

УДК 621.438:622

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОПОМПОВАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ ПСГ

© В.Я. Грудз¹, В.В. Костів², Я.В. Грудз¹, С.І. Калин¹

1) ІФНТУНГ; 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ, 76019. E-mail: public@ifdtung.if.ua

2) Богородчанське ВУ ПУГ; п/с №77, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл., 77701.

E-mail: pidzemka@bg.if.ua

Процесс обслуживания поршневых газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях ПХГ рассматривается как оптимизационная задача. Построена целевая функция, при помощи которой определены оптимальные значения межремонтного периода и минимум затрат на эксплуатацию.

The process of maintenance of piston gas-compressor units at UGSF compressor stations is considered as an optimization task. Here is devised an efficiency function with the help of which overhaul period optimum values and minimum of operation expenses are determined.

Надійність експлуатації ПСГ як елемента газотранспортної системи визначається в значній мірі надійністю експлуатації компресорної станції, обладнаної поршневими газопомпвальними агрегатами (ПГПА). Для забезпечення надійності роботи газопомпвальних агрегатів необхідно вирішити одну з найбільш вагомих задач обслуговування – задачу оптимізації процесу.

Існуючі способи оптимізації обслуговування ґрунтуються на стратегії, для реалізації яких необхідна інформація про велику кількість параметрів режиму роботи агрегату, що створює певні труднощі у вирішенні задачі. Тому для оцінки стану компресорного циліндра ПГПА слід звизити коло визначальних параметрів і вибрати один узагальнюючий, який характеризував би технічний стан циліндра. У такій постановці задача технічної діагностики циліндра ПГПА може бути практично реалізована, а її результати використані для планування технічного обслуговування агрегату.

Оптимізація технічного обслуговування ПГПА має за мету визначення періодичності проведення профілактичних заходів, завдяки якій загальні витрати на експлуатацію будуть мінімальними. Зменшення частоти профілактичних заходів призведе до зростання потоку відмов, що в свою чергу викличе зростання витрат на усунення аварій. Зростання частоти проведення планово-попереджувальних ремонтів призведе до подорожчання процесу обслуговування. Тому існує оптимум процесу обслуговування, який характеризується мінімальними витратами на експлуатацію ПГПА.

Найбільш прогресивною стратегією обслуговування є обслуговування за реальним станом. Суть стратегії зводиться до наступного: повне відновлення працездатності об'єкта обслуговування системи газопостачання досягається внаслідок визначеного технічного стану, ідентифікованим шляхом періодичного контролю; аварійні ремонти відбуваються в разі виникнення відмов.

Відповідно до класифікації експлуатаційних витрат технічний стан поршневих газопомпвальних агрегатів визначає витрати, пов'язані з усуненням непередбачуваних відмов, проведенням попереджувальних ремонтно-відновних операцій діагностуванням стану вузлів. Витрати, пов'язані з усуненням непередбачуваних відмов, визначають як суму:

$$A_2 = x_1 q_1 r_1 m + x_2 r_2 + x_3 q_3 + S_d(t) + x_4 \quad (1)$$

де: x – працемісткість усунення відмов, вимірювана часом його усунення;

q_1 – середня годинна тарифна ставка працівників, що усувають відмову;

r_1 – коефіцієнт, що враховує нарахування на зарплату і накладні витрати;

m – число робочих, що усувають відмову;

$S(t)$ – витрати, що характеризують енергетичні втрати через відмову;

x_2 – вартість запчастин і матеріалів, що витрачаються на ліквідацію відмови;

r_2 – коефіцієнт, що враховує націнку на запасні частини і матеріали,

x_3 – тривалість простоювання машини на даній відмові;

q_3 – середні втрати від простоювання машини в одиницю часу;

x_4 – витрати, пов'язані з доставкою запасних частин і працівників до місця усунення відмови.

Витрати, пов'язані з проведенням планово-попереджувальних ремонтів (ППР), визначаються так:

$$C_x = x_1 q_1 r_1 m + x_2 r_2 + S_c(t), \quad (2)$$

де $S_c(t)$ – витрати, пов'язані з енергетичними втратами через відмови в міжремонтний період.

Необхідно зауважити, що витрати C_x і вартість діагностування вузла цілком покривають витрати, пов'язані з непередбаченими відмовами. Ці витрати являють собою всю сукупність експлуатаційних витрат, пов'язаних з підтриманням належного технічного стану вузла в міжремонтний період.

Для того щоб одержати формальний вираз функції мети, необхідно визначити сукупність експлуатаційних витрат за весь період напрацювання ПГПА до списання.

Припустивши, що ремонти окремих вузлів і відмови в окремих вузлах не впливають на структурні параметри технічного стану, а також взявши до уваги, що раптові відмови вузлів не виникають у процесі експлуатації компресора з використанням технічної діагностики, можна одержати узагальнену залежність експлуатаційних витрат, пов'язаних з технічним станом компресорного циліндра ПГПА (далі просто експлуатаційних витрат):

$$\tilde{C}_T = C_x P^b(D) + B = P^b(D)(C_x + B'), \quad B' = \frac{B}{P^b(D)}, \quad (3)$$

де: P^b – число попереджувальних ремонтів (у т.ч. за результатами діагностування) за період T наробітку ПГПА до списання;

B – число проведених діагностувань за період T ;

D – діагностичний параметр технічного стану вузла.

Визначення конкретної залежності $\tilde{C}_T(D)$ для ПГПА, що мають декілька циліндрів, і системи ПГПА, включених паралельно, представляє дуже складну задачу. Спробуємо, розв'язавши цю задачу для одного циліндра, поширити отриманий розв'язок на систему циліндрів з огляду на їхній взаємний вплив. Припустимо, що зміна значень діагностичних параметрів у часі може бути описана статичною залежністю, а величина діагностичного параметра, що відповідає його граничному значенню, відома. В якості діагностичного параметра використовуємо відносні енерговтрати, це дозволить визначити абсолютну величину енергетичних втрат.

Зміну відносних енерговтрат запишемо у функції часу:

$$H = vt^\alpha, \quad (4)$$

де v, α – сталі, що характеризують розвиток процесу в часі.

Тоді витрати, пов'язані з енерговтратами:

$$S(t) = \int_0^t \Pi H dt = \frac{\Pi v}{\alpha + 1} t^{\alpha+1}, \quad \Pi = \frac{C \dot{G}_c}{\eta_m \eta_o}; \quad (5)$$

$$\dot{G}_c = dG_c / dt, \quad [C] = \text{грн./Дж.}$$

Визначивши допустиму величину відносного міжремонтного періоду t_M і встановивши кількість відновлювальних ремонтів за період наробітку T , одержимо:

$$t_M = (D/V)^\alpha, \quad P^b(D) = T(V/D)^\alpha, \quad (6)$$

З огляду на вартість ремонту і діагностики вузла

$$P = B' + \bar{P}_0 + S(t_M) = P_0 + \frac{\Pi D}{\alpha + 1} t; \quad (7)$$

$$P_0 = B' + \bar{P}_0,$$

де $\bar{P}_0 = x_1 q_1 r_1 m_1 + (x_2 + q_2) r_2$,

одержуємо:

$$C_m = T(V/D)^{\frac{1}{\alpha}} P, \quad \tilde{C}_m = T \left(\frac{V}{D} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\bar{P}_0 + B' + \frac{PV}{\alpha + 1} t^{\alpha+1} \right), \quad (8)$$

де Π – параметр, що залежить від величини виразу (3).

Очевидно, найбільший ефект при експлуатації буде досягнутий за такого допустимого значення $H = D$, коли:

$$\tilde{C}_0 = \min_{0 < D} \frac{\tilde{C}_m}{T} \sim \min_{0 < D} \tilde{C}, \quad (9)$$

Цей вираз є функцією мети для визначення допустимих величин діагностичних параметрів. Значення \tilde{C}_0 характеризує найменший досяжний рівень експлуатаційних витрат в одиницю часу, а також протягом усього періоду T наробітку ПГПА в процесі його експлуатації з проведенням своєчасних, зумовлених технічним станом вузла, ремонтно-відновлювальних операцій.

Якщо відмови у вузлах циліндрової порожнини не взаємопов'язані, то для циліндрової порожнини з n вузлами:

$$\tilde{C}_0 = \min_{0 < D_i, \forall_i} \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{C}_{m_i}}{T} = \min_{0 < D_i, \forall_i} \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{D_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i}} P_i, \quad (10)$$

Одержавши вираз для функції мети (10), можна визначити допустимий рівень відносних енерговитрат у кожному вузлі, а також міжремонтний інтервал часу.

Таким чином, побудовано функцію мети підвищення ефективності експлуатації ПГПА в процесі проведення параметричного діагностування компресорного циліндра і визначено допустимі енерговитрати і міжремонтний період для вузлів циліндрової порожнини компресорного циліндра.

Література

1. Грудз В.Я., Тымкив Д.Ф., Яковлев Е.И. Обслуживание газотранспортных систем. – Киев: УМК ВО, 1991. – 160 с.

УДК 622.691

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПАРАМЕТРИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ КОМПРЕСОРНИХ ЦИЛІНДРІВ ПГПА В УМОВАХ ПСГ

© В.Я. Грудз¹, В.В. Костів²

1) ІФНТУНГ; 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ, 76019. E-mail: public@ifdtung.if.ua

2) Богородчанське ВУ ПУГ; н/с №77, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл., 77701.

E-mail: pidzemka@bg.if.ua

С целью перехода на прогрессивную стратегию обслуживания по реальному состоянию поршневых газоперекачивающих агрегатов в условиях дожимных КС подземных хранилищ газа выполнена оценка параметрического диагностирования энергетических потерь в компрессорном цилиндре при наличии перетоков газа. Показано, как энергопотери влияют на производительность и эффективность эксплуатации ДКС.

For the purpose of changing to a progressive maintenance strategy of real piston gas-compressor units state in conditions of UGSF booster compressor stations (BCS) an estimation of parametrical diagnosing of energetical losses in the compressor cylinder at the presence of gas cross-flows is made. Ways of the influence of energetical losses on productivity and BCS operation effectiveness are shown.

Ефективність експлуатації ПСГ значною мірою залежить від надійної роботи компресорної станції сховища, яка призначена підвищувати енергію газу на високих пластових тисках у процесі нагнітання і на низьких пластових тисках у процесі відбирання. Відмови компресорної станції (КС) у