

## ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НАСОСНИХ УСТАНОВОК З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*Тимошенко А.В.* – гр. БЕМ-17, бакалавр, *artemtymosh29@gmail.com*

*Злотенко Б.М.* – д.т.н., проф., *zlotenco@ukr.net*

*Київський національний університет технологій та дизайну*

*Проблема енергозбереження на межі тисячоліть перетворилась в одну з найважливіших загальнолюдських проблем. Раціональне та економне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу та ефективне використання електричної та теплової енергії набувають виключно важливого значення у сучасному суспільстві.*

*Україна задовольняє свої потреби в природних енергоресурсах за рахунок власного їх видобутку приблизно на 45%. У більшості країн світу рівень енергетичної самозабезпеченості такий самий або нижчий.*

*Необхідність підвищення рівня енергетичної безпеки є одним з головних завдань нашої держави на сучасному етапі її соціально-економічного розвитку.*

*Енергозбереження – заходи, спрямовані на заощадження теплової та електричної енергії, а також використання альтернативних джерел енергії. Використовуючи різні джерела енергії та технології, можна по-різному досягати корисного ефекту (зменшення втрат енергії при її перетворенні та зниження негативного впливу споживання енергії на довкілля).*

*The problem of energy saving at the turn of the millennium has become one of the most important universal problems. Rational and economical use of natural resources, reduction of harmful emissions into the atmosphere and efficient use of electricity and heat are becoming extremely important in modern society.*

*Ukraine meets its needs in natural energy resources through their own production by about 45%. In most countries of the world the level of energy self-sufficiency is the same or lower.*

*The need to increase the level of energy security is one of the main tasks of our state at the present stage of its socio-economic development.*

*Energy saving - measures aimed at saving heat and electricity, as well as the use of alternative energy sources. Using different energy sources and technologies, it is possible to achieve a beneficial effect in different ways (reduction of energy losses during its conversion and reduction of the negative impact of energy consumption on the environment).*

## **Вступ.**

Головним пріоритетом реалізації політики енергозбереження є досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючій структурі промислового виробництва, а також зменшення шкідливого впливу на довкілля [3].

Основні напрямки енергозбереження:

- зменшення споживання імпортованих енергоносіїв;
- впровадження новітніх енергозберігаючих, екологічно-чистих технологій;
- розробка більш ефективного обладнання і приладів та удосконалення існуючих;
- реконструкція зовнішнього освітлення з використанням енергозберігаючих освітлювальних приладів та автоматизованих систем управління;
- модернізація систем теплопостачання;
- впровадження енергозберігаючих освітлювальних приладів у бюджетній сфері з метою скорочення споживання електричної енергії;
- використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії;
- впровадження технологій електроопалення;
- популяризація енергозбереження.

Енергозбереження – це безліч різних заходів, які в сукупності повинні привести до загального зменшення споживання енергії від зовнішніх джерел, що важливо не тільки в економічному плані, але і в екологічному, оскільки зменшиться кількість шкідливих викидів і відходів. Найбільш ефективно рішення проблеми досягається шляхом поєднання різних чинників – людського, технічного, організаційного.

## **Результати досліджень.**

*Економія електроенергії технологічними установками і механізмами.*

Шляхи економії електроенергії у насосних установках [2]: підвищення ККД насосів і трубопроводів; регулювання продуктивності насосної установки; упорядкування графіку навантажень водовідливної установки; організаційні заходи. Підвищення ККД насосів забезпечується за рахунок ретельного балансування робочих коліс, регулярною заміною ущільнювачів, забезпеченням робочої точки насоса в зоні максимальних значень ККД.

Підвищення ККД трубопроводу може відбуватися за рахунок:

- Збільшення перетину труб по всій довжині і на окремих ділянках
- Включення на паралельну роботу резервного нагнітального устаткування;
- скорочення довжини трубопроводу, заміна похилих ділянок вертикальними;
- регулярне очищення трубопроводу;
- ліквідація в трубопроводі зайвої арматури і непотрібних поворотів чи зниження їх опору згладжуванням гострих кутів;
- використання арматури з меншими значеннями коефіцієнта місцевого опору (наприклад, заміна в прийомних пристроях на всмоктувальних трубопроводах тарілчастих клапанів на кульові).

Витрата електроенергії при роботі насосної установки за рік (кВт · год/рік) визначається виразом:

$$W = \frac{0,00272 \cdot HQT}{\eta_{нс}\eta_{тр}\eta_{д}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

де  $T$  – число годин роботи насоса за рік, год/рік;  $H$  – висота підйому води, м;  $\eta_{тр}$  – ККД трубопроводу;  $Q$  – подача, м<sup>3</sup>/г. При зміні значень величин, що входять у формулу, підраховується витрата енергії по базовому варіанту та з урахуванням впровадження енергозберігаючих заходів, різниця витрат енергії дасть економію електроенергії. Регулювання продуктивності насосної установки при використанні відцентрових насосів у даний час практично не використовується, оскільки одночасно зміняться напір і подача. Тому регулювання можливе лише в невеликому діапазоні для відпрацювання робочої точки з максимальним ККД.

Це може бути здійснено:

- за рахунок дроселювання на стороні нагнітального трубопроводу;
- використанням різного виду муфт;
- використанням регульованого електропривода.

Шляхом зміни часу включення насосної установки на період мінімального підземного навантаження можна зменшити втрату енергії в ствольовому кабелі. Зазначений захід, можливо, буде пов'язаний зі збільшенням водозбірника водовідливної установки, однак останнє може мати додатковий ефект за рахунок зменшення електроспоживання насосів.

Організаційні заходи містять:

- усунення витоків у трубопроводі;
- використання напору трубопроводу для зрошення (відпадає необхідність у насосах зрошення);
- регулярне чищення водозбірника (поліпшуються робота прийомного пристрою насосної установки і насоса);
- попередження проникнення води в шахту;
- правильна експлуатація електродвигунів насосів.

### ***Керування продуктивністю насосних установок***

Традиційні способи регулювання подачі насосних установок полягають в дроселюванні напірних ліній насосів і зміні загального числа працюючих агрегатів по одному з технологічних параметрів - тиску на колекторі в точці мережі, рівню в прийомному чи регулюючому резервуарі й ін. Ці способи регулювання спрямовані на вирішення технологічних задач і практично не враховують енергетичних аспектів транспортування води. При такому регулюванні від 5 до 15%, а в окремих випадках до 25-30% споживаної електроенергії витрачається нерационально через:

- втрати енергії в дроселюючому органі;
- створення надлишкових напорів у трубопровідній мережі;
- витоків і непродуктивних витрат води в мережі й у споживача;
- збільшення геометричного підйому при відкачці води з резервуарів каналізаційних насосних станцій і т.д.

Тому з появою надійного регульованого електропривода створилися передумови для розробки принципово нової технології транспортування води з плавним регулюванням робочих параметрів насосної установки без непродуктивних витрат електроенергії із широкими можливостями підвищення точності й ефективності технологічних критеріїв роботи систем водопостачання [1, 4]. При цьому геометричним місцем робочих точок насосної установки стають характеристики трубопроводів, а не характеристики насосів як у випадку регулювання подачі насосних агрегатів з постійною частотою обертання. Однак саме по собі оснащення насосної установки регульованим електроприводом не гарантує економії електроенергії. Щоб одержати економію електроенергії необхідно наступне. По-перше, переконатися в потенційній можливості її економії на об'єкті з урахуванням його технологічних, гідравлічних і режимних характеристик, а, по-друге, розробити раціональні технічні рішення з урахуванням додаткових капітальних витрат на їх впровадження і здійснити такий алгоритм керування насосною установкою, при якому практично реалізується потенційна можливість економії електроенергії.

## ***Енергозбереження шляхом встановлення тиристорних перетворювачів***

Багато виробників насосного обладнання поставляють вже укомплектованими частотними перетворювачами. У паспортних даних насосів без регуляторів зазвичай вказують конкретні моделі перетворювачів, сумісних з електродвигунами агрегатів [5]. Однак, за відсутності цієї інформації, при модернізації і реконструкції насосних станцій з двигунами старого зразка виникає питання вибору ЧП. Підбір регулятора здійснюється за такими характеристиками:

➤ Типу електродвигуна. Кількість фаз ЧП повинна відповідати типу електродвигуна. При використанні трифазного електродвигуна в однофазній мережі установка частотного регулятора дозволяє вирішити проблему запуску електричної машини без зовнішнього конденсатора.

➤ Електричним характеристикам. Напруга і споживаний двигуном насоса струм повинні збігатися з аналогічними параметрами ЧП. Потужність перетворювача повинна бути більше потужності приводу насосного агрегату на 15-30%. При виборі за цими параметрами слід звернути увагу, що насосні агрегати однієї потужності можуть мати різні номінальні струми.

➤ Діапазону регулювання частот. Цей параметр визначає швидкість обертання електродвигуна, а отже і продуктивність насоса. Для правильного вибору необхідно знати характеристики мережі водопостачання та інші параметри. Для циркуляційних насосів систем охолодження і тепlopостачання зазвичай досить ЧП 200-350 Гц, для скважних і глибинних насосів - від 200 до 600 Гц.

➤ Числа аналогових і цифрових входів і виходів. Кількість роз'ємів перетворювача частоти має збігатися з числом датчиків, пристроїв оповіщення та інших пристроїв, що підключаються. На випадок модернізації системи краще придбати ЧП з великою кількістю керуючих входів.

➤ За підтримуваним протоколом зв'язку. Для коректного обміну даними з автоматизованими пристроями управління або віддаленого контролю параметрів, потрібен частотний перетворювач, що підтримує використовуваний в CAN протокол (CAN, LAN або інші).

➤ Наявності пульта дистанційного керування. Для насосних станцій і агрегатів, розташованих в важкодоступних місцях, доцільно підібрати частотний перетворювач з виносною керуючою панеллю.

Комплектування електродвигунів насосних агрегатів частотними перетворювачами забезпечує:

- Плавне включення і зупинку насосів, що знижує ймовірність гідравлічних ударів у системі.

- Спрощення автоматичного регулювання із зворотним зв'язком по напору, тиску, іншим параметрам мережі. Аналогові виходи витратомірів і манометрів можна підключати безпосередньо до частотного перетворювача.

- Захист насосних агрегатів від "сухого ходу" перевантажень. Відключення електродвигунів при перегріванні обмоток, обриві однієї або декількох фаз, скачках напруги та інших аваріях.

- Збільшення терміну служби мережі водопостачання за рахунок точної підтримки необхідного тиску, зниження навантаження на трубопровід.

- Зниження шуму при експлуатації насосних агрегатів.

- Можливість інтеграції в багаторівневі системи автоматизації та телемеханічного управління.

Головними перевагами частотно-регульованого привода насосних агрегатів є зниження енергоспоживання на 35% і більше, оптимізація параметрів систем водопостачання, економія води, тепла.

**Висновки.** В результаті проведеного аналізу, досліджень було виявлено, що енергозбереження посідає надважливе місце для будь-якого підприємства. Тому з метою економії електроенергії бажано підвищувати ККД кожного елемента працюючої технологічної установки. Не менш важливе місце посідає і керування продуктивністю установки, а найкращий засіб його досягнення – це установка тиристорного перетворювача, який дозволить не лише керувати параметрами електропривода, а й економити кошти за витрати на електричну енергію.

#### **Список використаних джерел:**

1. Кутін В.М. Діагностика електрообладнання: навчальний посібник /В. М. Кутін, М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 161 с.

2. Леонов Б.С. Энергосбережение и регулируемый электропривод в насосных установках. – М.: ИК "Ягорба" – "Биоинформсервис", 1998. – 180 с.

3. Маляренко В.А. Энергетика докілья, енергозбереження / В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. – Харків: Рубікон, 2004. – 360 с.

4. Москаленко В. В. Электрический привод. – М.: Академия, 2007. — 362 с.

5. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 424 с.