

РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ СТАЛОГО ПОТОКОРОЗПОДІЛУ У ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ З АКТИВНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Козиренко С. І., Сафонов В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Розглядається задача розв'язання рівнянь моделі сталого поточкорозподілу (СПР) у водопровідних мережах (ВМ) при заданні граничних умов.

Структура ВМ задається у вигляді графа $G(V, E)$. Множину E дуг графа мережі можна записати як $E = M_p \cup M_a \cup L \cup N$, де M_p , M_a – множини дуг графа мережі, що відповідають пасивним ділянкам та активним елементам; L , N – множини фіктивних дуг, що відповідають входам і виходам мережі.

Виберемо дерево графа мережі, тоді $E = E_1 \cup E_2$, де E_1, E_2 – множини дуг, відповідних гілкам дерева і хордам. Нульова вершина є початковою для дуг, відповідних входам мережі, і кінцевою для дуг, відповідних виходам мережі. Система рівнянь математичної моделі СПР запишеться в такому вигляді [1]:

$$f_r = h_r + \sum_{i \in E_1} b_{1ri} h_i = 0, r \in E_2, \quad (1)$$

$$q_i = \sum_{r \in E_2} b_{1ri} q_r, i \in E_1, \quad (2)$$

де

$$h_i(q_i) = P_{iH} - P_{iK} = c_i q_i |q_i|, i \in M_p; \quad (3)$$

$$h_i(q_i) = P_{iH} - P_{iK} = \psi_{0i} + \psi_{1i} q_i + \psi_{2i} q_i^2, i \in M_a; \quad (4)$$

$$h_j = -P_j, j \in L; \quad (5)$$

$$h_j = P_j, j \in N, \quad (6)$$

P_{iH} , P_{iK} – тиск на початку і кінці i – ой ділянки мережі; q_i – витрата по i – ой ділянці мережі; c_i – гідравлічний опір i – ой ділянки мережі ($c_i > 0$); ψ_{0i} , ψ_{1i} , ψ_{2i} – коефіцієнти апроксимації характеристик насосних агрегатів; P_j – тиск на початку ($j \in N$) або кінці ($j \in L$) j – ой фіктивної дуги; b_{1ri} – елемент цикломатичної матриці B_1 ;

Розв'язання системи рівнянь (1), (2) з урахуванням виразів (3)–(6) дозволяє обчислити значення витрат по всіх дугах графа мережі і тиску на всіх входах і виходах мережі при відповідному заданні граничних умов.

Перетворимо систему рівнянь (1) шляхом підстановки виразів (2)–(6) в (1). В результаті отримаємо таку систему рівнянь:

$$\phi_r(q_r, r \in E_2; P_j, j \in L \cup N) = 0, r \in E_2. \quad (7)$$

Визначення значень тиску в проміжних вузлах здійснюється після розв'язання системи рівнянь (7) відповідно до виразів (3), (4).

Література:

1. Козиренко С. І., Ільницький В.Б. Ідентифікація стану моделі сталого поточкорозподілу у інженерних мережах // Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід: матеріали V міжнародної конференції, 29 листопада 2022 р. Дніпро, 2022. С. 169–172.