad (1)$$

де Δm - маса часток матеріалу, що надійшла до бункеру, за час Δt ; ΔV - зміна швидкості часток під час ударів; F_d - сила динамічної дії струму матеріалу, що падає у бункер дозатора.

У свою чергу

$$\Delta V = V_M - V_B, \quad (2)$$

де V_M - швидкість часток матеріалу під час їх ударів по поверхні матеріалу у бункері; V_B - швидкість бункеру з матеріалом.



Як видно з рис. 1 швидкість бункеру V_B після удару можна вважати рівною нулю. Тому $\Delta V = V_M$. На основі виразу (1), здійснивши граничний перехід, одержимо

$$F_d(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta t} V_B(t) = \frac{dm}{dt} V_B(t) \quad (3)$$

Час падіння частки матеріалу залежить від висоти падіння:

$$T_m = \frac{-V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}, \quad (4)$$

де H - висота падіння; V_0 - початкова швидкість надходження матеріалу з виконавчого механізму; g - прискорення вільного падіння.

Як видно з рис. 1 датчик ваги у процесі набору дози відображає суму ваги матеріалу $gm(t)$ і сили динамічної дії $F_d(t)$. Але, після генерації сигналу виключення виконавчого механізму у прийомний бункер дозатора упаде додаткова кількість матеріалу, який у поточний момент знаходиться у струменю падаючого матеріалу. Отже помилка дозування буде дорівнювати різниці між вагою матеріалу у струмені і силою динамічної дії. Знайдемо цю різницю.

Приймаючи до уваги, що частки матеріалу падають з прискоренням вільного падіння, на основі виразів (3) і (4) одержимо

$$F_d(t) = \frac{dm}{dt} \sqrt{V_0^2 + 2gH}. \quad (5)$$

Вага матеріалу у струмені, якщо інтенсивність його надходження $\frac{dm}{dt}$ постійна, буде визначена формулою

$$P_m(t) = g \frac{dm}{dt} T_m = \frac{dm}{dt} (V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}). \quad (6)$$

Отже помилка дозування буде

$$\Delta_1 = P_m(t) - F_d(t) = \frac{dm}{dt} V_0. \quad (7)$$

Як видно, вона залежить від інтенсивності надходження, початкової швидкості і не залежить від висоти падіння. Друга складова помилки дозування залежить від інерційності виконавчого механізму. Припустимо, що площа отвору виконавчого механізму зменшується пропорційно часу зачинення. Тоді помилка, що обумовлена інерційністю виконавчого механізму, буде

$$\Delta_2 = \frac{dm}{dt} (\tau/2), \quad (8)$$

де τ час виключення виконавчого механізму.

Таким чином момент формування сигналу виключення виконавчого механізму доцільно формувати у системі автоматики з упередженням, щоб сумарна помилка $\Delta_d = \Delta_1 + \Delta_2$ дорівнювала нулю. В реальних умовах роботи дозаторів рахувати упередження згідно з запропонованими формулами (7, 8) незручно оскільки такі параметри, як dm/dt , V_0 , а також деякі інші можуть повільно мінятися при роботі [1]. Тому доцільно в системі автоматики застосувати адаптивний алгоритм управління дозатором [2], що може бути легко реалізований у контролері програмно. Найбільш підходить для даної цілі адаптивне управління з ідентифікатором у колі зворотного зв'язку (див. рис. 2).

Адаптивний алгоритм (рис. 2.) має два рівні управління. На першому рівні реалізовано управління дозатором таким чином, щоб сумарна помилка

$$\Delta_d = \Delta_1 + \Delta_2 \quad (9)$$

дорівнювала нулю. Для цього виконавчий механізм необхідно вимикати з упередженням.

Момент вимикання визначається в системі автоматики згідно з прогнозуючою формулою

$$P_F(t) = P_s(t) + K_F \frac{dP_s(t)}{dt}, \quad (10)$$

де $P_F(t)$ - прогноз ваги матеріалу, який опиниться у бункері, якщо у момент часу t буде вимкнено виконавчий механізм, $P_s(t)$ - вага матеріалу по датчику ваги, K_F - коефіцієнт, який визначається ідентифікатором кола зворотного зв'язку.

Оскільки інтенсивність dm/dt вимірювати важко, в системі автоматики пропонується використовувати пропорційну їй величину - швидкість зміни значень сигналу з датчика ваги $dP_s(t)/dt$. Коефіцієнт K_F у цьому випадку підбирається таким чином, щоб друга складова формули (10) дорівнювала значенню помилки Δ_d .

Пошук оптимального значення коефіцієнту K_F виконується другим рівнем управління (див. рис. 2). Алгоритм рівня адаптації виконується в кінці процесу дозування, коли перехідні процеси закінчились і датчик ваги показує дійсну вагу матеріалу з великою точністю. Для цього пропонується використання формули експоненційного згладжування

$$K_{F(i+1)} = a\Delta_i + (1-a)K_{Fi}, \quad (11)$$

де $K_{F(i+1)}$ - значення коефіцієнту K_F виразу (11), яке буде використано у наступному циклі дозування першим рівнем управління; a - коефіцієнт експоненційного згладжування; Δ_i - помилка дозування на поточному циклі; K_{Fi} - значення коефіцієнту K_F виразу (11) яке було використано у поточному циклі дозування першим рівнем управління.

Таким чином, використання адаптивного управління з ідентифікатором у колі зворотного зв'язку дозволяє зменшити до нуля статеву складову похибки дозування Δ_d . Враховуючи, що випадкова складова похибки дозаторів дискретної дії менше сталої складової приходимо до висновку, що застосування адаптивного алгоритму в системі управління дозатором дискретної дії дозволяє підвищити точність дозування приблизно у два рази.

Література

1. Автоматизация производственных процессов и АСУП промышленности строительных материалов (под ред. В.С. Кочетова) – Л.: Стройиздат, 1988.
2. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Адаптивные модели в системах управления. – М.: Сов.радио, 1986. - 156 с.

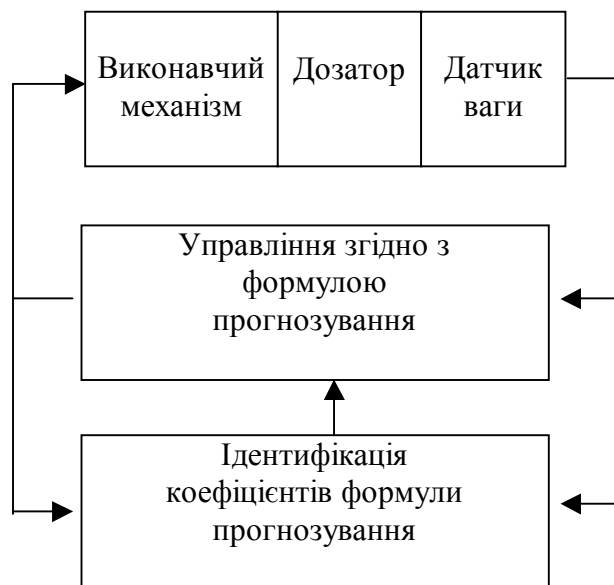


Рис. 2. Структурна схема адаптивного управління дозатором