УДК 681.518

О. А. Борак, А. Б. Яремчук, В. Б. Савків, к.т.н., доцент, Й. Р. Кравець
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

O.A. Borak, A.B.Yaremchuk, V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Y.R.Kravets

SIMULATION OF GAS DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE GAS TRANSFER UNIT

Використання сучасних засобів контролю та керування газоперекачувальними агрегатами забезпечує зниження витрат на транспортування газу та є актуальним завданням. Такі засоби автоматизації забезпечують зменшення кількості зупинок технологічного процесу, спрощення процесів пуску та зупинки, керування гідропневмоавтоматикою та, відповідно, збільшенням її технічного ресурсу, забезпечують персонал достатньою та достовірною інформацією про хід технологічного процесу, а також зменшують час на технічне обслуговування агрегату.

Для математичного моделювання газоперекачувального агрегата використовуємо його зведені графічні характеристики.

З математичної точки зору ми маємо три види кривих:

$$\varepsilon_н = f[Q_{всм}]_{зв}, \quad \left(\frac{N_i}{\rho_{всм}}\right)_{зв} = f[Q_{всм}]_{зв}, \quad \eta_{пол} = f[Q_{всм}]_{зв}.$$

Наше завдання знайти згладжуючий поліном n-ї степені, який би з якомога більшою точністю інтерполював графіки функцій. Чим більшою буде степінь полінома, тим більшою буде точність.

Скористаємось матричним методом розв’язку системи нелінійних рівнянь. Пояснимо цей метод на прикладі залежності ступеня стиску від зведеної об’ємної витрати ($\varepsilon_н = f[Q_{всм}]_{зв}$) для зведених обертів $[n/n_н]_{зв} = 1$. За зведеними характеристиками нагнітача знаходимо значення ступеня стиску в залежності від зведеної об’ємної витрати. Для знайдених значень складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = a_0 + a_1 \cdot Q_1 + a_2 \cdot Q_1^2 + a_3 \cdot Q_1^3 \\ \varepsilon_2 = a_0 + a_1 \cdot Q_2 + a_2 \cdot Q_2^2 + a_3 \cdot Q_2^3 \\ \varepsilon_3 = a_0 + a_1 \cdot Q_3 + a_2 \cdot Q_3^2 + a_3 \cdot Q_3^3 \\ \varepsilon_4 = a_0 + a_1 \cdot Q_4 + a_2 \cdot Q_4^2 + a_3 \cdot Q_4^3 \end{cases}. \tag{1}$$

В матричному вигляді:

$$\varepsilon = A \cdot Q. \tag{2}$$

Щоб розв’язати це рівняння відносно невідомих коефіцієнтів A, необхідно знайти обернену матрицю Q^{-1}, при умові, що матриця Q – не вироджена. Тоді розв’язок системи матиме наступний вигляд:

$$A = \varepsilon \cdot Q\text{-}1. \tag{3}$$

Даний алгоритм реалізований в програмі Mathcad.

Отже,зведені характеристики можна описати рівняннями:

$$\varepsilon_н = 1{,}626 - 1.871 \cdot 10^{-3} \cdot [Q]_{зв} + 4{,}075 \cdot 10^{-6} \cdot [Q]_{зв}^2 - 3{,}5 \cdot 10^{-9} \cdot [Q]_{зв}^3, \tag{4}$$

$$\eta_{пол} = 1{,}96 - 8{,}587 \cdot 10^{-3} \cdot [Q]_{зв} + 2{,}14 \cdot 10^{-5} \cdot [Q]_{зв}^2 - 1{,}733 \cdot 10^{-8} \cdot [Q]_{зв}^3, \tag{5}$$

$$\left(N_i / \rho_{всм}\right)_{зв} = 49{,}125 - 0{,}632 \cdot [Q]_{зв} + 1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot [Q]_{зв}^2 - 6{,}667 \cdot [Q]_{зв}^3. \tag{6}$$