

Висновки

Таким чином, літакобудування та авіаційна галузь сьогодні збільшують свою частку в структурі пасажиро- та транспортних перевезень. Відтак посилюється проблема впливу авіаційного шуму на довкілля, людину та інфраструктуру. Існуючі нормативи потребують постійного моніторингу та вдосконалення що враховувало б технічну модернізацію авіаційного парку та обслуговуючої інфраструктури, появу нових ізоляційних матеріалів, захисних засобів та прийомів і методів пониження негативного впливу шуму.

Список літератури

1. *Безпека авіації / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін.; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2004. – 584 с. ISBN 966-575-171-9.*

2. *Солдатов С.К. Человек и авиационный шум / С.К. Солдатов, В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, Ю.А. Кукушкин. – М.: Новые технологии, 2012. – 24 с. (Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности». – № 10. – 2012. ISSN 1684-6435.*

3. *Охрана окружающей среды: Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 1 Авиационный шум/ ICAO. – Монреаль, 2014. – 205 с. ISBN 978-92-9249-600-5.*

4. *Фокин М.В. Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума / М.В. Фокин [и др.] // Гигиена и санитария. 2009. – № 5. – С. 29–32. ISSN: 0016-9900.*

Надійшла до редакції 1.12.2014

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. К.С. Нестеренко, Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА

С.В. Бондарчук

В статье рассматриваются некоторые вопросы о влиянии шума на человека, как вредного фактора, что возникает от воздушного судна и других механизмов, которые используются в гражданской авиации. Приведен механизм нормирования и стандартные значения показателей шума, показано влияние шума на органы и системы человека. Приведены рекомендации по уменьшению вредного воздействия шума на человека.

Ключевые слова: шум, воздушное судно, авиационный транспорт, гражданская авиация.

TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF AIRCRAFT NOISE ON A HUMAN

S.V. Bondarchuk

The article deals with the hazard of the influence of aircraft noise on a human. The paper also determines harmful factors which affect the nervous system and discloses mechanisms of determining qualitative and quantitative characteristics of aircraft noise. The article touches upon the issue of analyzing of the consequences that arise while operating of aircraft, assemblies and mechanisms applied in civil aviation, and have a harmful effect not only on aviation personnel but also on people who travel by air and live in settlements near airports.

Keywords: noise, aircraft, air transport, civil aviation.

УДК 681.563.5:669.58

Л.І. Бугрім, І.С. Білюк

Національний університет кораблебудування ім. адм. С.Й. Макарова, Миколаїв

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО ЦИНКУВАННЯ

Запропонована математична модель комбінованої системи автоматичного регулювання процесу гарячого цинкування. Комбінована система регулювання необхідна для точного підтримання температури стінки ванни, щоб забезпечити необхідну якість виробів. Виконано розрахунок коефіцієнтів математичної моделі. Одержано передаточну функцію коригувального пристрою комбінованої системи автоматичного регулювання температури зовнішньої стінки ванни для гарячого цинкування. Розроблено імітаційну модель системи регулювання. Отримано перехідні характеристики температури стінки ванни для гарячого цинкування. Виконано порівняльний аналіз перехідних процесів системи з коригувальним пристроєм та без нього. Показано, що застосування комбінованої системи регулювання дозволяє істотно підвищити якість процесу цинкування.

Ключові слова: цинкування, комбінована система автоматичного регулювання, коригувальний пристрій, імітаційна модель.

Вступ

Будь-який метал потребує створення захисного покриття від іржі, корозії та інших шкідливих впливів,

здатних зруйнувати виріб. У світовій практиці з металевих покриттів найчастіше використовуються цинкові. Головними причинами, що обумовлюють вибір на користь цинкових покриттів для виробів з металу, є

невисока ціна цинку і вартість цинкування, а також наявність більш електронегативного стаціонарного потенціалу, ніж залізо, при впливі агресивних середовищ [1, 2]. Якість процесу цинкування залежить від дотримання на належному рівні вимог технологічного процесу. Однією із складових технологічного процесу є підтримання із заданою точністю температурного режиму за допомогою систем автоматичного регулювання (САР). Одним із методів підвищення точності автоматичного регулювання є використання принципу інваріантності [3]. На цьому принципі побудовані системи комбінованого регулювання. Найбільш поширеним способом реалізації комбінованої САР є використання коригувального пристрою. Коригувальний пристрій може бути спеціальним програмованим пристроєм з можливістю реалізувати складні мінімально фазові передаточні функції.

Метою даної роботи є отримання передаточної функції коригувального пристрою комбінованої САР температури стінки ванни для гарячого цинкування, та оцінити ефективність його застосування виконавши порівняльні дослідження.

Основна частина

У роботі [4] було отримано математичну модель ванної печі для гарячого цинкування, як об'єкта регулювання температури стінки ванни:

$$\begin{aligned} T_n (d\Delta t_n / d\phi) + \Delta t_n &= K_{n1} \Delta P_n - K_{n2} \Delta t_c - K_{n3} \Delta t_\phi; \\ T_c (d\Delta t_c / d\phi) + \Delta t_c &= K_{c1} \Delta t_n - K_{c2} \Delta t_\phi; \\ T_\phi (d\Delta t_\phi / d\phi) + \Delta t_\phi &= K_{\phi1} \Delta t_n; \\ T_\psi (d\Delta t_\psi / d\phi) + \Delta t_\psi &= K_{\psi1} \Delta t_c - K_{\psi2} \Delta t_B - K_{\psi3} \Delta m_B; \\ T_B (d\Delta t_B / d\phi) + \Delta t_B &= K_B \Delta t_\psi, \end{aligned} \quad (1)$$

де T_n ; T_c ; T_ϕ ; T_ψ ; T_B – постійні часу відповідно нагрівача, стінки ванни, футерівки, ванни з цинком та виробів; ΔP_n – зміна потужності нагрівача; K_{n1} ; K_{n2} ; K_{n3} ; K_{c1} ; K_{c2} ; $K_{\phi1}$; $K_{\psi1}$; $K_{\psi2}$; $K_{\psi3}$; K_B – коефіцієнти передачі по відповідному входу. При виконанні досліджень приймемо такі допущення:

1) будемо вважати нагрівач безінерційним елементом (підсилювальною ланкою), оскільки постійна часу нагрівача набагато менше постійних часу інших елементів;

2) не враховуємо постійну часу футерівки (через те, що її постійна часу на порядок більше постійних часу інших елементів, то за час перехідного процесу зміни температури стінки температура футерівки зміниться на малу величину, а отже її вплив на температуру стінки ванни буде незначним);

3) в відповідності до пунктів 1-2 на даному етапі враховуємо тільки інерційність зовнішньої стінки ванни і розплаву цинку.

З урахуванням допущень система рівнянь (1), що описує ванну піч як об'єкт регулювання температури зовнішньої стінки прийме вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta t_n &= K_{n1} \Delta P_n - K_{n2} \Delta t_c; \\ T_c (d\Delta t_c / d\phi) + \Delta t_c &= K_{c1} \Delta t_n - K_{c2} \Delta t_\psi; \\ T_\psi (d\Delta t_\psi / d\phi) + \Delta t_\psi &= K_{\psi1} \Delta t_c - K_{\psi2} \Delta t_B - K_{\psi3} \Delta m_B; \\ \Delta t_B &= K_B \Delta t_\psi. \end{aligned} \quad (2)$$

Передаточні функції кожної ділянки об'єкта керування відповідно до системи рівнянь (2):

$$\begin{aligned} W_n(p) &= \frac{K_{n1} \Delta P_n - K_{n2} \Delta t_c}{1}; \\ W_c(p) &= \frac{K_{c1} \Delta t_n - K_{c2} \Delta t_\psi}{T_c p + 1}; \\ W_\psi(p) &= \frac{K_{\psi1} \Delta t_c - K_{\psi2} \Delta t_B - K_{\psi3} \Delta m_B}{T_\psi p + 1}; \\ W_B(p) &= K_B, \end{aligned} \quad (3)$$

де $W_n(p)$; $W_c(p)$; $W_\psi(p)$; $W_B(p)$ – передаточні функції по каналам нагрівача, стінки ванни, розплаву цинку та виробу відповідно.

Структурна схема об'єкта регулювання, що відповідає рівнянням (3) має вигляд представлений на рис. 1.

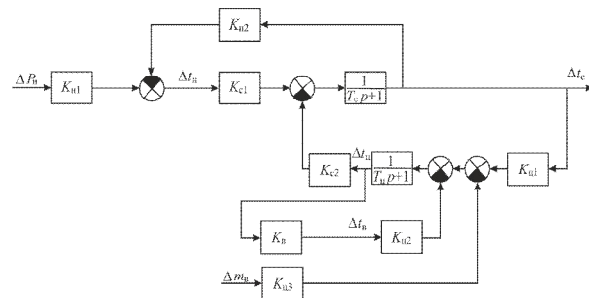


Рис. 1. Структурна схема об'єкта регулювання

Структурна схема комбінованої САР з об'єктом регулювання (3) та коригувальним пристроєм $W_{кп}(p)$ приведена на рис. 2.

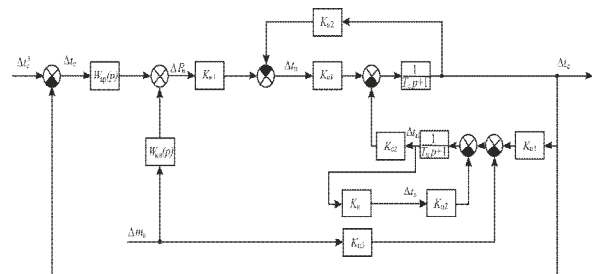


Рис. 2. Структурна схема комбінованої САР

Для зручності обчислення параметрів САР виконаємо наступне: підставимо перше і четверте рівняння системи (2) в друге та в третє відповідно.

Після перетворень отримаємо:

$$\begin{aligned} T'_c(d\Delta t_c/d\phi) + \Delta t_c &= k'_1 \Delta P_H - k'_2 \Delta t_{ц}; \\ T'_{ц}(d\Delta t_{ц}/d\phi) + \Delta t_{ц} &= k'_3 \Delta t_c - k'_4 \Delta m_B, \end{aligned} \quad (4)$$

де $T'_c = T_c / (1 + K_{c1} K_{H2})$;
 $k'_1 = K_{c1} K_{H1} / (1 + K_{c1} K_{H2})$;
 $k'_2 = K_{c2} / (1 + K_{c1} K_{H2})$; $T'_{ц} = T_{ц} / (1 + K_{ц2} K_B)$;
 $k'_3 = K_{ц1} / (1 + K_{ц2} K_B)$; $k'_4 = K_{ц3} / (1 + K_{ц2} K_B)$.

Значення коефіцієнтів були обчислені у роботі [5]: $T_{ц} = 0,804$ хв; $T_c = 3,066$ хв; $K_{ц1} = 0,853$; $K_{ц2} = 0,01$; $K_{ц3} = -0,019$; $K_{c1} = 0,199$; $K_{c2} = -0,853$; $K_{H1} = 0,001$; $K_{H2} = -0,411$; $K_B = 1,0$, якщо маса виробу $\Delta m_B = 2000$; температура нагрівача $t_{H0} = 764^\circ\text{C}$; температура стінки $t_{c0} = 663^\circ\text{C}$; температура розплаву цинку $t_{ц0} = 460^\circ\text{C}$; $\Delta P_H = 105$ кВт. На рис. 3 представлено структурну схему комбінованої САР, що відповідає об'єкту регулювання (4).

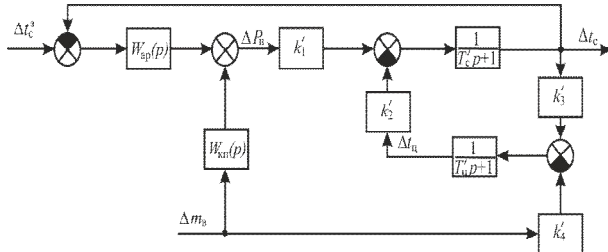


Рис. 3. Структурна схема комбінованої САР після перетворень

Для визначення передаточної функції коригувального пристрою $W_{кп}(p)$ перетворимо структурну схему комбінованої САР до вигляду представленому на рис. 4.

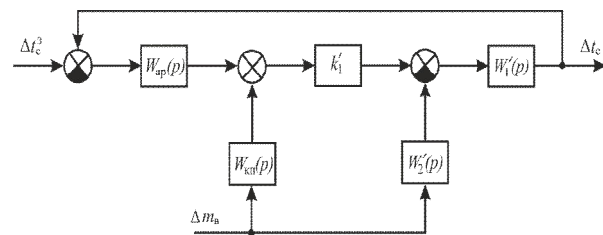


Рис. 4. Структурна схема комбінованої САР для визначення передаточної функції коригувального пристрою

Передаточні функції елементів структурної схеми на рис. 4:

$$W'_1(p) = \frac{(1/a)(T'_{ц} p + 1)}{T'' p^2 + T''' p + 1}; \quad W'_2(p) = \frac{k'_2 \cdot k'_4}{T'_{ц} p + 1},$$

де $a = 1 + k'_2 k'_3$; $T'' = T'_c T'_{ц} / a$; $T''' = (T'_c + T'_{ц}) / a$.

Для визначення $W_{кп}(p)$ тримаємо передаточну функцію замкнутої САР по каналу збурювальної дії:

$$W_3^B(p) = \frac{\Delta t_c(p)}{\Delta m_B(p)},$$

$$\text{або } W_3^B(p) = \frac{W_{кп}(p) \cdot k'_1 \cdot W'_1(p) - W'_1(p) \cdot W'_2(p)}{1 + W_{ар}(p) \cdot W'_1(p) \cdot k'_1}.$$

Згідно [3] умова інваріантності для даного випадку має вигляд:

$$W_{кп}(p) \cdot k'_1 \cdot W'_1(p) - W'_1(p) \cdot W'_2(p) = 0.$$

Звідки отримаємо передаточну функцію коригувального пристрою $W_{кп}(p)$:

$$W_{кп}(p) = \frac{k'_2 \cdot k'_4 / k'_1}{T'_{ц} p + 1} \quad (5).$$

На рис. 5 представлена імітаційна модель комбінованої САР. На рис. 6 представлено перехідні процеси температури стінки ванни з використанням коригувального пристрою та без нього.

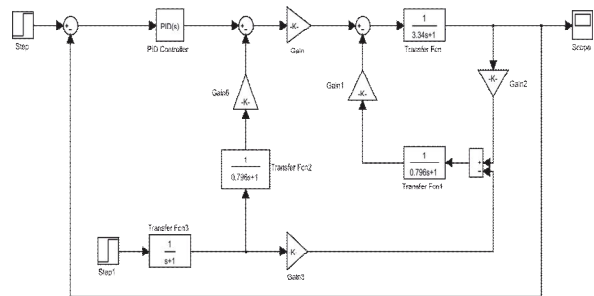
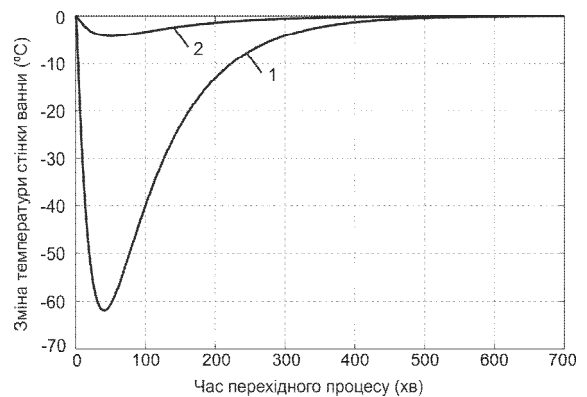
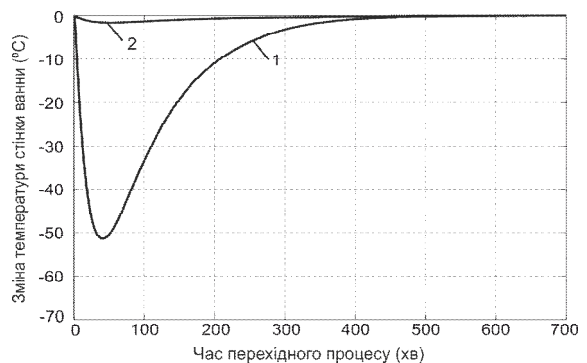


Рис. 5. Імітаційна модель комбінованої САР



а



б

Рис. 6. Перехідні процеси температури стінки ванни:
 а) ПІ – регулятор; б) ПІД – регулятор;
 1 – САР без використання коригувального пристрою;
 2 – комбінована САР

Як видно з цих графіків комбінована САР дозволяє зменшити відхилення температури стінки ванни майже у 20 разів.

Висновки

1. Запропонована математична модель комбінованої системи автоматичного регулювання процесу гарячого цинкування, яка забезпечує точне підтримання температури стінки ванни.

2. Одержана передаточна функція коригувального пристрою, застосування якого дозволяє майже у 20 разів зменшити відхилення температури стінки ванни. Так при однакових умовах процесу цинкування відхилення температури в САР без коригувального пристрою складає біля 62°C, а в комбінованій САР – біля 3°C.

3. Ефективність роботи коригувального пристрою не залежить від типу регулятора, що використовується у системі автоматичного регулювання процесу гарячого цинкування.

4. Аналіз передаточної функції запропонованого коригувального пристрою показує, що він легко реалізується фізично.

Список літератури

1. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология / В.В. Окулов. – М.: Глобус, 2008. – 252 с.
2. Ahmad Z. Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control / Ahmad Z. – Butterworth-Heinemann, 2006. – 672 p.
3. Менский Б. М. Принцип инвариантности в автоматическом регулировании и управлении / Б.М. Менский – М.: Машиностроение, 1972. – 248 с.
4. Бугрим Л.І., Білюк І.С. Дослідження системи автоматичного регулювання температури стінки ванни для гарячого цинкування // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2010. – № 5 (64) част. 1. – С. 11-14.
5. Бугрим Л.І., Білюк І.С. Математичне моделювання ванної печі для гарячого цинкування, як об'єкта регулювання температури стінки ванни // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2008. – № 5 (52) част. 2. – С.17-20.

Надійшла до редколегії 26.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. В.І. Богомья, ДП «Центральний науково-дослідний, навчальний центр», Київ.

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

Л.И. Бугрим, И.С. Билюк

Предложена математическая модель комбинированной системы автоматического регулирования процесса горячего цинкования. Комбинированная система необходима для точной поддержки температуры стенки ванны, чтобы обеспечить необходимое качество изделий. Выполнен расчет коэффициентов математической модели. Получена передаточная функция корректирующего устройства комбинированной системы автоматического регулирования температуры внешней стенки ванны для горячего цинкования. Разработана имитационная модель системы регулирования. Получены переходные характеристики температуры стенки ванны для горячего цинкования. Выполнен сравнительный анализ переходных процессов системы с корректирующим устройством и без него. Показано, что использование комбинированной системы регулирования позволяет существенно повысить качество процесса цинкования.

Ключевые слова: цинкование, комбинированная система автоматического регулирования, корректирующее устройство, имитационная модель.

THE COMBINED SYSTEM OF THE AUTOMATED REGULATION OF THE PROCESS OF THE HOT-DIP GALVANIZING

L.I. Bugrim, I.S. Bilyuk

The mathematical model of the combined system of the automated regulation of the hot-dip galvanizing process is proposed. The combined system is required in order to maintain the exact temperature of the sidewall of the hot-dip galvanizing tub so as to ensure the proper quality of the product. The coefficients for the mathematical model have been calculated. The transfer function of the compensating device of the combined system is required in order to maintain the exact temperature of the outer sidewall of the hot-dip galvanizing tub has been received. The imitation model of the regulation system has been developed. Transfer characteristics of the temperature of the sidewall of the hot-dip galvanizing tub are given. The comparative analysis of the transition processes of the system with and without the compensation device has been performed. It is shown that the quality of the galvanizing process is significantly increased when the combined system of regulation is used.

Keywords: galvanizing, combined system of automated regulation, compensating device, imitation model.