

Автоматизована система керування багатопараметричного технологічного процесу приготування газобетону

Володимир Зіновкін, Едуард Кулинич, Юрій Умеров, Всеволод Мирний

Кафедра електроприводу та автоматизації, Запорізький Національний Технічний Університет,
УКРАЇНА, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64, E-mail: zvz@zntu.edu.ua

Abstract – The structurally-algorithmic scheme of multicriterial automated control systems by technological process of preparation of aircrete is offered. The analysis of influence of criterion of an optimality on maintenance stability of parametres of technological process in normal limits is given.

Ключові слова – multicriterial automated control system, multiparametric technological process production of aircrete, optimum control.

I. Вступ

У світовій практиці цивільного і промислового будівництва широко використовуються газобетонні будівельні матеріали. Технологічним аспектам приготування таких бетонів присвячена досить велика кількість статей і монографій [1,5,6,7]. Системи автоматизованого керування технологічними процесами освітлені у загальних рисах [7-9]. Тому розробка багатопараметричної системи автоматизованого керування технологічним процесом приготування газобетону убагацьється актуальною.

Технологічний процес виробництва газобетонів, як об'єкт автоматизованого керування є багатовимірним, стохастичним та складними взаємозв'язками між керівними, збуджуючими і контролюючими параметрами. Поряд з наведеним в окремих випадках необхідно враховувати критерії оптимальності, що дозволяють досягти якнайкращого співвідношення відповідних складових газобетону. Очевидно, що для забезпечення ефективності технологічного процесу приготування газобетону необхідно одночасно аналізувати інформацію про стан окремих ланок і блоків всієї лінії, енерговитрат електричного і технологічного устаткування, стан режимів роботи виконавчих механізмів електро-, гідро- і пневмоприводів. Оскільки контрольовані параметри мають різну фізичну природу, то їх будемо класифікувати по трьом узагальненим характерним ознакам. Кожен з узагальнених параметрів складається з сукупності сигналів керування, контролю і стану виконавчих механізмів. Це дозволяє розглядати вирішувану задачу як багатокритерійну із складними імовірнісними і нелінійними взаємозв'язками між параметрами. Багатопараметричний алгоритм керування представляє собою сукупність програмних елементів керування виконавчими механізмами з метою забезпечення логічної послідовності виконання повного циклу технологічного процесу. Залежно від використовуваних алгоритмів керування, в роботі використовуються замкнуті ланцюги дії на виконавчі

механізми. Оптимізаційний програмно-аналітичний пошук найбільш ефективного керування технологічним процесом приготування газобетону відшукуватимемо по трьом узагальненим параметрам. Структурна схема взаємозв'язку між управляючими, виконавчими і програмно-логічними елементами технологічної установки приготування газобетону показана на рисунку.

Критерій оптимального керування технологічними процесами приготування газобетону забезпечується за рахунок якнайкращого поєднання сукупності сигналів керування, контролю і виконавчих механізмів. Вони є трьома програмно-логічними каналами і забезпечують якнайкращу ефективність керування технологічним процесом. Критерій оптимальності повинен задовольняти інтегральному функціоналу.

Оскільки параметри технологічного процесу постійно змінюються, то завданням програмно-аналітичного блоку полягає в пошуку і виробленні відповідного сигналу, що забезпечує перехід всієї багатопараметричної системи керування і виконавчих механізмів в новий оптимальний стан. Це забезпечується за рахунок використання зворотних зв'язків, які формуються у виконавчих механізмах щодо номінальних параметрів.

Сигнали дій, що управляють, для однієї технологічної ланки можуть одночасно використовуватися як початкові або опорні для керування подальшими ланками або етапами технологічного процесу. Сукупність трьох каналів керування відображає узагальнену логічну інформацію, яка повинна відповідати оптимальній умові в аналізованій дискретний момент часу технологічного процесу. Таким чином, критерій оптимальності і його ідеалізація є динамічною системою багатокритерійного автоматизованого керування. У нашому випадку на кожній ділянці технологічної лінії формуються або задаються відповідні багатопараметричні підфункції від сукупності електричних, механічних, фізичних і інформаційних параметрів в даний момент часу.

Узагальнені сигнали є детермінованими функціями змінних параметрів і часу. Всі параметри в детермінованій системі відображають хід технологічного процесу. Підтримка необхідного критерію оптимальності, забезпечується системою самоналагоджування, принцип роботи якої полягає в знаходженні екстремуму у відповідності заданому алгоритму програмно-аналітичним блоком на підставі інформаційних сигналів. Для цього необхідно забезпечити умови, при яких логічний стан системи керування

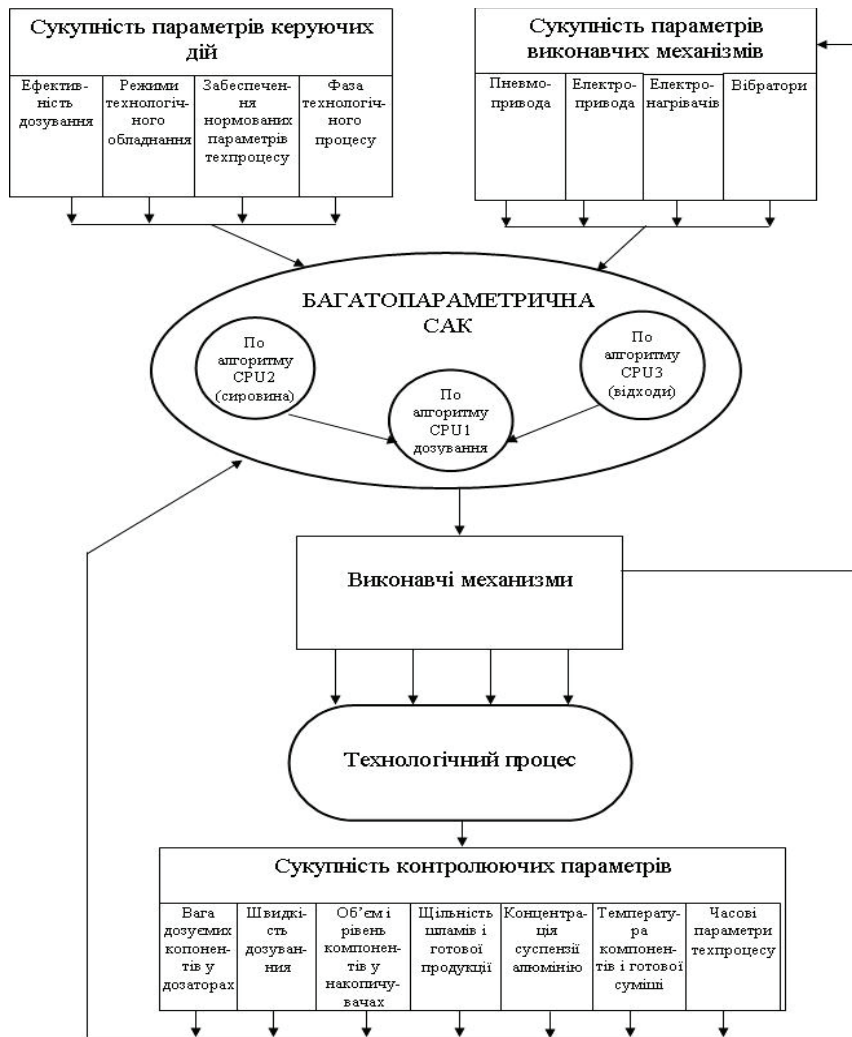


Рисунок. Структурна схема взаємозв'язків між параметрами багатопараметричної системи автоматизованого керування технологічним процесом приготування газобетону

у фазовому просторі вибраних параметрів відповідає максимуму наступного функціонала:

$$\xi_M(t) = \int_0^T [\zeta(x, t) \cdot g(x, t) \cdot \rho(x, t)] \cdot (t_i + \Delta t)^{-1} dt \Big|_{\zeta = const}, \quad (1)$$

де T – час стійкої тривалості технологічного процесу; t – час стабілізації стійкого режиму; Δt – час налагодження окремих параметрів, $\zeta(x, t)$ – алгоритм сукупності сигналів керування, $g(x, t)$ – сукупність контролюючих сигналів, $\rho(x, t)$ – інформаційні сигнали виконавчих механізмів.

CPU1, CPU2 та CPU3 є програмно-логічними складовими багатокритеріальної системи керування процесом приготування газобетону, які оцінюють сигнали системи та виробляють сигнали керування, згідно з алгоритмами керування.

Час стабілізації Δt для кожного дискретного інтервалу техпроцесу визначається у рамках рівності

відповідних сталих часу і дотриманні умов відповідно до наступного вигляду:

$$\xi_M(t) = [\zeta(x, t) \cdot g(x, t) \cdot \rho(x, t)] \cdot (t + \Delta t)^{-2} dt \Big|_{\zeta = const} \quad (2)$$

$$T'(x) = \zeta'(x) \cdot [\zeta(x, t) \cdot g(x, t) \cdot \rho(x, t)]^{-1}, \quad (3)$$

де T – час інтервалу стабілізації режимів виконавчих механізмів; $\zeta'(x)$ – коефіцієнт, залежний від інерційності виконавчих механізмів і відпрацювання логічної інформації.

Оскільки технологічний процес приготування газобетону описується сукупністю параметрів виконавчих механізмів і інформаційних пристроїв, то теоретично його можна розглядати таким, що протікає в системі фазових координат в межах відповідних граничних умов.

Екстремальні значення рівнянь (2) і (3) отримуємо, вирішуючи наступну систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \xi^*(t)}{\partial \zeta(x,t)} &= \frac{g(x,t) \cdot \rho(x,t) \cdot T(x)}{T + \Delta t} - G(t) \cdot \frac{\zeta'(x)}{\zeta^2(x,t) \cdot g^{\gamma}(x,t) \cdot \rho^z(x,t)} = 0; \\ \frac{\partial \xi^*(t)}{\partial g(x,t)} &= \frac{\zeta(x,t) \cdot \rho(x,t) \cdot T(x)}{T + \Delta t} - G(t) \cdot \frac{\zeta'(x)}{\zeta(x,t) \cdot g^{\gamma+1}(x,t) \cdot \rho^z(x,t)} = 0; \\ \frac{\partial \xi^*(t)}{\partial \rho(x,t)} &= \frac{\zeta(x,t) \cdot g(x,t) \cdot T(x)}{T + \Delta t} - G(t) \cdot \frac{\zeta'(x)}{g(x,t) \cdot g^{\gamma}(x,t) \cdot \rho^{z+1}(x,t)} = 0; \\ \frac{\partial \xi^*(t)}{\partial T} &= \frac{\zeta(x,t) \cdot g(x,t) \cdot \rho(x,t)}{(T + \Delta t)^2} - \lambda_m \cdot T^{m-1} = 0; \\ \frac{G_{\zeta}}{\zeta(x,t) \cdot g(x,t) \cdot g^{\gamma}(x,t)} - T^m &= 0, \end{aligned} \right\} (4)$$

де $G(t)$ – множник Лагранжа.

Для забезпечення оптимального керування по трьом каналам одночасно в системі виразів (4) умова Лагранжа повинна забезпечуватися при дотриманні умов при яких похідні при відповідних змінних приймають позитивні значення. Аналітично це означає, що функціонал повинен мати максимум.

Таким чином, для реалізації оптимальної багатокритерійної системи автоматизованого керування технологічним процесом приготування газобетону необхідно забезпечити умови, при яких (другі) параметри, що віднімаються, повинні приймати найменші значення. Фізично це означає, що постійні часу системи керування повинні бути мінімальними. Через фізичну суть виконавчих меха-нізмів і сигналів, що управляють, стійкого режиму керування технологічним процесом на практиці досягти досить складно. Тому при рішенні задачі необхідно обмежитися допустимою похибкою, яка б задовольняла потребам практики.

Основні теоретичні положення багатокритерійної системи автоматизованого керування технологічним процесом приготування газобетонів випробувані на математичній моделі і на реальній технологічній установці. Погрішність між отриманими експериментальними даними і змодельованими результатами не перевищує 6%, що цілком прийнятно для практичної реалізації запропонованого рішення.

ВИСНОВОК

Отримані в представленій роботі результати досліджень дозволяють сформулювати наступні висновки:

1. Запропоновано структурно-алгоритмічна схема багатокритерійної система автоматизованого керування технологічним процесом приготування газобетону, в основу якої покладені критерії оптимальності по трьом узагальненим параметрам, що характеризують сукупності сигналів, що управляють, контролюють, а також виконавчих механізмів.
2. Використання критерію оптимальності при нелінійних взаємозв'язках між узагальненими параметрами і замкнутій схемі керування забезпечує більш стабільніше підтримання параметрів технологічного процесу в нормованих межах в порівнянні з лінійними.

References

- [1] Постанова Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 р. №684 “Програма розвитку виробництва ніздрювато бетонних виробів та їх використання у будівництві на 2005–2011 роки” // Строительные материалы и изделия. – 2004. – №4. – С. 34–37.
- [2] Сажнев Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С. и др. Производство ячеистобетонных изделий. // Теория и практика, НПООО «Стринко»- Минск. – 2004. – С. 4–7.
- [3] Царик А.М., «Как начать строительство завода по производству ячеистого бетона». // Сборник трудов 3-го международного научно-практического семинара «Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве» – Севастополь 2007. – С. 15–17.
- [4] Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н. Особенности производства ячеистого бетона по ударной технологии // «Белорусский строительный рынок». – № 9–10. – 2006. – С. 27–29.
- [5] Большаков В.И., Мартыненко В.А. Увеличение объёмов производства и использования автоклавного газобетона - стратегический курс Украины в строительстве // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб.науч.трудов. Вып.2.-Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – С. 33–39.
- [6] Филатов А.Н. О производстве и применении изделий из ячеистого бетона в Украине. // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб.науч.трудов. Вып.1. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – С. 43–53.
- [7] Кравченко В.М. Техническое обслуживание и диагностика промышленного оборудования: Моногр. / В.М. Кравченко; Донец. нац. техн. ун-т. – Донецк: Юго-Восток, 2004. – 504 с.
- [8] Овезгельдыев А. О. Системологический анализ проблемы многокритериальной оптимизации // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – Х., 1997. – Вып. 106. – С. 48–55.
- [8] Козак Ю.А., Худенко Н.П. Многокритериальная пошаговая оптимизация систем управления с адаптивной вариацией критериев // Труды Одес. политехнич. ун-та. – 1999. – Вып. 2 – С. 242–245.