

Секція: Технічні науки

Лісафін Володимир Петрович

кандидат технічних наук, доцент кафедри

транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний

університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДПІРНИХ НАСОСІВ ПРИ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНИХ ПЕРЕКАЧУВАННЯХ

Головні насосні станції магістральних нафтопроводів – єдиний комплекс, що складається з насосного обладнання для перекачування нафти, резервуарів для її зберігання, внутрішньостанційних трубопроводних комунікацій і т. ін.

Для створення підпору перед основними (магістральними) насосами призначені підпірні насоси, які за необхідності застосовуються при перекачуваннях нафти між окремими резервуарами.

При внутрішньостанційних перекачуваннях для визначення пропускної здатності системи "витратний резервуар (I) – підпірний насос – резервуар (II)" можна використати рівняння Бернуллі [1, с. 64], що представлено у вигляді [2, с. 49].

$$H_I + \Delta z_{\epsilon} - h_{\epsilon} + \frac{P_{\epsilon}}{\rho g} + H_n = H_{II} + \Delta z_n + h_n + \frac{P_n}{\rho g}, \quad (1)$$

де H_I, H_{II} - рівні нафти у певний момент часу у резервуарах I і II відповідно;

$\Delta z_6, \Delta z_n$ - різниця геодезичних позначок між резервуарами I і II та насосом;

h_6, h_n - втрати напору у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах;

P_6, P_n - вакуум у першому резервуарі та надлишковий тиск у другому резервуарі;

H_n - напір, що розвиває підпірний насос.

Останній може бути визначений за допомогою напірної характеристики насоса, яка з достатньою точністю описується рівнянням [1, с. 50].

$$H_n = a - \epsilon Q^2, \quad (2)$$

де a, ϵ - коефіцієнти математичної моделі насоса;

Q - витрата нафти.

Підставивши у рівняння (1) відповідні вирази для обчислення втрат напору на тертя і в місцевих опорах [3, с. 307] можна отримати спільний розв'язок рівнянь (1) і (2), що дозволяє визначити пропускну здатність внутрішньостанційного трубопроводу. Процес носить нестационарний характер через зміну рівнів нафти в обох резервуарах, а величина пропускну здатності залежить від конкретної технологічної ситуації.

Обчислена пропускну здатність - це теоретично можливе значення витрати нафти в системі "витратний резервуар (I) – підпірний насос – резервуар (II)". Значення витрат, що можуть бути реалізовані практично, залежать від наступних основних обмежень:

- допустимого кавітаційного запасу насоса h_d ;
- значень ККД насоса (насос повинен працювати в робочій зоні);
- допустимими тисками в трубопроводах;
- рівнями нафти у резервуарах.

Величину першого можна обчислити за формулою

$$\Delta h = \frac{P_e - P_s}{\rho g} - (h_e - \Delta z_e - H_I), \quad (3)$$

де P_s - пружність парів нафти за температури перекачування:

ρ - густина нафти.

З урахуванням вище вказаних обмежень знаходиться робоча зона роботи підпірного насоса (рисунок 1) при перекачуванні нафти певної в'язкості за заданої температури (остання визначає пружність її парів і гідравлічні опори комунікацій).

На рисунку показана типова робоча зона роботи насоса при заданій технологічній схемі підключення певного резервуара (схема відкачування обумовлена технологічною необхідністю).

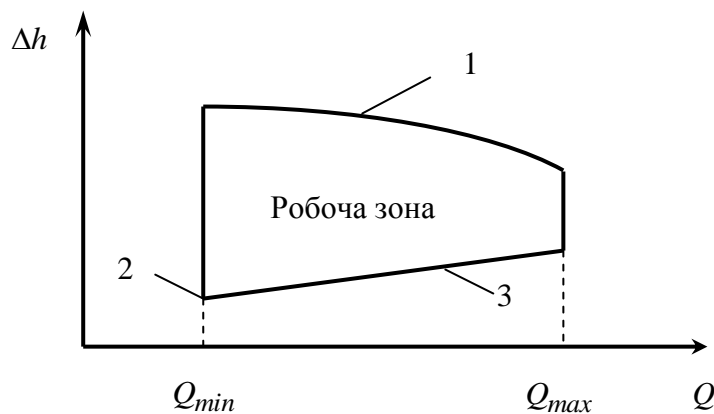


Рис. 1. Визначення робочої зони підпірного насоса

(1 - залежність наявного кавітаційного запасу насоса від витрати при максимальному рівні рідини в резервуарі I; 2 – наявний кавітаційний запас насоса при мінімальному рівні нафти в резервуарі I; 3 – залежність допустимого кавітаційного запасу насоса від витрати)

На рисунку значення мінімальної Q_{min} і максимальної витрати Q_{max} обумовлені зоною високих ККД насоса (як правило, вона знаходиться в діапазоні від 0,8 до 1,2 від номінальної подачі). Максимальний і мінімальний рівень нафти в резервуарі обмежені технологічними вимогами з експлуатації резервуара.

Таким чином, можна визначати робочу зону роботи насоса (поле робочих зон, обумовлених фізичними властивостями нафти та її температурою, схемами підключення резервуара) при внутрішньостанційних перекачуваннях на насосних станціях магістральних нафтопроводів, що дозволяє уникнути кавітації у його всмоктувальному трубопроводі.

Література

1. Колпаков Л.Г. Эксплуатация магистральных центробежных насосов [Учебное пособие] / Л.Г Колпаков – Уфа: Изд. Уфим. нефт. ин-та, 1988.-115 с.
2. Лісафін В.П. Особливості внутрішньостанційних перекачувань нафти на насосних станціях магістральних нафтопроводів / В.П. Лісафін // Міжнародний журнал "Інтернаука" – 2017 - № 8 (30). – С. 49-53.
3. Лісафін В.П. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / В.П. Лісафін, Д.В. Лісафін. – Івано-Франківськ: Факел, 2006. – 597 с.