

УДК 681.518.54

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРІОДУ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАЛКОВОГО МЛИНА AG-MPS 180BK

Л. М. Заміховський, С. В. Зікратий, Р. Б. Скрип'юк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;

тел. +380 (3422) 4-80-00; e-mail: ktsu@nung.if.ua

Розглядається процедура визначення оптимального міжконтрольного періоду технічного стану робочих органів млина AG-MPS 180BK – помельних валків і бігової доріжки помельної чаші, методом параметричної ідентифікації за уточненою перехідною характеристикою млина.

***Ключові слова:** об'єкт контролю, модель взаємодії, період контролю, граф взаємодії, показник готовності.*

Вступ

Вертикальні валкові млини використовуються в системах приготування пиловугільної суміші, яка є заміником природного газу і використовується на найбільш енергоємних підприємствах: в котельних установках енергоблоків теплових електростанцій, на металургійних комбінатах шляхом вдування пиловугільної суміші в доменні печі, в цементній промисловості в технологічному процесі випалювання клінкеру тощо. Один з таких вертикальних валкових млинів типу AG-MPS 180BK (далі по тексті – млин) використовується на ВАТ “Івано-Франківськцемент”. Млинам притаманний такий основний недолік, як швидке зношування поверхонь робочих органів – помельних валків і бігової доріжки помельної чаші [1], у зв'язку з чим актуальним є завдання контролю їх технічного стану в процесі експлуатації [2]. Як один із можливих шляхів її вирішення в [3] запропоновано визначати діагностичну ознаку технічного стану робочих органів млина на основі методу його параметричної ідентифікації за уточненою перехідною характеристикою млина, на якій базується розроблений метод контролю.

Враховуючи, що для ефективного використання розробленого методу контролю необхідно знати оптимальний період, через який необхідно проводити контроль технічного стану робочих органів млина, в статті розглядається процедура визначення оптимального періоду його контролю.

Процедура визначення оптимального періоду контролю

З точки зору об'єкта діагностування (контролю) (ОК) млин можна віднести до об'єктів неперервного використання, який періодично діагностується в спеціальному режимі. Вибір періодичного режиму контролю обумовлений тим, що проведення діагностичної процедури вимагає

зупинки млина та зняття розгінної (перехідної) характеристики. Технічні засоби контролю (ТЗК) (система діагностування), які реалізують розроблений метод контролю, володіють скінченою надійністю [4].

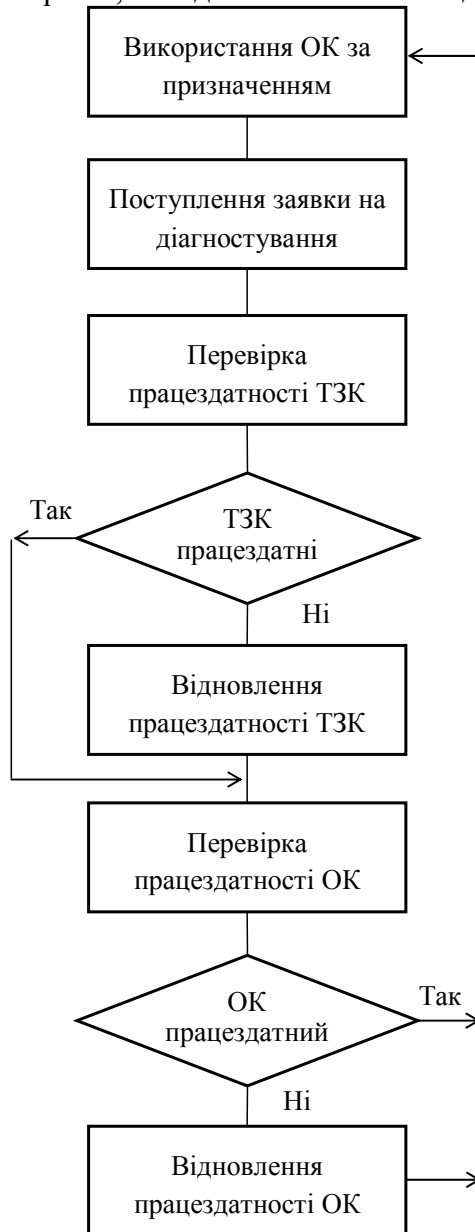


Рисунок 1. Алгоритм діагностування млина

Розглянемо модель взаємодії ОК і ТЗК. При поступленні заявки на діагностування млин зупиняється (виводиться з робочого режиму). Перед початком діагностування проводиться перевірка ТЗК на працездатність (самоконтроль ТЗК). Якщо ТЗК працездатні, то проводиться контроль працездатності ОК. Якщо за результатами перевірки ТЗК встановлено їх непрацездатність, то спочатку проводиться відновлення ТЗК, а лише потім контроль працездатності ОК. Причому на час відновлення

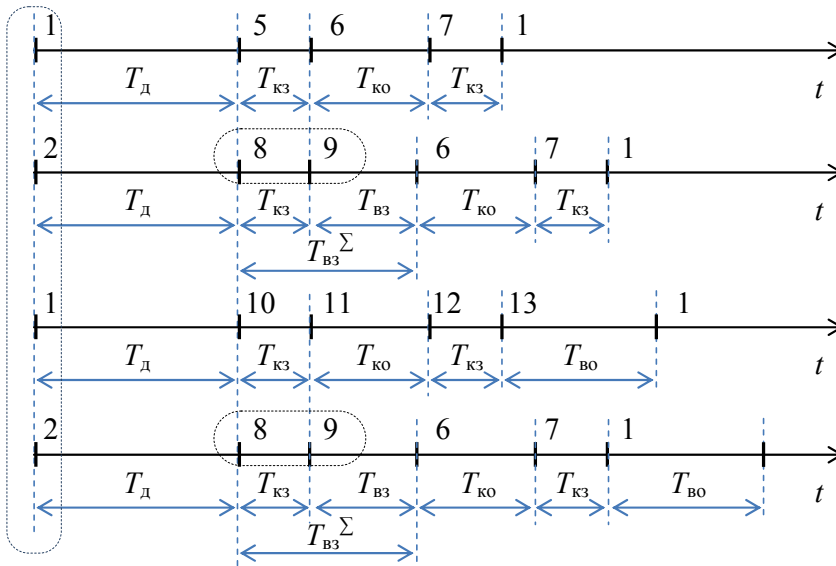
ТЗК ОК повертається в робочий режим. Якщо за результатами перевірки встановлено, що ОК працездатний, то знову перевіряється працездатність ТЗК. Аналогічна перевірка ТЗК проводиться і у випадку отримання негативного діагнозу відносно ОК. Працездатний ОК переводиться в робочий режим після самоконтролю ТЗК, а непрацездатний – після відновлення працездатного стану [5]. Алгоритм діагностування ОК наведеного на рис. 1.

Таблиця 1. Стани системи діагностування при періодичному діагностуванні ОК неперервного використання

Номер стану	Стан об'єкту діагностування	Стан технічних засобів контролю
1	Працездатний ОК в робочому режимі	Працездатні ТЗК виключені
2	Працездатний ОК в робочому режимі	Непрацездатні ТЗК виключені
3	Непрацездатний ОК в робочому режимі	Працездатні ТЗК виключені
4	Непрацездатний ОК в робочому режимі	Непрацездатні ТЗК виключені
5	Працездатний ОК в спеціальному режимі очікує діагностування	Перевірка працездатності ТЗК
6	Перевірка працездатності працездатного ОК	Працездатні ТЗК в робочому режимі
7	Працездатний ОК в спеціальному режимі очікує переведення в робочий режим	Повторна перевірка працездатності ТЗК
8	Працездатний ОК в спеціальному режимі очікує діагностування	Перевірка працездатності непрацездатних ТЗК
9	Працездатний ОК в спеціальному режимі очікує діагностування	Відновлення працездатності ТЗК
10	Непрацездатний ОК в спеціальному режимі очікує діагностування	Перевірка працездатності ТЗК
11	Перевірка працездатності непрацездатного ОК	Працездатні ТЗК в робочому режимі
12	Непрацездатний ТЗК в спеціальному режимі очікує відновлення	Повторна перевірка працездатності ТЗК
13	Аварійне відновлення непрацездатного ОК	Працездатні ТЗК в робочому режимі
14	Непрацездатний ТЗК в спеціальному режимі очікує діагностування	Перевірка працездатності непрацездатних ТЗК
15	Непрацездатний ТЗК в спеціальному режимі очікує діагностування	Відновлення непрацездатних ТЗК

Система діагностування може перебувати в 15-ти несумісних станах (табл. 1).

Для кожного з 4-х початкових станів будемо циклограми взаємодії ОК і ТЗК (рис.2).



T_d – період діагностування;
 $T_{ко}$ – час контролю об'єкту;
 $T_{кз}$ – час контролю засобів;
 $T_{во}$ – час відновлення об'єкту;
 $T_{вз}$ – час відновлення засобів;
 $T_{вз}^{\Sigma}$ – сумарний час відновлення засобів (час контролю + час відновлення)

Рисунок 2. Циклограми моделі взаємодії ОК і ТЗК

Для побудови моделі взаємодії елементів СД стани 1,2,3,4 об'єднаємо в один стан (I), що відповідає перебуванню ОК, в якому може бути хоча б один дефект, в робочому режимі, ТЗК в яких також може бути дефект виключені. Стани 5,6 та 7 відповідно нумеруємо II, III, IV. Стани 8 та 9 об'єднуємо в один узагальнений стан (V), що відповідає стану, в якому працездатний ОК у спеціальному режимі очікує діагностування, відбувається перевірка працездатності та відновлення ТЗК. Станам 10, 11, 12, та 13 присвоюємо відповідно номери VI, VII, VIII та IX. Стани 14 та 15 об'єднуємо в один узагальнений стан (X), що відповідає стану, в якому непрацездатний ОК в спеціальному режимі очікує діагностування: відбувається перевірка працездатності та відновлення ТЗК. Таким чином, кількість узагальнених станів дорівнюватиме десяти.

На основі визначених станів будемо граф взаємодії елементів СД (рис.3).

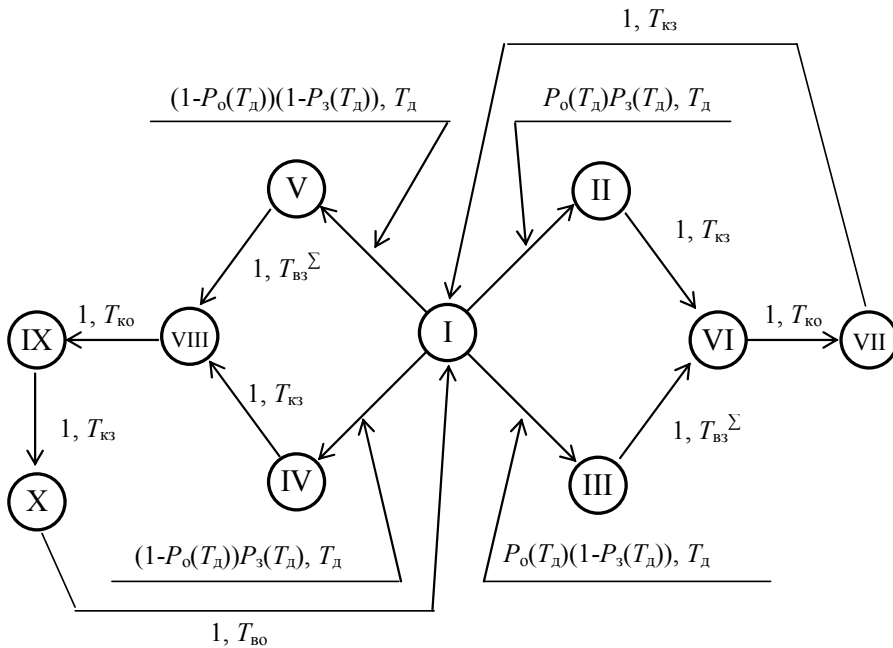


Рисунок 3. Граф взаємодії елементів системи

Використовуючи граф (рис. 3) запишемо систему рівнянь на основі правила [5]

$$\pi_i = \sum_{j=1}^n \pi_j p_{ij}, \text{ при умові } \sum_{i=1}^n \pi_j = 1,$$

де π_i – стаціонарна ймовірність перебування СД в стані s_i без врахування середньої тривалості T_i перебування в цьому стані; p_{ij} – стаціонарна ймовірність перебування СД в стані s_i з врахуванням тривалості T_i перебування в цьому стані.

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \pi_7 + \pi_{10} \\ \pi_2 &= \pi_1 P_0(T_d) \cdot P_3(T_d) \\ \pi_3 &= \pi_1 P_0(T_d) \cdot [1 - P_3(T_d)] \\ \pi_4 &= \pi_1 [1 - P_0(T_d)] \cdot P_3(T_d) \\ \pi_5 &= \pi_1 [1 - P_0(T_d)] \cdot [1 - P_3(T_d)] \\ \pi_6 &= \pi_2 + \pi_3 \\ \pi_7 &= \pi_6 \\ \pi_8 &= \pi_5 + \pi_4 \\ \pi_9 &= \pi_8 \\ \pi_{10} &= \pi_9 \end{aligned} \tag{1}$$

Як базову обираємо першу перевірку в якості базової ($\pi_6 = \pi_1$) та знаходимо безрозмірні коефіцієнти типу $A_j = \frac{\pi_j}{\pi_6}$

$$\begin{aligned} A_1 &= 1 \\ A_2 &= P_0(T_d) \cdot P_3(T_d) \\ A_3 &= P_0(T_d) \cdot [1 - P_3(T_d)] \\ A_4 &= [1 - P_0(T_d)] \cdot P_3(T_d) \\ A_5 &= [1 - P_0(T_d)] \cdot [1 - P_3(T_d)] \\ A_6 &= A_7 = P_0(T_d) \\ A_8 &= A_9 = A_{10} = 1 - P_0(T_d) \end{aligned} \quad (2)$$

Визначаємо тривалості перебування системи діагностування в кожному із станів за формулою

$$T_i = \sum_{j=1}^l p_{ij} M(\tau_{ij}),$$

де $M(\tau_{ij})$ – умовна середня тривалість перебування СД в стані s_i до переходу в стан s_j за умови, що перехід здійснюється миттєво, p_{ij} – ймовірність переходу з i -го стану в j -й стан. Згідно графу представлено-го на рис.2 отримуємо

$$\begin{aligned} T_1 &= T_{\bar{a}} \\ T_2 &= T_4 = T_7 = T_9 = T_{\bar{e}\bar{c}} \\ T_3 &= T_5 = T_{\bar{a}\bar{c}}^{\Sigma} \\ T_6 &= T_8 = T_{\bar{e}\bar{i}} \\ T_{10} &= T_{\bar{a}\bar{i}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Оскільки з усіх десяти станів системи діагностування лише в першому ОК використовується за призначенням, то показник готовності визначатиметься за наступною формулою

$$\dot{I}_{\bar{a}} = \frac{A_1 T_{01}}{\sum_{i=1}^{10} A_i T_i},$$

де T_{01} – середня тривалість безперервної бездефектної роботи в період діагностування, яку можна визначити, як

$$T_{01} = \int_0^{T_d} P_0(t) dt,$$

де $P_0(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи млина.

Враховуючи, що напрацювання до відмови млина розподілено за показниковим законом розподілу $P_0(t) = \exp(-\lambda_0 t)$, де λ_0 – інтенсивність відмов ОК, отримуємо

$$T_{01} = \frac{1}{\lambda_1} [1 - \exp(-\lambda_1 T_{\bar{a}})].$$

Таким чином,

$$\Pi_r = \frac{\frac{1}{\lambda_o} [1 - \exp(-\lambda_o T_d)]}{T_d + P_3(T_d) \cdot T_{к3} + [1 - P_3(T_d)] \cdot T_{в3}^\Sigma + P_o(T_d) \cdot (T_{ко} + T_{к3}) + [1 - P_o(T_d)] \cdot (T_{ко} + T_{во} + T_{к3})} \quad (4)$$

З врахуванням того, що напрацювання до відмови ТЗК розподілені за показниковим законом, $P_3(t) = \exp(-\lambda_3 t)$, де λ_3 – інтенсивність відмов ТЗК, формулу (4) можна представити у вигляді

$$\Pi_r = \frac{\frac{1}{\lambda_o} [1 - \exp(-\lambda_o T_d)]}{T_d + \exp(-\lambda_3 T_d) \cdot T_{к3} + [1 - \exp(-\lambda_3 T_d)] \cdot T_{в3}^\Sigma + \exp(-\lambda_o T_d) \cdot (T_{ко} + T_{к3}) + [1 - \exp(-\lambda_o T_d)] \cdot (T_{ко} + T_{во} + T_{к3})} \quad (5)$$

Згідно експлуатаційної інформації:

$$T_{ко} = 5 \text{ хв}$$

$$T_{к3} = 1 \text{ хв}$$

$$T_{во} = 72 \text{ год}$$

$$T_{в3} = 30 \text{ хв}$$

$$\lambda_o = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год}$$

$$\lambda_3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год}$$

Підставивши ці значення в формулу (5) отримаємо залежність показника готовності млина від періоду контролю. Графічне представлення, якої наведено на рис.4.

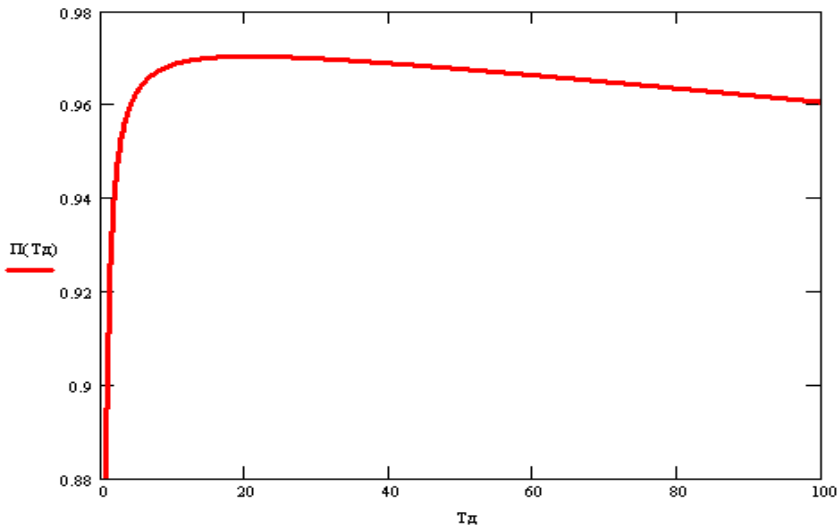


Рисунок 4. Графік залежності показника готовності млина від періоду контролю

Як видно з рис. 4, максимальне значення показника готовності 0.97 досягається при періоді діагностування 24 год (один раз на добу), в той же час при періоді діагностування 96 год (4 доби) показник готовності становить 0.96, що гірше від максимального лише на 1%.

Висновок

Викладене вище дає підстави вважати, що за показника готовності 0.96 найбільш оптимальне значення періоду контролю становитиме 4 доби.

Література

1. Скрипюк Р.Б. Аналіз факторів, що обумовлюють стан вертикального валкового млина як об'єкта контролю [Текст] / Р.Б. Скрипюк // Наукові вісті інституту менеджменту і економіки «Галицька академія». – Івано-Франківськ. – 2007. – Вип. 2(10). – С. 4–8.
2. Шевченко А.Ф. Пути интенсификации помола цемента [Текст] / А.Ф. Шевченко, А.А. Салей, А.А. Сигунов, Н.П. Пескова // Вопросы химии и химической технологии . – 2008. – №5. – С. 129-137.
3. Заміховський Л.М. Вибір діагностичної ознаки технічного стану робочих органів вертикального валкового млина AG-MPS 180BK на основі методу його параметричної ідентифікації за уточненою перехідною характеристикою органів [Текст] / Заміховський Л.М., Скрипюк Р.Б. // Вісник НТУ «ХП». - № 52. -2010. – С. 134-140.
4. Заміховський Л.М. Проектування систем діагностування [Текст]: навч. посіб. /Л.М.Заміховський, В.П.Калявін. – Івано-Франківськ, вид-во "Полум'я", 2004. – 247с.
5. Калявін В.П. Организация систем диагностирования судового оборудования [Текст] /В.П.Калявін, А.М.Малышев, А.В.Мозгалеvский. – Л.: Судостроение, 1991. – 168с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 16.12.2010 р.

Рекомендовано до друку д.т.н., професором Семенцовим Г.Н.

DETERMINATION OF OPTIMUM PERIOD OF CONTROL OF TECHNICAL BEING OF VERTICAL VALC MILL AG-MPS 180BK

L. M. Zamikhovsky, S. V. Zikraty, R. B. Skrip'yuk

Ivano-Frankivs'k National Technical University of Oil and Gas;

76019, Ivano-Frankivs'k, st. Carpats'ka, 15;

ph. +380 (3422) 4-80-00; e-mail: ktsu@nung.if.ua

Procedure of determination of optimum intercontrol period of the technical being of working organs of mill of AG-MPS 180BK – milling valcs and racecourse of milling bowl is examined, by the method of parametric idenentification after the specified transitional description of mill.

Key words: *control object, model of co-operation, control period, graf of co-operation, index of readiness.*