



УДК 622.692.4

РЕЖИМИ РОБОТИ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ ПРИ ПЕРІОДИЧНИХ СКИДАННЯХ ЧАСТИНИ НАФТИ

Й. В. Якимів, О. М. Бортияк, Р. Д. Луцка

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 72-71-39, e-mail: tzng@nng.edu.ua

На магістральних нафтопроводах великої протяжності може відбуватись періодичне скидання частини нафти для подальшої її доставки на нафтопереробні заводи, що знаходяться в районі проходження траси трубопроводу або на наливні пункти в інші види транспорту. Скидання нафти відбувається на проміжних нафтоперекачувальних станціях. Обсяг величини скидання впливає на режим роботи всього нафтопроводу: змінюється продуктивність на ділянках трубопроводу до і після пункту скидання, що впливає на робочі тиски на вході і виході нафтоперекачувальних станцій та витрати потужності на перекачування нафти. Це може призвести до порушення нормального режиму перекачування. Зниження підпорів на вході в проміжні перекачувальні станції може викликати кавітацію при роботі насосів, збільшення тисків понад допустиму величину може призвести до розриву трубопроводу. Питання роботи магістральних нафтопроводів, на яких здійснюються періодичні скидання і підкачування, розглядаються в роботах [1, 2, 3].

Нафтоперекачувальні станції сучасних магістральних нафтопроводів укомплектовані різнотипними насосами, що відрізняються своїми напірними і енергетичними характеристиками. Від цього залежить режим роботи нафтопроводу.

За періодичних скидань окремі ділянки нафтопроводів працюють при різних гідравлічних режимах.

Для ділянок магістрального нафтопроводу, що знаходяться до пункту періодичного скидання, рівняння балансу напорів для кожного із перегонів буде мати вигляд

$$A_i - B_i Q^2 = \kappa \lambda_i \frac{l_i}{D_i^5} Q^2 + \Delta z_i + h_{n_i}, \quad (1)$$

де A_i, B_i – коефіцієнти математичної моделі напірної характеристики нафтоперекачувальної станції, що знаходиться на початку i -го перегону ділянки нафтопроводу до пункту скидання; Q – витрата рідини на ділянці нафтопроводу до пункту скидання;



κ – постійний коефіцієнт, $\kappa = 1,02 \frac{8}{\pi^2 g}$;

1,02 – коефіцієнт, що враховує 2 % на втрати напору в місцевих опорах від втрат напору на тертя;

g – прискорення вільного падіння;

λ_i – коефіцієнт гідравлічного опору для i -го перегону між станціями, що визначається за відомими формулами гідродинаміки залежно від зони гідравлічного тертя;

l_i, D_i – довжина і внутрішній діаметр i -го перегону;

Δz_i – різниця геодезичних позначок кінця і початку i -го перегону;

h_{n_i} – напір в кінці i -го перегону, що передається на наступну станцію.

Для головної нафтоперекачувальної станції (першої на трубопроводі)

$$A_1 = a_n + \sum_{j=1}^r a_{j1}; \quad B_1 = b_n + \sum_{j=1}^r b_{j1},$$

де a_n, b_n – коефіцієнти математичної моделі напірної характеристики підпірного насоса вигляду $h_n = a_n - b_n Q^2$;

r – кількість основних насосів, що включаються в роботу на головній нафтоперекачувальній станції;

j – номер насоса на станції;

a_{j1}, b_{j1} – коефіцієнти математичної моделі напірної характеристики j -го основного насоса на першій станції вигляду $h = a - bQ^2$.

Для всіх проміжних станцій

$$A_i = \sum_{j=1}^r a_{ji}; \quad B_i = \sum_{j=1}^r b_{ji}.$$

Рівняння балансу напорів для всіх перегонів, що знаходяться після пункту скидання частини нафти має вигляд

$$A'_i - B'_i (Q - Q_c)^2 = \kappa \lambda_i \frac{l_i}{D_i^5} (Q - Q_c)^2 + \Delta z_i + h_{n_i}, \quad (2)$$



де A'_i , B'_i – коефіцієнти математичної моделі напірної характеристики нафтоперекрачувальної станції, що знаходиться на початку i -го перегону ділянки нафтопроводу після пункту скидання; Q_c – витрата, з якою скидається частина рідини.

Розроблено алгоритм і програмне забезпечення розрахунку режимів роботи та енергетичних затрат на перекачування нафти магістральними нафтопроводами за різних значень витрати скидання і будь-яких комбінацій включення насосів на станціях.

З метою аналізу впливу величини періодичних скидань на пропускну здатність магістрального нафтопроводу проведені розрахунки для різних схем включення в роботу насосів на ділянці Мозир–Броди–Тухольський перевал нафтопроводу «Дружба» із скиданням частини нафти на НПС «Броди». Дослідження показали, що за сталої величини витрати скидання пропускну здатність нафтопроводу залежить від того, які насоси включаються в роботу. Доведено, що при збільшенні величини витрати скидання може змінюватись лімітуюча ділянка, яка обмежує пропускну здатність всього нафтопроводу. Виявлено, що не завжди перегін, перед яким здійснюється скидання частини нафти, є лімітуючим. На основі розрахунків можуть бути виявлені енергоефективні режими перекачування нафти.

Літературні джерела

1 Нечваль А. М. Проектирование и эксплуатация газонетепроводов / А. М. Нечваль. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 168 с. 2. Коршак А. А. Проектирование и эксплуатация газонетепроводов / А. А. Коршак, А. М. Нечваль; под ред. А. А. Коршака. СПб.: Недра, 2008. – 488 с. 3. Якимів Й. В. Проектування та експлуатація нафтопроводів / Й. В. Якимів, О. М. Бортняк. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – 171 с.