

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОТОКУ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

Я. Ю. Денека, В. Г. Трегуб, докт. техн. наук

Однією з головних вимог автоматизації неперервних харчових виробництв є забезпечення взаємної узгодженості за продуктивністю окремих технологічних комплексів (ТК). Необхідність автоматизації основного виробничого потоку (АВП) обумовлена тим, що на окремих часових інтервалах продуктивність послідовно розташованих ТК може бути різною в результаті дії непередбачених збурень. Відсутність системи АВП в цьому випадку може привести до роботи окремих ТК в режимах недовантаження або перевантаження, що у свою чергу викликає додаткові втрати корисних продуктів.

Технологічним забезпеченням таких систем автоматизації є каскад буферних збірників (БЗ) [1, 2], які встановлюються між ТК. За рахунок запасів або вільних об'ємів БЗ відбувається демпфірування коливань витрат із суттєвою зміною рівня у збірнику, який як об'єкт регулювання рівня має дві особливості: по-перше, у нього відсутнє самовирівнювання; по-друге, позитивний вплив збільшення об'єму БЗ на демпфірування коливань витрат збільшує час проходження продуктом усіх ТК виробництва, а значить і втрати корисних харчових продуктів при їх переробці, тому важливою є оцінка впливу об'єму БЗ на коефіцієнт вирівнювання потоку (КВП):

$$КВП = 1 - (\int \Delta Q_B^2(t) dt) / (\int \Delta Q_n^2(t) dt), \quad (1)$$

де ΔQ_n , ΔQ_B — прирощення витрати продукту на вході і виході БЗ. Свою особливість має і технологічна схема потоку дифузійного соку (рис. 1) на дільниці «дифузія-дефекація» цукрового виробництва, схема автоматизації якої і є об'єктом даного дослідження. Ця особливість стосується насамперед холодного дефікатора, який одночасно використовується як БЗ значного об'єму [3].

Можна виділити 4 види алгоритмів, що використовуються в системах АВП:

А1 — алгоритми оперативного керування продуктивністю ТК і запасами в БЗ, що оптимізують певні техніко-економічні показники виробництва. Такі системи АВП працюють у режимі «порадника», дозволяють

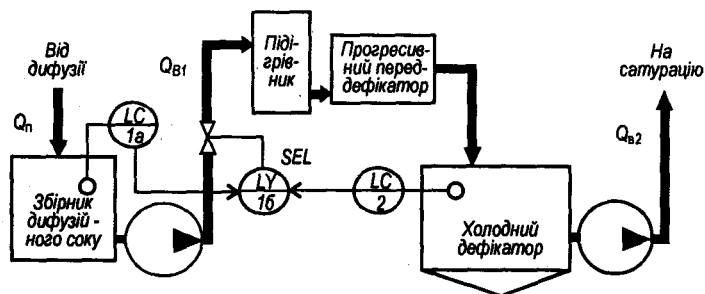


Рис. 1. Технологічна схема потоку дифузійного соку

оператору-технологу враховувати усю сукупність виробничих ситуацій і формувати з дискретністю, яка дорівнює годині або більше, керуючі дії, які змінюють запаси в БЗ. Найбільш ефективні такі алгоритми при наявності дуже великих БЗ;

А2 — алгоритми стабілізації виробничого потоку з використанням регуляторів витрати, відповідні системи АВП іноді називають [1] системами автоматизованого керування запасами з «гнучкою» динамічною синхронізацією продуктивності ТК, що розділені БЗ;

А3 — алгоритми усереднюючого регулювання рівня (УРР) в каскаді БЗ, коли за рахунок запасів або вільних просторів цих збірників демпфірується коливання технологічного потоку;

А4 — алгоритми точного регулювання рівня (ТРР) в БЗ, коли він при малому об'ємі не в змозі виконувати функцію демпфера збурень виробничого потоку і тому рівень в БЗ стабілізується для того, щоб забезпечити нормальні умови роботи насоса і запобігти переповненню збірника.

Існують рекомендації [2] щодо застосування на дільниці «дифузія-дефекосатурація» цукрового виробництва системи АВП з алгоритмом А2. У статті викладені результати дослідження можливості застосування більш простої системи АВП з алгоритмом А3. Відповідна схема автоматизації зображена на рис. 1. На регулюючий орган через блок селектування (поз. 1б) надходить більший за модулем сигнал одного з П-регуляторів рівня (поз. 1а і 2).

Дослідження системи АВП проводили з допомогою програми SIMULINK в середовищі MATLAB. Враховуючи, що БЗ як об'єкт регулювання рівня є об'єктом без самовирівнювання, досліджувалась така математична модель цього каскада збірників:

$$\left. \begin{aligned} S_1 \{d[\Delta h_1(t)] / dt\} &= \Delta Q_{\text{п}}(t) - \Delta Q_{\text{в1}}(t), \\ S_2 \{d[\Delta h_2(t)] / dt\} &= \Delta Q_{\text{в1}}(t + \tau_{\text{пнд}}) - \Delta Q_{\text{в2}}(t), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де S_1, S_2 — площі поперечного перерізу відповідно збірника дифузійного соку (ЗДС) та холодного дефекатора (ХД), м^2 ; h_1, h_2 — рівні відповідно у ЗДС і ХД, м ; $Q_{\text{п}}, Q_{\text{в1}}, Q_{\text{в2}}$ — витрати соку в різних точках дільниці «дифузія-дефекація» вказані на рис. 1, $\text{м}^3/\text{с}$; $\tau_{\text{пнд}}$ — середній час перебування соку у підігрівнику та прогресивному переддефекаторі, с ; t — час, с .

Параметри математичної моделі розраховувалися для умов цукрового заводу продуктивністю 3000 т за добу, тобто для номінальної витрати дифузійного соку $Q_{\text{п}} = 0,04 \text{ м}^3/\text{с}$: $S_1 = 12,25 \text{ м}^2$, $S_2 = 33,2 \text{ м}^2$, $\tau_{\text{пнд}} = 1800 \text{ с}$. Граничні відхилення цієї витрати відповідно до технологічного регламенту цукрового заводу прийняті 20-процентними: $\Delta Q_{\text{п}} = \pm 0,008 \text{ м}^2/\text{с}$. Для умов задачі, що вирішується, передавальна функція замкненої системи регулювання рівня має вигляд

$$W_c(p) = (1 / k_p) / [(S_p / k_p) + 1] \quad (3)$$

де k_p — коефіцієнт передачі П-регулятора рівня, що настроюється при УРР так, щоб статична помилка такого регулювання $\Delta h_{\text{ост}}$ дорівнювала допустимій зміні рівня у БЗ, тобто $k_p = \Delta Q / \Delta h_{\text{ост}}$. У даному випадку для регулятора рівня у ЗДС $k_{p1} = 0,0065 \text{ м}^2/\text{с}$, а для регулятора рівня у ХД $k_{p1} = 0,0054 \text{ м}^2/\text{с}$.

Система УРР досліджувалася при ступеневих, імпульсних та стохастичних збуреннях з амплітудою $\pm 0,008 \text{ м}^2/\text{с}$. На рис.2 наведені графіки зміни рівня при імпульсних збуреннях.

Значення КВП при збуреннях різного типу наведені нижче:

при ступеневих 0,52
при імпульсних 0,962

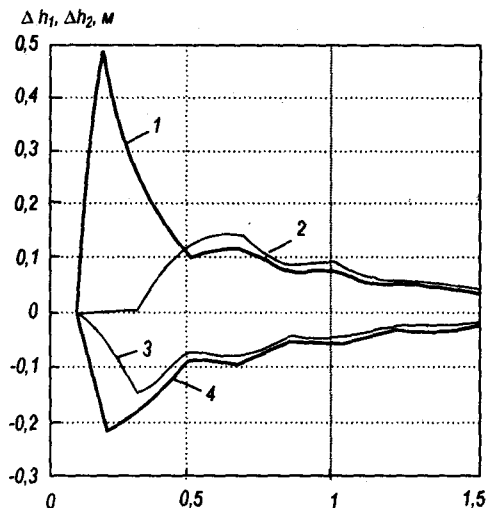


Рис. 2. Криві зміни рівня при імпульсних збуреннях:
 1 — Δh_1 при $\Delta Q_{п1}$; 2 — Δh_2 при $\Delta Q_{п1}$; 3 — Δh_1 при $\Delta Q_{в2}$; 4 — Δh_2 при $\Delta Q_{в2}$

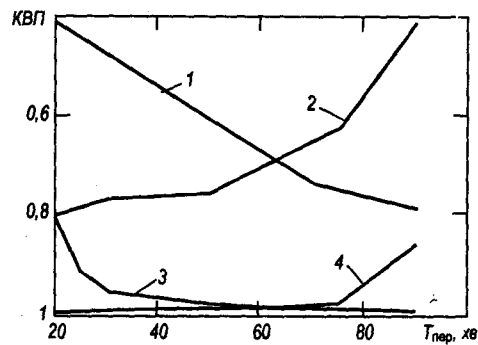


Рис. 3. Криві залежності КВП від $T_{пер}$ дифузійного соку в ХД для різних типів збурень

На реальному об'єкті великий вплив на КВП має час перебування дифузійного соку в холодному дефекаторі. Цей час може змінюватись в межах 20—90 хв. Фактично зміна часу перебування соку в ХД досягається зміною номінального значення рівня при постійному значенні збурення $\Delta Q_{п}$. Отримані при моделюванні залежності КВП від часу перебування $T_{пер}$ дифузійного соку в ХД для різних типів збурень наведена на рис.3, де 1 відповідає ступеневому зменшенню $\Delta Q_{п1}$; 2 — ступеневому збільшенню $\Delta Q_{п1}$; 3 — імпульсному зменшенню $\Delta Q_{п1}$; 4 — імпульсному збільшенню $\Delta Q_{п1}$.

Аналіз кривих на рис.3 дозволяє зробити висновок, що найбільш ефективно демпфірування збурень потоку дифузійного соку при усереднюючому регулюванні рівня у каскаді БЗ досягається, коли час перебування соку у холодному дефекаторі знаходиться у межах 40—60 хв.

Висновок. З точки зору вирівнювання потоку дифузійного соку найбільш доцільна експлуатація холодного дефекатора з часом перебування 40—60 хв.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Потанова Т. Б.* Буферная емкость в гидродинамическом производстве. Области использования разных принципов управления // Приборы и системы управления. — 1997. — № 2.
2. *Волошин З. С., Макаренко Л. П., Яцковский П. В.* Автоматизация сахарного производства. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1990.
3. *Славянский А. А. и др.* Усовершенствование преддефекационной обработки диффузионного сока // Сах. промышленность. — 1996. — №1. — С. 16 — 20.