УДК 632. 937

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ПРИВОДУ НА СКЛАДАХ ВУГЛЕВОДНІВ

В. А. КОРЕНДА, О. С. ПРОТАСОВ, І. Ю. ВИШНЯКОВ, Н. Л. ЦІРЕНЬ, Т. Л. ЄРЕМЕНКО, Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ, Л. Ф. СТРНАД
Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»
З. С. СІРКО, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: z.sirko@ukr.net

https://doi.org/dopovidi2021.04.013

Анотація. *Найважливішим чинником підвищення енергоефективності підприємств та організацій Держрезерву являється раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Підприємства нафтового напряму не являються найбільш енергоємними в системі Держрезерву, проте зменшення споживання електроенергії являється важливим чинником у зниженні собівартості їх продукції. Упродовж останніх 10-15 років у світі спостерігається широке й успішне впровадження частотно-регульованого електроприводу для вирішення різних технологічних завдань у багатьох галузях економіки. Встановлення частотних перетворювачів на насосне обладнання нафтобаз дає можливість плавного регулювання режимів їх роботи. При цьому завантаження електродвигунів насосів буде оптимальним, а втрати електроенергії мінімальними.*

Ключові слова: *насос, частотний перетворювач, нафтобаза, трубопровід*

Актуальність. На нафтобазах основним споживачем електроенергії являється насосне обладнання. Технологічний процес роботи цих підприємств передбачає реверсну перекачку паливно-мастильних матеріалів між резервуарами та залізничними й автоцистернами. Особливістю роботи нафтобаз являється нерівномірність завантаження обладнання через різну потребу в кількості перекачаних нафтопродуктів із часом, тому завантаження насосної станції буде також не рівномірним через різну величину тиску та подачі в трубопроводах. Для підтримки заданого режиму роботи насосної станції за зміни зовнішніх чинників, що впливають на її роботу, необхідно проводити контроль і регулювання режимів роботи насосних установок. Ця функція може бути розділена на два напрями: регулювання гідравлічних режимів роботи насосів, який застосовується на нафтобазах, і регулювання енергоефективності роботи обладнання насосної станції. Для насосних установок відцентрового типу застосовують такі

способи контролювання тиску й подачі рідини [1]:

- дроселюванням трубопроводу;
- перепуском частини потоку рідини з вихідного патрубка насоса у вхідній (байпасування);
- підключенням і відключенням насосів (ступеневе регулювання);
- зміною швидкості обертання робочого колеса насоса.

Частотно-регульований привод (Variable Frequency Drive, VFD) - система управління частотою обертання ротора асинхронного (або синхронного) електродвигуна. Складається з власне електродвигуна і частотного перетворювача.

Перетворювач частоти управляє електричним двигуном і являє собою електронний статичний пристрій. На виході перетворювача формується електрична напруга зі змінними амплітудою і частотою.

Назва «частотно-регульований електропривод» зумовлено тим, що регулювання швидкості обертання двигуна здійснюється зміною частоти напруги живлення, що подається на двигун від перетворювача частоти. Схема частотно-регульованого приводу приведена на рис.1.

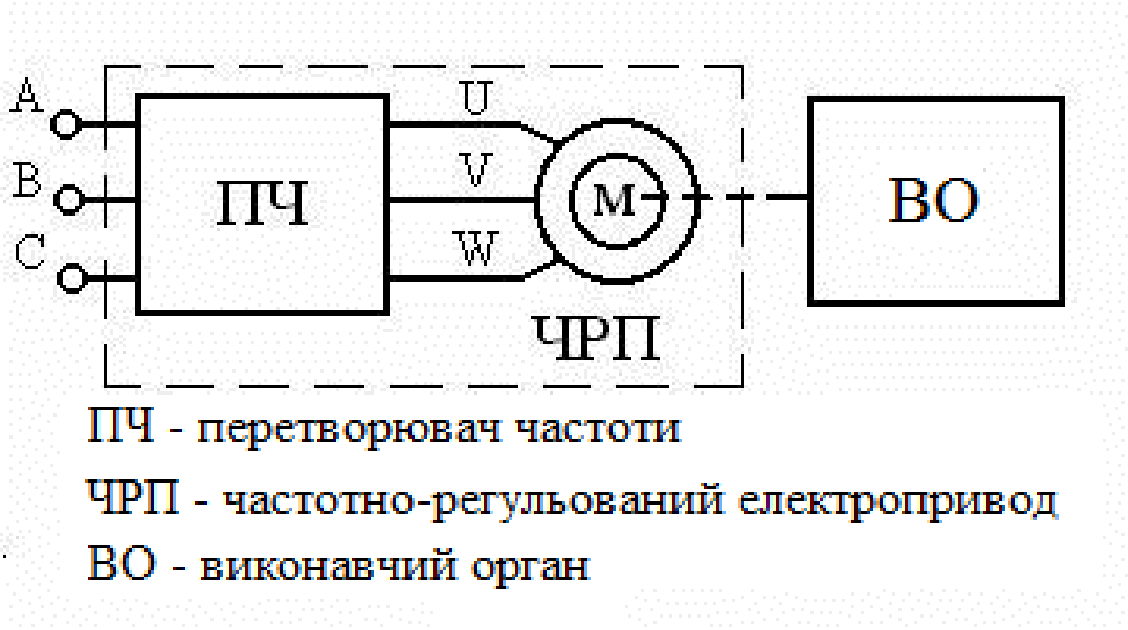

Рис. 1. Схема частотно-регульованого приводу.

Методика досліджень. Використання перетворювачів частоти для керування насосами дозволяє:

- знизити втрати електроенергії, та знос обладнання пов'язані з регулюванням продуктивності за допомогою дроселюючих клапанів.

- зменшити навантаження електродвигуна і, як наслідок, знизити електроспоживання за збереження необхідної потужності насосу [2].

Розрахунок техніко-економічних показників впровадження частотно-регульованого електроприводу виконаний на прикладі ДО “Комбінат ”Айстра” м. Чернігів. Основною метою діяльності комбінату є приймання, зберігання та відвантаження нафтопродуктів державного матеріального резерву. Виробничі потужності на зливі-наливі залізничних цистерн і автотранспорту дозволяють здійснювати вантажні операції з продуктивністю 350 тонн за годину.

Об’єкт, де припускається встановлення частотних перетворювачів на насоси поділяється на три частини: продуктова насосна станція №1, зливно-наливна естакада ліва частина та зливно-наливна естакада права частина.

Частоті перетворювачі відповідної потужності з панелями керування марки ABB ACQ580 передбачається встановлювати на найбільш завантажені насоси [2].

Частотні перетворювачі сімейства ACQ580 були розроблені першочергово для систем водопостачання та водовідведення і підходить як для управління швидкістю двигуна одного насоса, так і управлення групою насосів. Частотні перетворювачі ACQ580 дозволяють знизити витрати при експлуатації і обслуговуванні насосних систем завдяки різноманітним вбудованим функціям. Завдяки вбудованим насосним функцій частотний перетворювач підтримує оптимальну роботу системи, оптимізуючи, водночас, витрати електроенергії.

Рис. 2. Частотний перетворювач ABB ACQ 580 настінного типу

Техніко-економічні показники встановлення частотних перетворювачів розраховуються за допомогою комп'ютерної програми PUMP SAVE наданого виробником ABB.

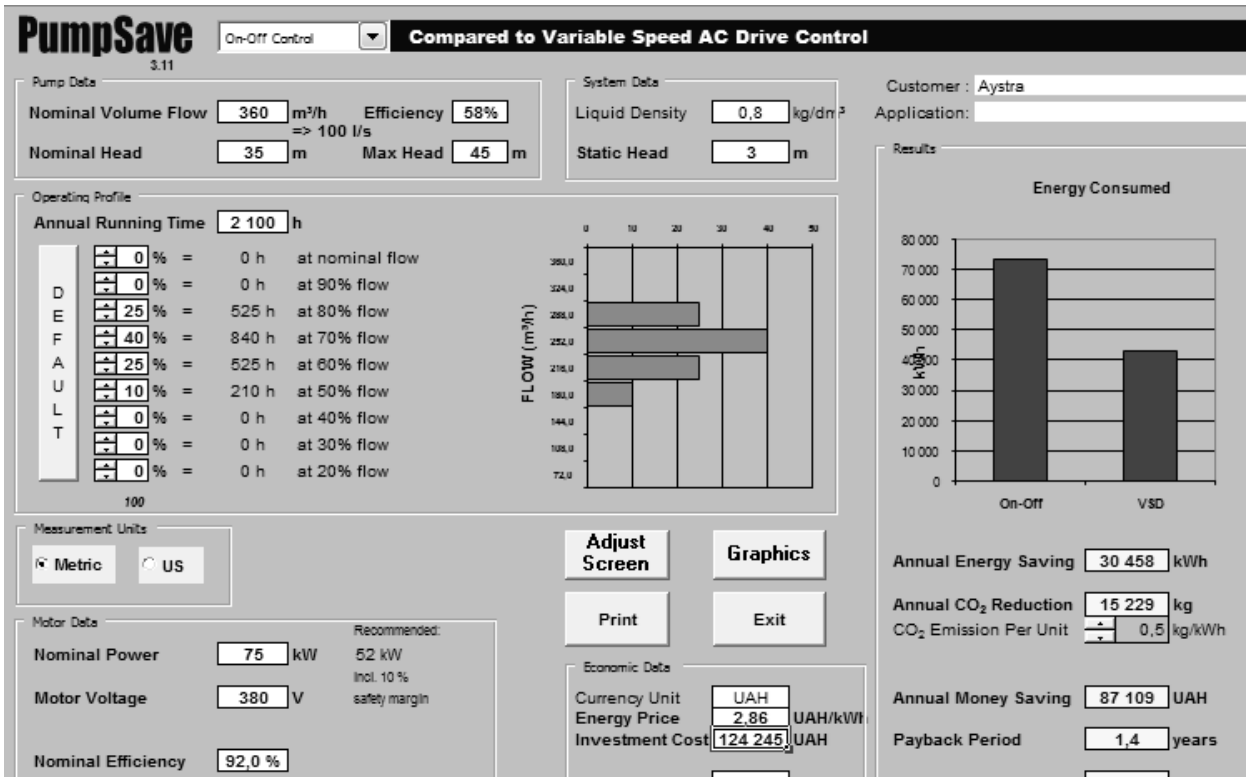

Рис. 3. Розрахунок техніко економічних показників для насоса за допомогою комп'ютерної програми PUMP SAVE

У таблиці 1 приведені технічні характеристики насосів, якої необхідно обладнати частотними перетворювачами.

1. Технічні характеристики насосів, на яких планується встановити частотні перетворювачі

Умовне позначення насосу	№1 6НДВ(б)	№3 6НДВ(б)	СМ-150	6НДВ(б)
Місце встановлення	Продуктова насосна станція №1		Зливно-наливна естакада ліва сторона	Зливно-наливна естакада права сторона
Продуктивність, м^3/год	360	360	145	360
Потужність двигуна, кВт	55	75	30	55
ККД двигуна	92	91,4	91,4	92
Середній час роботи на рік, год/рік	2100	2100	2100	2100

Мета дослідження – використання частотно-регульованого приводу для керування насосами.

Результати досліджень. Розраховано такі техніко-економічні показники впровадження частотно-регульованого електроприводу:

- економія електроенергії в натуральній та грошовій величині: 90 тис. кВт·год або 270 тис.грн;
- капітальні затрати на впровадження частотних перетворювачів – 540 тис. грн;
- простий та дисконтований (з врахуванням інфляції) терміни окупності: 2,0 та 2,5 років;
- внутрішню норму рентабельності проекту на період 10 років (гарантія виробника на обладнання) – 46,8 %;
- чисту приведену вартість проекту на період 10 років (гарантія виробника на обладнання) – 950 тис.грн.

Висновки. За допомогою розрахованих техніко-економічних показників впровадження частотно-регульованого електроприводу на ДО "Комбінат "Айстра" та технічних особливостей даного обладнання можна зробити наступні висновки:

- цей захід дозволить підприємству зекономити електроенергію до 25 % річного споживання та продовжити термін експлуатації обладнання;
- цей захід являється економічно рентабельним, його впровадження дозволить повернути вкладені кошти через 2,5 років та в подальшому отримувати фінансову вигоду.

Рекомендації. Використання частотно-регульованого приводу рекомендовано для використання на підприємствах нафтового напряму системи Держрезерву України.

Для підвищення точності показників економії електроенергії рекомендовано також запровадити системи технічного обліку електроенергії для кожної одиниці насосного обладнання, де встановлюються частотні перетворювачі з виводом даних на сервер підприємства.

Список використаних джерел

1. П. Шубак, Д. Борст, Чернявський А.В. Посібник з енрегоаудиту. Консультування підприємств щодо енергоефективності. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://uamap.org.ua/storage/Посібник%20з%20енергоаудиту.pdf (дата звернення 22.07.2021).
2. Чиженко И. М., Андриенко П. Д., Баран А. А. Справочник по преобразовательной технике. Киев: Техніка, 2001. 447 с.
2. Приводы АББ для систем водоснабжения, водоотведения и перекачки технологических жидкостей ACQ580, от 0,75 до 500 кВт [Електронний ресурс] Режим доступу: https://abbua.com.ua/ru/privody-abb-2/acq580/uploads/541.pdf (дата звернення 05.05.2021).

References

1. P. Shubak, D. Borst, Chernyavsky A.V. Manual on energy audit. Advising companies on energy efficiency. [Electronic resource] Access mode: https://uamap.org.ua/storage/Посібник%20з%20енергоаудиту.pdf (access date 22.07.2021).

2. Chizhenko I.M, Andrienko P.D., Baran A.A. Handbook of conversion technology. Kiev: Technika, 2001. 447 p.

3. ABB drives for systems of water supply, drainage and pumping of technological liquids ACQ580, from 0,75 to 500 kW [Electronic resource] Access mode: https://abbua.com.ua/ru/privody-abb-2/ acq580 / uploads /541.pdf (appeal date 05.05.2021).

RESEARCH OF EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF FREQUENCY-CONTROLLED DRIVE AT HYDROCARBON WAREHOUSES

V. A. Korenda, O. S. Protasov, I. Y. Vyshniakov, N. L. Tciren, T. L. Eremenko, D. P. Torchilevsky, L. F. Strnad, Z. S. Sirko

Abstract. *The most important factor in improving the energy efficiency of enterprises and organizations of the State Reserve is the rational use of fuel and energy resources. Oil depots are not the most energy-intensive in the State Reserve system, but reducing electricity consumption is an important factor in reducing the cost of their products. During the past 10-15 years, the world has seen the widespread and successful introduction of frequency-controlled electric drive to solve various technological problems in many sectors of the economy. Installation of frequency converters on the pumping equipment of oil depots gives the chance of smooth regulation of modes of their work. At the same time loading of electric motors of pumps will be optimum, and losses of the electric power are minimum.*

At oil depots, the main consumer of electricity is pumping equipment. The technological process of operation of these enterprises involves reverse pumping of fuels and lubricants between tanks and rail and tank trucks. The peculiarity of oil depots is the uneven loading of equipment due to different needs in the number of pumped oil products over time, so the loading of the pumping station will also be uneven due to different pressure and supply in the pipelines. To maintain the set mode of operation of the pumping station when changing external factors affecting its operation, it is necessary to monitor and regulate the modes of operation of pumping units. This function can be divided into two areas: regulation of hydraulic modes of operation of pumps, which is used at oil depots, and regulation of energy efficiency of pumping station equipment.

The calculation of technical and economic indicators of the introduction of frequency-controlled electric drive is performed on the example of state enterprise "Aystra" Chernihiv. The main purpose of the plant is the reception, storage and shipment of petroleum products of the state material reserve. Production capacity for heavy-duty rail tanks and vehicles allows for freight operations with a capacity of 350 tons per hour.

Key words: *pump, frequency converter, oil depot, pipeline*