

УДК 621.31.003.1:628.12

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА НАСОСНИХ СТАНЦІЯХ ЗРОШЕННЯ

Галько С.В., к.т.н.,

Миронець С.Д., інженер*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел./факс (0619) 42-10-51, тел. (0619) 42-31-59

Анотація – робота присвячена питанню застосування сучасних методів регулювання режимами роботи головних насосів, з метою енергозаощадження на насосних станціях зрошення. Технічне рішення даної проблеми вирішується через застосування частотно-керованого перетворювача у загальній системі автоматичного керування технологічним обладнанням.

Ключові слова – споживання електричної енергії, способи регулювання, енергозаощадження, частотно-регульований привод.

Постановка проблеми. На півдні України розташована велика кількість насосних станцій зрошення, на яких застосовують у якості основного обладнання (що домінує за споживанням електричної енергії), для приводу основних насосних агрегатів, асинхронні електродвигуни великої потужності. Значне споживання електричної енергії на даних об'єктах надає актуальність питанням економії електроенергії на насосних станціях. Нажаль, основна частина насосних станцій працюють не самим економічним чином. Згідно [2], втрати електричної енергії складають від 5 до 15% від споживаної, а у найгірших випадках можуть досягати 20 - 25%.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні системи зрошення мають складну структуру, основними елементами якої є трубопровідна мережа і насосні установки. Традиційні способи регулювання подачі насосних установок полягають у дроселюванні напірних ліній насосів (зменшення або збільшення подачі шляхом відкриття або закриття засувки) і зміни загального числа працюючих насосних агрегатів за одним з технологічних параметрів – тиском на колекторі або в контрольній точці трубопровідної мережі або за сигналами витратомірів на напірному трубопроводі. Ці способи регулювання направлені на вирішення технологічних завдань водопостачання і практично не враховують енергетичних аспектів транспортування води по трубопровод-

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Галько С.В.

© к.т.н. Галько С.В., інженер Миронець С.Д.

ній мережі. При такому регулюванні від 5 до 30 % споживаної електроенергії витрачається нераціонально із-за: втрат енергії в органі дроселювання; створення надмірних надтисків в трубопровідній мережі; витоків і непродуктивних витрат води в мережі і у споживача; включення і робота чергового насосного агрегату у недовантаженому стані при витраті води, що незначно перевищує подачу цілого числа агрегатів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Застосування на насосних станціях зрошення енергетичного обладнання великої потужності і недосконалі системи автоматичного управління даним обладнанням є причиною значних втрат електричної енергії і неефективного використання технологічного обладнання. Ці фактори спонукають до пошуку методів удосконалення систем автоматичного управління, що дозволить поліпшити якісні показники роботи насосної станції зрошення. У статті приводиться обґрунтування застосування частотно-регульованого приводу для основного насосного агрегату насосних станцій зрошення, з використанням закритої трубопровідної мережі.

Основна частина. Однією з основних причин неекономічної роботи насосної установки є невідповідність робочих параметрів насоса (тиск, подача) режиму роботи системи. В деяких умовах можуть виникнути не тільки неекономічні, а навіть і небезпечні для насосів та усієї системи трубопроводів режими роботи.

Існують різні способи керування продуктивності насосних станцій зрошення: дроселювання навантаження, зниження одиничної потужності агрегатів і збільшення їх кількості і таке інше [1]. Найбільш ефективним способом регулювання параметрів трубопровідної мережі зрошення є регулювання швидкості обертання основних насосних агрегатів.

Однією з тенденцій в області енергозаощадження останніх років є використання частотно-регульованих електроприводів з широтно-імпульсною модуляцією (ШИМ) на основі асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. Для здійснення автоматичного регулювання частотно-керованими асинхронними електроприводами у теперішній час визначилися два основних шляхи на основі скалярного (або амплітудного) і векторного принципів частотного керування [7]. Електроприводи з векторним керуванням забезпечують кращі динамічні властивості (з швидкістю і можливістю формувати бажану якість електромагнітних і механічних процесів), а також гарантовану стійкість роботи у широких діапазонах регулювання швидкості та зміни моменту навантаження машини. Такі приводи знижують споживання електричної енергії, покращують умови експлуатації устаткування і якість технологічних процесів.

Добитися економії електричної енергії на насосних станціях зрошення, що працюють на закритій трубопровідній мережі, можна до-

сягнувши максимального наближення подачі станції до необхідної витрати споживачами, а також правильним вибором і контролем зносу устаткування.

Перспективи, що відкриваються при використанні перетворювача частоти як пристрою регулювання для електроприводу, виконаного на базі асинхронного електродвигуна, безмежні. Однією з головних тенденцій розвитку сучасного електроприводу є використання його в цілях заощадження енергетичних ресурсів. Слід зазначити, що використання перетворювачів частоти як регульованого електроприводу, створює свої переваги за рахунок автоматичної зміни параметрів системи залежно від умов роботи механізму. Найбільший ефект досягається, коли умови роботи часто міняються і межі цих змін достатньо широкі. В зв'язку з цим, область застосування регульованого електроприводу розповсюджується і на насосні станції, де до теперішнього часу традиційно використовувався простий нерегульований електропривод з використанням асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. При цьому важливим стає підвищення енергетичної ефективності існуючих електроприводів, що дозволяють вирішувати технологічні задачі при мінімальних витратах.

Найбільший інтерес, з погляду економії електричної енергії, викликає метод частотного регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна приводу основного насосного агрегату. Застосовуючи на насосній станції однотипні насосні агрегати, передбачається використання для приводу одного основного насосного агрегату застосувати частотне регулювання.

В даному випадку перетворювач підключається безпосередньо до одного електродвигуна і керує його роботою залежно від заданих параметрів і отримуваної від датчиків інформації. При цьому ефект від роботи електроприводу визначається зниженням витрати електроенергії і підвищенням якості регульованого технологічного параметра, який найчастіше і визначає якість роботи насосної станції в цілому. При такому варіанті використання перетворювача частоти питома вартість перетворювача на 1 кВт потужності максимальна і рішення щодо установки перетворювача частоти, як правило, ухвалюється з потреби регулювання технологічних параметрів, хоча розрахунки показують, що складова економії електричної енергії часто дозволяє окупити витрати на установку перетворювача частоти менш, ніж за один рік і у подальшому принести чисту економію.

З всіх відомих законів частотного керування асинхронною машиною приводу насосу (при незмінності потокозчеплення або ковзання з економічним або двозонним керуванням і т.і.) найбільш енергоо-

щадним (тобто який характеризується найменшими загальними втратами потужності у асинхронній машині, якою керують частотним перетворювачем) є оптимальне управління за мінімумом основних електромагнітних втрат. Таке управління у порівнянні з економічним (запропонованим М.П. Костенко) управлінням і незмінністю потокозчеплення ротора забезпечує зниження загальних втрат електродвигуна від часток проценту (при частотах обертання близьких до номінальних) у рази (при малих частотах обертання).

Електроприводи насосів на практиці складають більш половини від загального об'єму асинхронних приводів [8] і значну частину свого часу працюють як правило, з недовантаженням, і головним чином, у тривалих стаціонарних або близьких до них режимах (зі значеннями швидкості, які повільно змінюються, і моменту навантаження враховуючи відмічену особливість роботи приводів насосів, що пов'язана з їх функціонуванням при знижених навантаженнях у продовж відносно тривалого часу (наприклад: у нічний час доби для систем водопостачання), на практиці за рахунок оптимального керування за мінімумом електромагнітних втрат асинхронним електроприводом насосу може бути досягнута вагома додаткова загальна економія електроенергії у масштабах насосної станції

Основний насосний агрегат передбачається використовувати як такий, що компенсує різницю в подачі насосної станції і витратою, що споживається споживачами між включеннями основних насосних агрегатів, що призначені для підключення без використання частотного регулювання. Структурну схему, що описує принцип даного регулювання, приведено на рисунку 1.

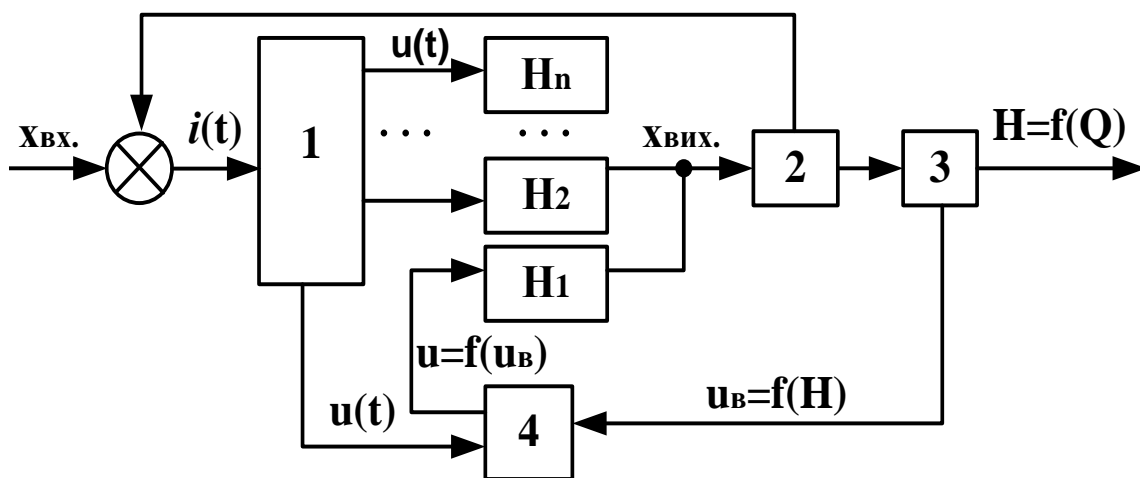


Рис. 1. Структурна схема управління насосною станцією з використанням частотного регулювання

Принцип дії такої системи управління полягає у наступному. Наприклад на насосній станції зрошення встановлено n основних насосних агрегатів з номінальною подачею Q кожний. З них $n-1$ насосні агрегати прямого вмикання і 1 з застосуванням частотного регулювання. При зростанні витрати води у закритій трубопровідній мережі зрошення змінюється різниця між вхідним сигналом $X_{\text{вх.}}$ і вихідним $X_{\text{вих.}}$, при цьому з елемента порівняння надходить сигнал на орган керування 1 на вмикання першого насосного агрегату.

Пристрій автоматики (почергового включення) органу керування 1 формує першу команду вмикання, що надходить на об'єкт регулювання 4 (частотний регулятор), який впливає на перший об'єкт управління H_1 (насосний агрегат, що виконує компенсацію подачі від 0 до номінальної - Q). Регулювання здійснюється за сигналом, що надходить від первинного перетворювача контролю зміни вихідного сигналу 3. Якщо споживання води збільшується за межі подачі Q , то на первинному перетворювачі вихідного сигналу 2 формується команда включення чергового насосного агрегату. З елемента порівняння надходить команда на орган керування 1, у ньому формується наступна команда вмикання на об'єкт управління H_2 .

При прямому підключенні другого насосного агрегату H_2 сумарна подача у трубопровідну мережу збільшується, що сприяє значному зміні вихідного сигналу з первинного перетворювача контролю зміни вихідного сигналу 3 на об'єкт регулювання 4. Це призводить до змінення характеру впливу об'єкту регулювання 4 на об'єкт управління H_1 .

Подальше збільшення витрат відобразиться на вихідному сигналі первинного перетворювача контролю зміни вихідного сигналу 3 і система відреагує за описаною вище схемою.

При зменшенні витрат регулювання відбувається у зворотному напрямку. За сигналом первинного перетворювача контролю зміни вихідного сигналу 3 частотний регулятор 4 впливає на перший об'єкт управління H_1 у сторону зменшення подачі. При зменшенні подачі насосним агрегатом H_1 до мінімального значення відбувається вимкнення подальшого насосного агрегату, а компенсація різниці між розходом води споживачами і подачею станції відбувається за рахунок об'єкту управління H_1 , подача якого регулюється частотним регулятором 4.

Висновки. Застосування частотно-регульованого приводу на насосних станціях зрошення дає ряд додаткових переваг: зменшення зносу основного устаткування за рахунок забезпечення плавних пусків; створення ощадного режиму роботи закритої трубопровідної мережі за рахунок усунення гідравлічних ударів і зниження тиску у мережі до оптимального значення; зниження шуму; можливість застосування на насосній станції комплексної автоматизації систем; зменшення витрат води у системі через нещільні з'єднання за рахунок зниження тиску у мережі.

Література

1. *Ганкин М.З.* Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем / М.З. Ганкин – М.: Агропромиздат, 1991 – 432 с.
2. *Лезнов Б.С.* Экономия электроэнергии в насосных установках / Б.С. Лезнов – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 142 с.
3. *Красильников А.И.* Автоматизированные насосные установки с каскадно-частотным управлением в системах водоснабжения / А.И. Красильников // Строительная инженерия. - 2006. - № 2.
4. *Лезнов Б.С.* Применение регулируемого электропривода в насосных установках систем водоснабжения и водоотведения / Б.С. Лезнов, В.Б. Чебанов // Электротехника. -1995. - № 7.
5. *Сарач Б.М.* Энергосберегающие насосные станции / Б.М. Сарач, И.Е. Хромых // Промышленная энергетика. -1997. - № 8.
6. *Ильинский Н.Ф.* Энергосберегающий электропривод насосов / Н.Ф. Ильинский // Электротехника. -1995.-№7.
7. *Півняк Г.Г.* Сучасні частотно регульовані асинхронні електроприводи широтно-імпульсною модуляцією / Г.Г. Півняк, О.В. Волков. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – 470 с.
8. *Радин В.И.* Электрические машины. Асинхронные машины. / В.И. Радин, Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович. Под ред. И.П.Копылова. – М: Высш. школа, 1988. – 328 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ ОРОШЕНИЯ

Галька С.В., Миронец С.Д.

Аннотация

Работа посвящена вопросу применения современных методов регулирования режимами работы главных насосов, с целью энергосбережения на насосных станциях орошения. Техническое решение данной проблемы решается через применение частотно-управляемого преобразователя в общей системе автоматического управления технологическим оборудованием.

APPLICATION OF ENERGOOSHCHADNIKH TECHNOLOGIES ON THE PUMPINGS STATIONS OF IRRIGATION

S. Gal'ko, S. Mironets

Summary

Work is devoted to application of modern methods of adjusting, with the purpose of economy of power resources on the pumping stations of irrigation. A technical decision of problem of economy of power resources is on the pumping stations of irrigation application of frequency transformer in the general system of automatic control a technological equipment.