

## Розробка автоматичної системи управління водопостачання житлового масиву

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У даній роботі проведено аналіз методів управління агрегатами насосних станцій водопостачання. Досліджено способи оптимізації роботи насосних станцій для підвищення їх енергоефективності та економічності установок. Розглянуто основні причини доцільності використання регульованого електроприводу для керування насосними агрегатами. Розроблено сучасну систему управління на базі логічного контролера та перетворювачів частоти, яку при розробці можливо легко адаптувати під необхідні вихідні данні системи водопостачання.*

**Ключові слова:** *перетворювач частоти, логічний контролер, насосний агрегат, автоматичне управління, водопостачання.*

### *Abstract*

*The report analyzes the existing methods of the water supplement pumping stations aggregates control is carried out. The methods of optimizing the work of pumping stations to increase their energy efficiency and efficiency of installations are investigated. The main reasons for the use of an adjustable electric drive for controlling pump units are considered. The modern control system on the basis of the logic controller and frequency converters, which during the development can be easily adapted for the necessary initial data of the water supply system, is developed.*

**Keywords:** *frequency converter, logical controller, pumping aggregate, automatic control, water supply.*

### Вступ

Зі зростом населення в містах гостро стоїть питання збільшення житлової площі шляхом будівництва нових житлових масивів та мікрорайонів. В зв'язку з цим зростає і необхідність у розробці систем забезпечення. На сьогоднішній день існує безліч житлових комплексів, які потребують модернізації подекуди всіх систем водо- та енергозабезпечення у зв'язку із великим строком експлуатації, що в будь-який момент може призвести до виходу з ладу обладнання.

Системи подачі й розподілу води (СПРВ) відносяться до найбільш енергоємних об'єктів міського комунального господарства. Основними споживачами електроенергії в системах водопостачання є насосні станції (НС). У цей час більшість НС оснащені нерегульованим приводом на базі асинхронних і синхронних електродвигунів. Нерегульований привід в умовах різкої зміни тиску, обумовленого характером і режимами роботи споживачів, нерідко приводить до аварійності й збоїв у роботі СПРВ. Автоматизація режимів роботи НС шляхом впровадження енергозберігаючого устаткування підвищить надійність роботи системи водопостачання, дозволить заощадити енерго- та водоресурси.[1]

### Результати дослідження

Об'єктом керування в системі водопостачання є насос. Насоси відносяться до числа механізмів з тривалим режимом роботи і постійним навантаженням. В системах водопостачання застосовують відцентрові насоси. В них рідина переміщується під дією відцентрової сили, створюваної робочим колесом, яке приводиться в обертовий рух електродвигуном. За відсутності електричного регулювання швидкості в насосних агрегатах невеликої потужності зазвичай застосовують асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором, що живляться від мережі 380 В.

Керування насосним агрегатом полягає у виконанні наступних операцій: перевірка заповнення насоса рідиною; пуск насоса і виведення на робочий режим; регулювання подачі; зупинка насоса.

Режим водоспоживання зазвичай характеризується добовим, тижневим і т.п. графіками водоспоживання. На рис. 1 представлено приклад графіка добового водоспоживання багатоквартирного 9-поверхового житлового будинку. Мінімальне споживання води  $Q_{\min}=0,67$  м<sup>3</sup>/ч, максимальне  $Q_{\max}=4,3$  м<sup>3</sup>/ч. Найбільше споживання води відбувається в період часу з  $t_1=4$  год до  $t_2=10$  год і з  $t_3=16$  год до  $t_4=19$  год.

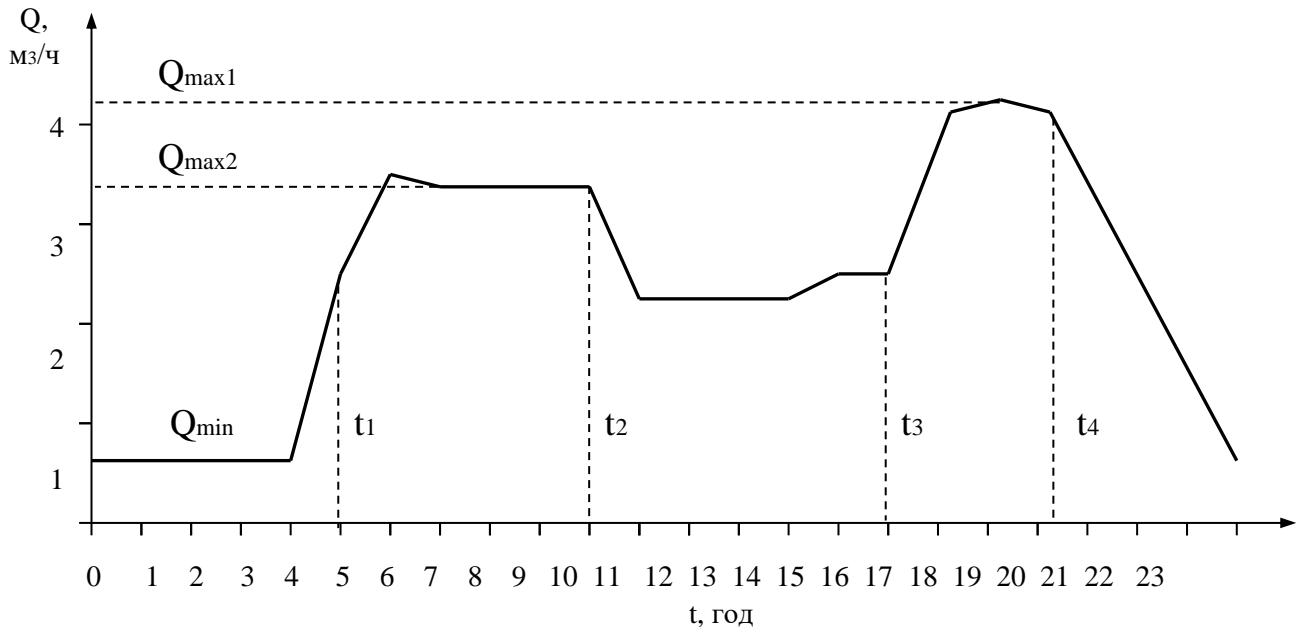


Рисунок 1 - Графік зміни водоспоживання протягом доби

Напір у мережі залежить від роботи водо живильників, а також від споживання води, що носить випадковий характер, тобто буде розроблена система яка буде контролювати тиск води на певних вузлах і на основі цих даних відбуватиметься управління режиму двигуна що забезпечує рівень води в допустимому діапазоні. Рівень води напряму залежить від швидкості обертання двигуна що подає його в трубу. [2]

В результаті проведеної роботи було опрацьовано та проаналізовано ряд найбільш ефективних методів управління частотою обертання ротора АД, проведено оцінку їх переваг та недоліків.

При управлінні зміною величини напруги, що підводиться до обмотки статора, діапазон зміни частоти обертання не достатньо великий через вузьку зону стійкості роботи АД, яка обмежується критичним ковзанням, і недопустимістю значного відхилення напруги живлення від номінального значення. Крім того, при такому управлінні існує небезпека перегріву двигуна через збільшення електричних та магнітних втрат.

В разі управління частотою обертання АД шляхом порушення симетрії напруги, що підводиться до обмотки статора, механічні характеристики двигуна знаходяться в зоні між характеристиками з симетричним трифазним та однофазним режимами живлення двигуна. В такому разі, зі збільшенням асиметрії напруги живлення, зменшення швидкості АД супроводжується зниженням ККД.

Метод управління зміною кількості пар полюсів обмотки статора є дискретним. При додаванні кожної пари полюсів в обмотку статора швидкість обертання ротора зменшується вдвічі. Недолік методу полягає в ускладненні схеми обмотки статора та необхідності використання перемикача. Разом з тим, метод не вимагає ніякого додаткового обладнання.

При управлінні шляхом зміни активного опору в колі ротора механічні характеристики АД свід- чать про те, що з підвищенням опору зростає ковзання, а частота обертання відповідно зменшується. Метод має істотні переваги в порівнянні з попередніми, а саме, гнучкість регулювання в широкому діапазоні

частот обертаннн та суттєве покращеннн пускових властивостей АД. Але недолїк такого методу полягає у зростаннї електричних втрат, якї пропорцїйнї ковзанню. Крім того, такий метод можливо застосовувати лише для двигунїв з фазним ротором[3].

Найбїльш ефективним є метод частотного управлїння, при якому досягається гнучке пропорцїйне управлїння частотою обертаннн АД у повному дїапазонї вїд нуля до номїнального значеннн. Але такий метод вимагає додаткового обладнаннн, а саме, джерела живленнн з регульованою частотою струму, що збїльшує вартїсть пристрою. Проте метод є незамїнним для використання АД в системах управлїння водопостачанннм.

Провївши аналїз методїв регулюваннн АД можна зробити висновок, що частотний метод управлїння є найефективнїшим в рамках поставленої задачї.

В результатї проведеної роботи було розроблено власну систему управлїння водопостачаннн. На Рисунку 2 представлено запронована схема автоматичного керуваннн ПЧ-АД.

Забїр води забезпечується з маїстралї, далї насос Н подає воду до споживача. На напїрному трубопроводї встановлений датчик тиску ДТ, за допомогою якого їнформацїя надходить у пристрїй порївнннн ПП. У пристрїй порївннннн також надходить сигнал завданнн необхідного напору  $N_{зад}$ . При змїнї режиму споживаннн з'являється рїзниця сигналїв дїйсного й необхідного тиску, пристрїй порївннннн подає керуючий сигнал  $U_y$  на перетворювач частоти ПЧ, у результатї чого змїнюється швидкїсть асинхронного двигуна АД отже й насосу. Напїр у нагнїтальному трубопроводї приводиться у вїдповїднїсть їз заданим значенннм.

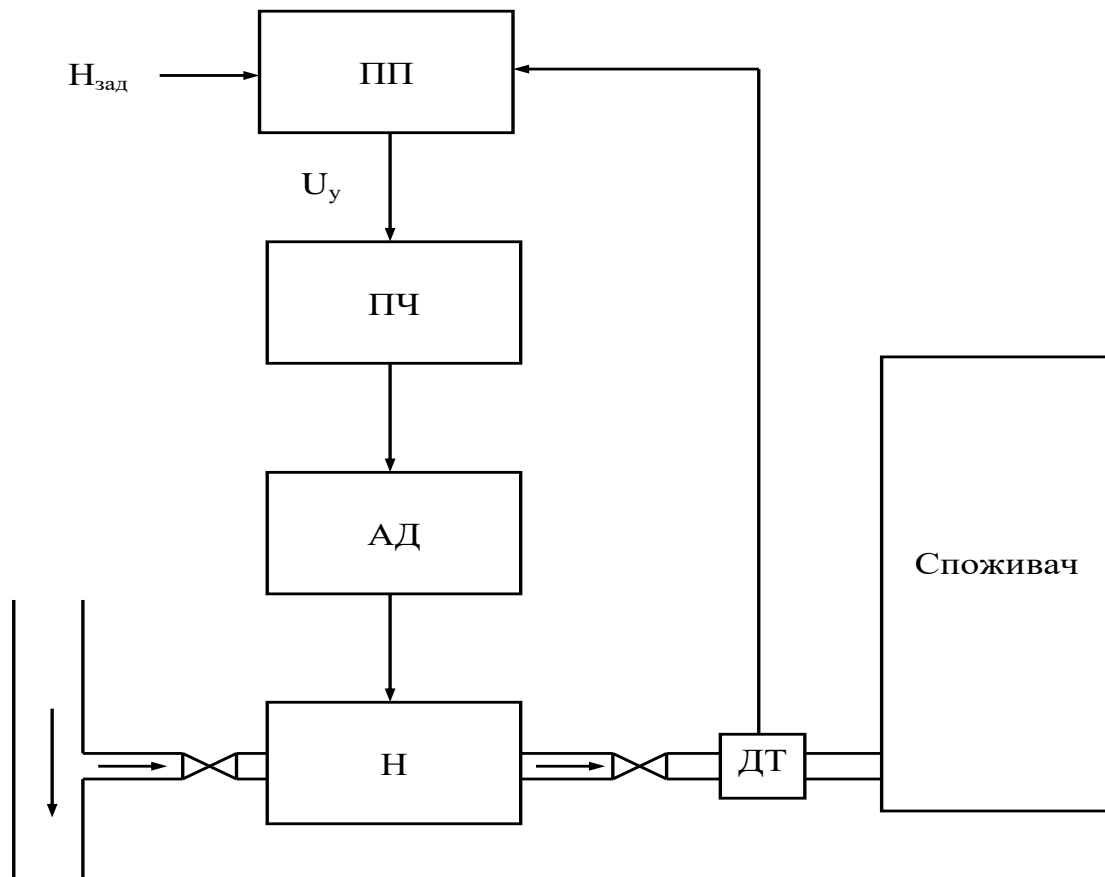


Рисунок 2 - Функцїональна схема системи автоматичного керуваннн ПЧ-АД

Практичне значеннн отриманих результатїв полягає в можливостї їх використання для проектуваннн, розробки (або модернїзацїї їснуючих) насосних станцїй житлових будинкїв з метою ефективного використання енергоресурсїв та полїпшеннн роботи гїдравлїчних систем в цїлому.

## Висновки

Дослідження свідчить про те, що серед усіх відомих на сьогоднішній день способів керування подачею та напором насосного агрегату найефективнішим є регулювання швидкості обертання робочого колеса насоса використовуючи частотнорегульований електропривід. Цей метод, у порівнянні зі зміною гідравлічних параметрів трубопроводу чи насоса, дає можливість розширити діапазон регулювання продуктивності насосного агрегату за суттєвого зменшення споживання його двигуном електричної енергії.

Використання асинхронного двигуна з частотним регулюванням дало можливість збільшити термін служби і підвищити надійність електроприводів та обладнання і підвищити якість надання послуг у водопостачанні за рахунок стабільного тиску в мережі.

Розроблена система керування та програма керування процесом легко адаптується під необхідні задачі користувача та налаштовується на будь-які вихідні дані системи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Метод та засоби оптимізації роботи електроприводів насосної станції водопостачання : монографія / В. В. Грабко, М. М. Мошноріз. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 138 с.
2. Высоцкий В.Е., Зубков Ю.В., Тулупов П.В. Математическое моделирование и оптимальное проектирование вентильных электрических машин. - М.: Энергоатомиздат, 2007.
3. Беспалов В. Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода, - М.: МЭИ (ТУ), 2005.
4. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління і автоматики, ч. 1-6 // - Навчальний посібник, - Універсум - Вінниця, 2013. - 596 с

**Остапенко Назарій Вікторович** — студент групи ІАКІТ-18м, факультет комп'ютерних систем та автоматики,

Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: n.ostapello@gmail.com

Науковий керівник: **Васюра Анатолій Степанович** - професор, кафедра автоматики та інформаційно-виміральної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Ostapenko Nazariy V.** — Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: n.ostapello@gmail.com com

Supervisor: **Vasyura Anatoly S.** – Professor, academician of Ukrainian Technological Academy, Department of Automation and Information Measuring Devices, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.