

висає у стані аерозолію. З часом воно розширюється і зливається в одну гігантську масу забруднення повітря, тобто утворюється суперзабруднення атмосфери.

Найбільш відомий прояв забруднення людиною атмосфери є так звані "кислотні дощі". У викидах промислових підприємств багато двоокису сірки (SO_2) і окису азоту (NO_3). Ці гази вступають у реакцію з вологою повітря і в атмосфері утворюється сірчана і азотна кислоти. Кислі дощі – отрута для всього живого, тому що отруюються водні і наземні екосистеми. Масове пошкодження і висихання лісів в Європі – наслідки отруєння їх середовища кислими дощами. У зв'язку з переносом повітряних мас у літні місяці кислі хмари з заходу приносять на Україну свій шкідливий потенціал.

Антропогенний вплив на атмосферу підштовхує планету до критичних зрушень клімату і всього середовища біосфери. Накопичення в атмосфері CO_2 поступово може призвести до незворотного розвитку так званого "парникового" ефекту, ознаками якого будуть загальне потепління на планеті, різке зменшення кількості продуктів харчування, голод і смерть, занепад цивілізації.

Вже тепер необхідно вжити невідкладні заходи по локалізації небажаних явищ антропогенного впливу людини у біосферні процеси та попередження наростання екологічної кризи. Кардинальне розв'язання проблеми забруднення навколишнього середовища у світі полягає у повсякденному введенні безвідходних і маловідходних технологій, які добре вписуються в екологічний цикл. Але все впирається у те, що введення таких прогресивних технологій у промисловості та сільському господарстві пов'язане із значними матеріальними витратами та витратами капіталів. А це вимагає додаткового вкладення коштів на утилізацію відходів промисловості та сільського господарства ще у більших обсягах. У всіх відношеннях як для природи, так і для людського суспільства введення безвідходних і маловідходних технологій вигідно – і чим швидше, тим краще. З боку відповідних державних служб необхідно найстрогіше контролювати ступінь забруднення навколишнього середовища, виявляти найбільш критичні джерела та негативні фактори впливу забруднень на біосферу.

Література

1. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. К.: Наукова думка, 1979. – С. 39-43
2. Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні проблеми регіонального природокористування. – Львів, 1999. – С. 60-68
3. Швиденко А.І., Руденко В.П., Євдокименко В.К. Екологічні основи природокористування. – Київ, 1999. – С. 130-135
4. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. Суми: Університетська книга, 2002. – С. 40-47
5. Ridker R.G. Economic costs of air pollution. – New York: Hopkins press, 1967. – 215 p.



Розділ V

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 658.527.011.56 Проф. Д.Л. Дудюк, д-р техн. наук; проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук; доц. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук – УкрДЛТУ

ОСНОВНІ ВИСЛІДИ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЙ

На базі натурних експериментальних і теоретичних досліджень встановлені залежності коефіцієнта втрат робочого часу технологічного обладнання у багатодільничих автоматизованих лініях і виробничих системах залежно від їх структури, параметрів і компонування. Пропонуються методи розрахунку і вибору оптимальних варіантів автоматизованих ліній за критерієм питомих приведених витрат на виготовлювану продукцію.

Prof. D.L. Dudyuk, prof. V.M. Maxymiv, doc. Ya.I. Sokolovskyy – USUFWT

The Main Results of the Automated Production Lines Simulating and Optimization

Lassies of working time for technology equipment in multistage automated production lines and systems depending on their structure, parameters and compounding are defined on the bases of theoretical and experimental researches. The method of calculation and selection of optimal automated production lines variants by the specifically expenditure for production criterium is proposed.

Автоматизовані лінії як типовий приклад складної системи мають розвинуту взаємодію з довкіллям через використане у них обладнання, обслуговуючий персонал, оброблюваний матеріал та енергоспоживання. У процесі такої взаємодії лінії піддаються постійному впливу цілої низки збурювальних факторів. Ці збурення та наслідки їх впливу мають явно виражений стохастичний характер. Тому й характер процесу функціонування автоматизованих ліній як і автоматизованих виробничих систем взагалі не є детермінованим.

У висліді виникають втрати робочого часу (ВРЧ) в окремих одиницях обладнання, на виробничих дільницях. В автоматизованих лініях ці втрати примножуються шляхом поширення на суміжне обладнання й дільниці, і виникають додаткові або накладені ВРЧ. Вони можуть сягати половини загальної величини ВРЧ, тому часто простежуються значні втрати продуктивності технологічного обладнання після об'єднання його в автоматичні лінії [1,2]. З метою оцінки величини ВРЧ і показників якості функціонування автоматичних ліній, а також їх оптиміза-

ції ми провели низку необхідних натурних і лабораторних експериментальних, а також теоретичних досліджень. Їх основні висліди подаються нижче.

У випадку послідовної роботи двох одиниць обладнання або двох ділень з різною середньою номінальною продуктивністю відповідно μ_1 і μ_2 одиниць продукції коефіцієнт накладання ВРЧ для першого обладнання визначається таким співвідношенням

$$H_1 = \mu^{1/H-1} H_2 \quad (1)$$

і для другого –

$$H_2 = (1 - \mu) / (1 - \mu^{1/H}), \quad \mu \neq 1, \quad (2)$$

де: $\mu = \mu_1 / \mu_2$ – відношення середніх номінальних продуктивностей; $H = (KM + \Pi + 1)^{-1}$ – коефіцієнт накладання ВРЧ для випадку однакових середніх продуктивностей обладнання ($\mu_1 = \mu_2$) [3]; $K = (1 + \mu^2) / (K_1^{-1} + \mu^2 K_2^{-1})$ – еквівалентна величина параметра стабільності інтервалів випуску продукції ($\bar{t}_1 = 1/\mu_1$, $\bar{t}_2 = 1/\mu_2$). Параметри стабільності інтервалів випуску визначаються відношенням квадрата середніх тривалостей $(\bar{t}_1, \bar{t}_2)$ до їх дисперсій (D_1, D_2) , відповідно $K_1 = \bar{t}_1^2 / D_1$ і $K_2 = \bar{t}_2^2 / D_2$; M – місткість нагромаджувача заготовок між одиницями обладнання, шт.;

$$\Pi = 2^{2K} : \left(\frac{2K}{K} \right) \approx \sqrt{\pi K} = \sqrt{\pi} / v,$$

де v – відповідний еквівалентний коефіцієнт варіації інтервалів випуску.

Як бачимо з поданих співвідношень коефіцієнти накладання ВРЧ визначаються відношенням середніх продуктивностей обладнання (μ), параметрами стабільності інтервалів випуску продукції (K) та місткістю буферних пристроїв (нагромаджувачів) між обладнанням.

Для випадку трьох і більшої кількості послідовних одиниць технологічного обладнання з однаковою середньою продуктивністю ми отримали такий вираз, що визначає коефіцієнт накладання ВРЧ в автоматизованих лініях

$$H_a = (1,900 - 1,800a^{-1}) / (KM + \Pi + 1), \quad (3)$$

де a – кількість одиниць обладнання;

$$K = \left[a \sum_{i,a} (t_{ai}^2 / K_i) \right]^{-1},$$

де $t_{ai} = t_i / \sum_{i,a} t_i$ – відносна величина інтервалу випуску продукції на i -й одиниці обладнання; K_i – параметр стабільності інтервалу випуску на i -й одиниці обладнання.

Отримані тут співвідношення (1)–(3) дають змогу визначати величину ВРЧ у різних варіантах автоматизованих ліній: з однаковими й різними продуктивностями обладнання, з жорстким і гнучким його з'єднанням між собою ($0 \leq M < \infty$), з різними параметрами стабільності інтервалів випуску ($1 \leq K < \infty$), а також з різ-

ною кількістю технологічного обладнання у лінії (a). У діапазоні $2 \leq a \leq 50$ відхилення обчислених значень від очікуваних менші від 1 %.

Знаючи залежність фактичних ВРЧ від технічних параметрів обладнання, його компонування у лініях, можна порівняно просто визначити фактичну продуктивність ліній, собівартість продукції та інші техніко-економічні показники як автоматичних ліній, так і подібних за структурою автоматизованих виробничих систем. А це дає змогу оцінити й вибрати оптимальний варіант системи за тими чи іншими критеріями.

Наприклад, оптимальне за критерієм питомих приведених витрат співвідношення продуктивностей двох послідовно працюючих верстатів чи ділень з питомими витратами на технологічних операціях відповідно Z_1 і Z_2 становить

$$\mu_{опт} = \mu_1 / \mu_2 = (Z_2 / Z_1)^{3H/e}, \quad (4)$$

де Z_1, Z_2 – питомі приведені витрати на технологічних операціях; H – коефіцієнт накладання витрат у випадку однакових продуктивностей (вираз (2)); e – основа натурального логарифму.

Оптимальна величина місткості буферних пристроїв (нагромаджувачів запасів заготовок) між технологічними операціями

$$M_i = \left(\sqrt{2K Z_{в6i}} + A(A - \Pi - 1) + A - \Pi - 1 \right) K, \quad (5)$$

де $A = 1,900 - 1,800a^{-1}$; $Z_{в6i} = \sum_{i,a} Z_i : a Z_{6i}$ – відношення середніх приведених витрат одиниці технологічного обладнання ($\sum Z_i : a$) до приведених витрат пристрою, що оптимізується (Z_{6i}); $K = 2 / (K_{i-1}^{-1} + K_i^{-1})$ – еквівалентна величина параметра стабільності інтервалів випуску на $i-1$ -й та i -й операціях.

У випадку двох одиниць обладнання (верстатів чи ділень) однакової середньої продуктивності ($\mu_1 = \mu_2$) оптимальна місткість нагромаджувача становить

$$M_o = \left(\sqrt{2K Z_{в6}} - \Pi - \Pi \right) K, \quad (6)$$

де $Z_{в6} = (Z_1 + Z_2) / 2 Z_6$ – відношення приведених витрат верстата $\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)$ до витрат нагромаджувача (Z_6); K – еквівалентний параметр стабільності.

Отримані таким чином співвідношення дають змогу оцінити ефективність функціонування автоматизованих ліній і виробничих систем різної структури, а також вибрати їх оптимальні компонування, структуру і параметри.

Література

1. Автоматические линии у машиностроении: Справочник. Под ред. А.И.Дашенко. – М.: Машиностроение, 1984-1985. – 1200 с.
2. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д., Максимів В.М., Сорока Л.Я. Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 192 с.
3. Дудюк Д.Л. Оптимізаційні моделі автоматизованих ліній// Науковий вісник. Зб. наук.-техн. праць УкрДЛТУ. – Львів: УкрДЛТУ, 2000, вип. 10.1. – С. 236-244.