

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали І науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2021)

10-12 березня 2021 року

Збірник доповідей

Електронне мережне наукове видання

Вінниця
ВНТУ
2021

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Біліченко
Відповідальний за випуск: В. В. Грабко

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи:
проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;

Члени робочої групи:

заступники деканів факультетів, заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи та міжнародного співробітництва, заступник директора ІнСГН, директор Інституту Конфуція ВНТУ;
Власюк А. І., директор ІРВЦ; доц. кафедри ІНВ;
Могила С. Г., інженер 2-ї категорії ІРВЦ.

М34 **Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2021) : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2021.**

ISBN 987-966-641-856-5

Збірник містить тексти доповідей І ювілейної регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-856-5

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2021

<i>Артем Миколайович Артеменко, Олексій Петрович Чорний</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА КАР'ЄРНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА З УРАХУВАННЯМ ЗМІН УМОВ ЗЧЕПЛЕННЯ.....	2389
<i>Олексій Михайлович Головченко, Олена Миколаївна Нанака</i> СТАТИЧНЕ ТА ДИНАМІЧНЕ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	2392
<i>Михайло Петрович Розводюк, Катерина Михайлівна Розводюк, Віталій Євгенійович Вдовиченко, Назар Анатолійович Гудзевич</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВОГО МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	2395
<i>Сергій Миколайович Бабій, Захар Олександрович Толстий</i> ДО ПИТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	2399
<i>Олексій Михайлович Головченко, Олена Миколаївна Нанака</i> ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ЕНЕРГЕТИКІВ.....	2402
<i>Вадим Сергійович Бомбик</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМИ КЕРУВАННЯ СКІПОВОЮ ЛЕБІДКОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ MITSUBISHI ELECTRIC	2409
<i>Сергій Миколайович Бабій, Андрій Вікторович Горкун</i> ДО ПИТАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ	2412
<i>Володимир Віталійович Грабко, Валентин Володимирович Грабко, Вікторія Олександрівна Хонич</i> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ.....	2414
<i>Олександр Анатолійович Паянок, Володимир Валентинович Микитченко</i> ЕЛЕКТРОПРИВОД КОМБІНОВАНОГО ДЕРЕВООБРОБНОГО ВЕРСТАТА ТИПУ 691С.....	2416
<i>Олександр Анатолійович Паянок</i> ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	2419
<i>Дмитро Петрович Проценко</i> МЕТОД ПОКРИТТЯ ГРАФІКА НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ АВТОНОМНОМУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ НА БАЗІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК.....	2423
<i>Валентин Володимирович Грабко, Сергій Володимирович Осадчий, Марина Олександрівна Хонич</i> ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО ТРАКТУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ КОМУТАЦІЮ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ	2426
<i>Олена Миколаївна Нанака, Олексій Михайлович Головченко</i> КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ЕНЕРГЕТИКІВ	2428
<i>Дмитро Петрович Проценко, Роман Сергійович Димидюк</i> ОСОБЛИВОСТІ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	2434
<i>Людмила Мельничук</i> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ	2437
<i>Михайло Петрович Розводюк, Владислав Сергійович Жук</i> ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ	2440
<i>Олексій Анатолійович Жуков</i> СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СТРУМУ ЗБУДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ	2442
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Богдан Олександрович Клименко, Богдан Олександрович Клименко</i> РЕЖИМНА НАДІЙНІСТЬ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ.....	2445
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Святослав Анатолійович Карпенко</i> СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З НЕЧІТКОЮ ЛОГІКОЮ	2448
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Олексій Олександрович Державець</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАСОБАМИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА	2451
<i>Володимир Віталійович Грабко, Валентин Володимирович Грабко</i> ДО ПИТАННЯ ПОШУКУ ДОДАТКОВИХ ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	2454
<i>Валентин Володимирович Грабко, Юрій Михайлович Остапюк</i> ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД «АВТОМАТИЧНИЙ ШЛАГБАУМ».....	2456
<i>Віталійович Володимир Грабко, Олександр В'ячеславович Паланюк</i> ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПОБУДОВИ РЕСУРСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ В РЕЖИМІ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ	2457
Секція загальної фізики	
<i>Василь Харитонович Касіяненко</i> ЕЛЕКТРОННА БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ АПАТИТОПОДІБНИХ СТРУКТУР КАЛЬЦІЯ	2461

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАСОБАМИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В науковій роботі було проведено дослідження оцінки впливу розподіленості та протяжності трубопроводної мережі. Проаналізовано систему подачі і розподілу води, досліджено які критерії впливають на коректне виконання роботи та які проблеми можуть виникати під час роботи в тривалій проміжок часу.

На основі аналізу було розроблено математичну модель системи водопостачання, та модель керування поточкорозподілом системи водопостачання.

Так як в даній роботі досліджується вплив розподіленості та протяжності трубопроводних мереж системи водопостачання на електропривод, було проведено моделювання керування системи водопостачання на основі існуючих регуляторів з постійною та змінною структурою.

Ключові слова: *математична модель, система водопостачання, розподілена система, комп'ютерне моделювання.*

Summary

In the scientific work, a study was conducted to assess the impact of the distribution and length of the pipeline network. The system of water supply and distribution is analyzed, what criteria affect the correct performance of work and what problems may arise during work in a long period of time.

Based on the analysis, a mathematical model of the water supply system and a current control system for the water supply system were developed.

Since this paper investigates the influence of the distribution and length of pipeline networks of the water supply system on the electric drive, the control of the water supply system control was performed on the basis of existing regulators with constant and variable structure.

Keywords: *mathematical model, water supply system, distributed system, computer modeling.*

Вступ

Трубопроводна система водопостачання, являється невід'ємною частиною сучасної інфраструктури міста. Воду потрібно подавати не лише в житлові будинки, а й лікарні, підприємства та інші структури сучасного міста. Тому трубопроводна система яка буде коректно працювати з різним навантаженням та протягом тривалого часу є важливим об'єктом, який потребує додаткової уваги.

Відомо, що на трубопроводну систему водопостачання та її коректну роботу впливають такі фактори як:

- рельєф міста;
- коректно спроектований план побудови трубопроводної мережі;
- навантаження яке буде отримувати сама мережа;
- погодні умови які напряду впливають на якість трубопроводної мережі;
- своєчасна перевірка стану трубопроводної мережі (відсутність пробією в трубах, зміна навантаженняв трубопроводній мережі);
- стан насосної установки та якість її оптимізації під задачі які потребують виконання.

В даній науковій роботі буде розглянуто саме вплив трубопроводної мережі на електропривод насосної установки. Для цього потрібно дослідити з якими проблемами потрібно зіткнутись на різних етапах та які є варіанти їх вирішення.

Також буде проведено моделювання системи при використанні існуючих регуляторів та проаналізовано їх дані моделювання.

Мета роботи і задачі дослідження. Підвищити надійність та ефективність роботи системи водопостачання за рахунок врахування на стадії проектування впливу протяжності та розподіленості тру-

бопровідної мережі на роботу електропривода насосної установки, що дозволить з'ясувати основні проблеми під час керування такими системами і запобігти виникненню аварійних ситуацій та неефективних режимів роботи.

Мета досягається шляхом вирішення наступних завдань:

1. Аналіз літературних джерел по темі роботи.
2. Виділити основні параметри системи водопостачання, від яких залежить надійність та ефективність її роботи;
3. Оцінити вплив протяжності та розподіленості трубопровідної мережі системи водопостачання на ефективність роботи електроприводів насосної станції;
4. Промоделювати роботу розподіленої системи водопостачання в різних режимах.

Об'єкт дослідження – процес керування електроприводами насосної станції.

Предмет дослідження – математичні моделі електропривода, насосів та системи водопостачання.

Результати дослідження

Для кількісної характеристики досягнення поставленої мети служить критерій управління, який в даному випадку може приймати тільки два значення: одиницю (в разі досягнення мети - є вода у споживача в будь-якій найвищій точці) і нуль (в іншому випадку – ні води у споживача). Якісні цілі є стратегічними і використовуються на самому верхньому рівні ієрархії управління всією системою, так як пов'язані з забезпеченням водою всіх споживачів. Удавана простота такого критерію управління оманлива, оскільки функціональна залежність критерію від керованих параметрів може бути досить складним.

Як уже зазначалося, якісна мета управління системою подачі та розподілу води (ПРВ) полягає в забезпеченні споживачів необхідною кількістю води при тиску не нижче мінімально допустимого. Сформулюємо цю мету математично, попередньо ввівши критерій сумарних надлишкових напорів.

Нехай P_j та P_j^+ - поточний і мінімально допустимий тиск в j -му вузлі відповідно. Тоді сумарні надлишкові напори в момент часу t можна обчислити відповідно з виразом

$$y(t) = \sum_{j \in V} (P_j(t) - P_j^+) = \sum_{j=1}^U (P_j(t) - P_j^+), \quad (1.4)$$

де V – множина вершин графа мережі;

U - кількість його вершин.

Критерій управління є ключовим в розумінні багатьох проблем, що виникають в організації раціонального функціонування ПРВ. У нормальних умовах оптимального функціонування системи ПРВ поточний тиск P_j в j -му вузлі має бути завжди більше або дорівнює P_j^+ .

В ідеальному випадку тиск у споживачів має бути мінімально допустимим P_j^+ , але з фізичної суті системи ПРВ слід, що тиск на насосній станції повинно бути завжди вище, ніж в будь-якому іншому вузлі водомережі.

З іншого боку, відомо, що надмірне перевищення поточного тиску над нормативним призводить до небажаних наслідків:

- зростання споживання електроенергії;
- збільшує витік води у внутрішніх мережах будинків (непродуктивні витрати води);
- підвищує ймовірність пошкодження мережі води, що в свою чергу, веде до зростання ймовірності збитку від аварії і т.д.

Оцінка цього критерію на відріжку часу $[0, T]$ дозволяє судити про ефективне функціонуванні підсистеми ПРВ з точки зору виконання останньої свого основного функціонального призначення.

Висновки

В науковій роботі було проведено дослідження оцінки впливу розподіленості та протяжності трубопровідної мережі. Проаналізовано систему подачі і розподілу води, досліджено які критерії впливають на коректне виконання роботи та які проблеми можуть виникати під час роботи в тривалий проміжок часу.

На основі аналізу було розроблено математичну модель системи водопостачання, та модель керування поточкорозподілом системи водопостачання.

Так як в даній роботі досліджується вплив розподіленості та протяжності трубопровідних мереж системи водопостачання на електропривод, було проведено моделювання керування системи водопостачання на основі існуючих регуляторів з постійною та змінною структурою. Результати моделювання та експериментальні дослідження системи керування водопостачання показали:

1. Застосування розривних функцій у сигналі керування в перехідному режимі дозволяє отримати оптимальну за швидкодією траєкторію руху системи водопостачання. Проведені дослідження показали, що застосування розривних функцій дає змогу у 3,8 рази зменшити тривалість перехідного режиму порівняно з існуючими регуляторами і, при цьому, забезпечити мінімальне відхилення та перегулювання.

2. Запропонований регулятор усталеного режиму покращує якість керування порівняно з існуючими регуляторами. За результатами моделювання у 7,6 рази зменшено значення функціоналу якості.

3. Показано, що на основі запропонованих методів можливо створити регулятор зі змінною структурою та мінімізувати час перехідного режиму, мінімізувати функціонал якості в усталеному режимі. Доведено, що перемикання регуляторів необхідно проводити залежно від відхилення вихідної величини тиску і, таким чином, визначати режим роботи системи водопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мошноріз М. М. Комп'ютерна модель лабораторного стенда для дослідження систем водопостачання [електронний ресурс] / М. М. Мошноріз // Матеріали XLIX науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2020), Вінниця, ВНТУ, 18.05.2020 – 29.05.2020. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2020_netpub.pdf.

2. Мошноріз М. М. Комплексний підхід до моделювання систем транспортування води [електронний ресурс] / М. М. Мошноріз // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2019), Вінниця, ВНТУ, 22.03.2019 – 23.03.2019. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2019/paper/view/7822>. (2 стор)

3. Мошноріз Микола Аналіз способів підвищення енергоефективності роботи системи водопостачання [Електронний ресурс] / М. Мошноріз, А. Горбань // Матеріали XIV міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018)", м. Вінниця, 15-17 жовтня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22712>.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Державець Олексій Олександрович – студент групи ЕМ-19мс, факультет Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: moshnoriz@gmail.com.

Moshnoriz Nikolai Nikolaevich – PhD, associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ichernavskiy@gmail.com.

Derzhavets Oleksiy Oleksandrovych - student of EM-19ms group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: moshnoriz@gmail.com.