

УДК 621.313.32:681.513.5:621.64

І. І. Яремак, канд. техн. наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

**АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНИХ
ЕЛЕКТРОПРИВОДНИХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ
НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

I. I. Yaremak, Ph.D.

**ANALYSIS OF THE PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF
FREQUENCY-CONTROLLED ELECTRIC DRIVE PUMPING UNITS OF OIL
PUMPING STATIONS**

Складність задачі керування роботою нафтоперекачувальних станцій (НПС) обумовлена нерівномірністю її режимів. На режим магістрального нафтопроводу (МН) впливають 3 групи факторів [1]: зміни в роботі обладнання НПС, зміни умов роботи технологічної ділянки нафтопроводу та зміни властивостей рідини, що перекачується. Тому відбувається зміщення робочої точки системи НПС-МН і виникає необхідність її підтримання в зоні високих к.к.д. насосного агрегата (НА) шляхом регулювання режимів.

Зміст регулювання режимів полягає в тому, щоб характеристики $H-Q$ МН та НПС перетинались в оптимальній робочій точці. Дана робоча точка системи визначає робочі точки окремих відцентрових насосів (ВН), що входять в систему.

Аналізу методів регулювання режимів роботи МН присвячені численні теоретичні дослідження як зарубіжних, так і вітчизняних авторів [2]. На основі аналізу літературних джерел доцільно виділити такі методи регулювання режимів роботи НА НПС: зміна параметрів НПС (зміна кількості робочих НА НПС, зміна схеми з'єднання НА НПС, заміна роторів (робочих коліс) насосів, зміна діаметрів (обточування) робочого колеса насосів, регулювання швидкості обертання вала і методи, пов'язані зі міною параметрів МН (дроселювання, байпасування). Проведений критичний аналіз шляхів регулювання режимів роботи НА доводить, що доцільність вибору одного наведених вище методів залежить від режимів перекачування, наявного обладнання та умов роботи НА НПС.

В світовій практиці існує стійка тенденція заміни нерегульованих електроприводів ВН, компресорів, вентиляторів на регульовані системи [3]. В [4] встановлено, що найефективнішим способом керування режимами роботи МН є частотне регулювання швидкості обертання робочого колеса магістрального ВН, що забезпечує підтримання робочих параметрів в необхідному діапазоні. Крім того регулювання кутової швидкості обертання насоса дозволяє підвищити показники надійності та ефективності роботи НА [5].

У зв'язку зі зменшенням обсягів перекачування на даний час МН України працюють в режимі недовантаження, тому актуальною є задача впровадження регульованого електроприводу, що дозволить керувати режимами МН та зменшити енергоспоживання на НПС.

Порівняємо енергоспоживання магістрального НА на НПС "Куровичі" при застосуванні регулювання режимів шляхом дроселювання, байпасування та частотного регулювання за допомогою перетворювача частоти (ПЧ). На даній НПС встановлено три послідовно увімкнені ВН типу НМ 3600-230 з електроприводним синхронним двигуном (СД) типу СТД-2500-2. Розрахунки проведено згідно методики [5]. На основі проведених обчислень встановлено, що витрата електроенергії при застосуванні ПЧ

менша, ніж при дроселюванні. Максимальна економія за рахунок застосування ПЧ досягає 21%, мінімальна - 3%. Значна економія електроенергії (21%) НА пов'язана з тим, що режими роботи МН значно відрізняються від номінального (витрата нафти в МН не перевищує 50% від номінального значення), що призвело до значного дроселювання. Витрата електроенергії при застосуванні перепуску більша, ніж при дроселюванні. Максимальна перевитрата електроенергії при перепуску складає близько 12%, мінімальна - близько 3%. Пов'язано це з тим, що при перепуску зростає подача насосів і, як наслідок, їхня потужність. Таким чином, з точки зору енергозбереження спосіб регулювання тиску за допомогою ПЧ є найдоцільнішим, оскільки забезпечує мінімальну витрату електроенергії.

Крім того, застосування регульованого СД дозволяє не лише змінювати його частоту обертання, але й формувати необхідні усталені та перехідні режими роботи СД.

Частотно – керованому СД притаманні такі властивості:

- стабільність частоти обертання ротора незалежно від моменту навантаження на всьому діапазоні регулювання;
- стабільність частоти обертання ротора незалежно від напруги;
- більші значення моментів при регулюванні напруги та струму збудження.

Для СД з великим моментом інерції приводного ВН, необхідно плавно змінювати частоту напруги живлення, щоб двигун не випав із синхронізму. Під час частотного регулювання прагнуть досягти режиму роботи двигуна з $\cos\varphi = 1$, при якому в обмотці якоря найменші втрати енергії і, відповідно, найвищий ККД. При цьому прийнято допущення, що ККД ПЧ в процесі регулювання частоти залишається незмінним.

Отже встановлення частотно-керованого електроприводу на НПС дозволить значно зменшити енергоспоживання, полегшити синхронізацію роботи станцій та уникнути гідравлічних ударів у нафтопроводі. Проте для його реалізації необхідні додаткові капіталовкладення на придбання та монтаж обладнання, за допомогою якого можна змінювати швидкість обертання робочого колеса. Тому для регулювання режимів МН необхідно визначити оптимальну кількість магістральних насосів з частотно-керованим електроприводом на ділянці МН.

Література

1. Федоров П. В. Совершенствование методов планирования технологических режимов и контроля процесса транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам : дис. ...канд. техн. наук : 25.00.19. Ухта, 2011. 130 с.
2. Ахмадуллин К. Р. Методы расчета и регулирования режимов работы насосных станций магистральных нефтепродуктопроводов. *Нефтяное хозяйство*. 2005. № 3. С. 100–103.
3. Ahonen T. Monitoring of centrifugal pump operation by a frequency converter. *Doctoral Thesis. Lappeenranta University of Technology*, Finland. 2011. ISBN 978-952-265-075-7.
4. Шабанов В. А., Хакимов Э. Ф., Пирожник Н. П. Анализ энергоэффективности частотно-регулируемого электропривода на действующих нефтеперекачивающих станций за счет повышения КПД магистральных насосов. *Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн.* 2012. Т.10. №2. С.55–60. URL: http://ngdelo.ru/files/old_ngdelo/2012/2/ngdelo-2-2012-p55-60.pdf.
5. Костишин В. С., Яремак І. І. Аналіз показників ефективності та надійності роботи насосного агрегата на засадах системного підходу. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2017. № 1(62). С. 50–60.