

ВІДГУК

офіційного опонента Савченка Олександра Анатолійовича на дисертаційну роботу Кругола Миколи Михайловича «Підвищення енергоефективності систем власних потреб теплових електричних станцій», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Робота теплових електричних станцій (ТЕС) на неномінальних режимах призводить до необхідності регулювання робочих параметрів їх механізмів власних потреб. Використання неефективних способів регулювання призводить до значного споживання електричної енергії на власні потреби, що в свою чергу значно знижує ефективність роботи систем власних потреб та станції в цілому. Одним із шляхів підвищення енергоефективності систем власних потреб ТЕС є використання частотно-регульованих приводів, як найбільш ефективного способу керування робочими параметрами механізмів власних потреб.

Основними споживачами електричної енергії на ТЕС є асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором великої потужності з номінальною напругою 6 кВ. Оснащення таких двигунів індивідуальними перетворювачами для частотного регулювання приводу має досить високу сукупну вартість. Особливостями режиму роботи механізмів власних потреб ТЕС є те, що можна виділити групи механізмів з близькими режимами роботи та характеристиками. Режимми роботи механізмів групи залежать від режиму роботи основного устаткування станції (котла, турбогенератора), роботу якого вони забезпечують. Тому існує можливість використання групового регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять

в дію механізми власних потреб. При такому регулюванні використовується один груповий перетворювач частоти, який живить відповідну групу асинхронних двигунів.

Використання групового регулювання частоти живильної напруги має призвести до зниження споживання електричної енергії в системах власних потреб ТЕС та може значно зменшити капіталовкладення при модернізації систем власних потреб ТЕС.

Таким чином, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Кругола Миколи Михайловича «Підвищення енергоефективності систем власних потреб теплових електричних станцій», яка спрямована на дослідження можливостей використання групового способу регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять в дію механізми власних потреб, є безумовно актуальною.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона пов'язана з виконанням НДР МОН України «Розвиток теорії та науково-методичних основ для створення і модернізації турбогенераторів, що задовольняють сучасним вимогам енергетичної системи України» (ДР №0115U000528), що виконувалась на кафедрі електричних станцій спільно з кафедрою електричних машин Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Детальне ознайомлення зі змістом дисертації та опублікованими працями дозволяє зробити висновок, що вони повністю відповідають вимогам щодо кандидатських дисертацій та паспорту спеціальності 05.14.02 – «Електричні станції, мережі і системи» в наступних напрямках:

- режими роботи, процеси в електроенергетичному й електротехнічному обладнанні електричних станцій, електроенергетичних систем;

- моделювання і синтез електроенергетичних об'єктів, їх

електроенергетичного й електротехнічного обладнання, зокрема систем керування, автоматики і захисту, підвищення ефективності їх проектування й експлуатації;

– електроенергозбереження, якість електричної енергії в електричних системах і мережах.

СТУПІНЬ ОБҐРУНТОВАНOSTI НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ, СФОРМУЛЬОВАНИХ В ДИСЕРТАЦІЙНІЙ РОБОТІ

Сформульовані в дисертаційній роботі Кругола М. М. висновки, наукові положення та рекомендації достатньо обґрунтовані. Вони базуються на відомих фундаментальних положеннях, на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, коректній постановці мети й задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, порівнянні результатів моделювання споживання електричної енергії з реальним споживанням, коректним застосуванням сучасних методів математичного моделювання, використанні реальних параметрів механізмів та схеми розподільчого пристрою власних потреб ТЕС.

Ступінь складності математичних методів та моделей, що застосовувалися в роботі, відповідають складності поставлених задач. Автор виявив наукову ерудицію, що виражена в достатньо вичерпних математичних викладках, характеристиках та аналізах різних методів досліджень. Тому висновки, рекомендації та практичні рішення, наведені в роботі, обґрунтовані, заслуговують на увагу і можуть бути рекомендовані для використання.

ДОСТОВІРНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, застосуванням стандартних

процедур математичного аналізу та методів математичного моделювання та підтверджується результатами експериментальних досліджень і промисловим впровадженням результатів досліджень у філії ТЕС-3 КП «Харківські теплові мережі».

НАУКОВА НОВИЗНА

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Отримали подальший розвиток математичні моделі основних механізмів власних потреб теплових електричних станцій, які на відміну від відомих дозволяють провести уточнений аналіз і отримати загальну характеристику споживання електричної енергії в системах власних потреб теплових електричних станцій в різних режимах роботи.

2. Науково обґрунтовані основні засади виконання енергозаощаджуючих заходів за рахунок виділення груп споживачів електричної енергії з близькими режимами роботи в системах власних потреб теплових електричних станцій, що дозволило знизити капіталовкладення при проведенні модернізації.

3. Вперше отримано метод визначення електричної потужності групового споживача власних потреб теплової електричної станції, який враховує спосіб регулювання його параметрів, що дозволяє визначити загальний потенціал енергозбереження.

4. Вперше запропоновано метод визначення оптимальної групової частоти живильної напруги асинхронних двигунів для різних груп механізмів власних потреб теплових електричних станцій, що враховує режим роботи групового споживача власних потреб теплової електричної станції та його середньозважений ККД, що дозволило досягти зменшення споживання

електричної енергії в системах власних потреб теплових електричних станцій.

ЗНАЧИМІСТЬ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЛЯ НАУКИ І ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Значимість роботи полягає у тому, що був розроблений алгоритм впровадження групового способу регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять в дію механізми власних потреб, була розроблена методика знаходження оптимальної частоти живильної напруги групового споживача власних потреб ТЕС, які можуть використовуватися на теплових електричних станціях України з метою зниження споживання електричної енергії в системах власних потреб.

В роботі приведені практичні рекомендації, щодо модернізації розподільчого пристрою власних потреб Харківської ТЕЦ-3 при впровадженні групового керування механізмами власних потреб.

ВІДПОВІДНІСТЬ ЗМІСТУ АВТОРЕФЕРАТУ І ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДИСЕРТАЦІЇ

Автореферат є ідентичним за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем особисто.

ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені у 17 публікаціях, 3 з яких рецензується у наукометричній базі Scopus, 9 – фахові виданнях України, 5 – матеріали конференцій.

Основні положення дисертації обговорювались на міжнародних,

відомчих та вузівських науково-технічних конференціях, що свідчить про достатню апробацію матеріалів дисертації.

Кількість і якість публікацій з матеріалами дисертації відповідають встановленим вимогам МОН України.

ОЦІНКА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертаційна робота Кругола М. М. містить анотацію, вступ, п'ять розділів основної частини, список використаних джерел та два додатки. Загальний обсяг дисертації 179 сторінок. Список використаних джерел складається з 110 найменувань, й охоплює сучасні вітчизняні й зарубіжні публікації.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачу, об'єкт та предмет досліджень, представлено наукову новизну та практичне значення одержаних в дисертації результатів.

У першому розділі дана характеристика систем власних потреб ТЕС. Надана характеристика механізмів власних потреб та їх електроприводів. Показано, що основними механізмами власних потреб є відцентрові механізми – насоси та вентилятори основних технологічних систем. Приведена характеристика основних способів регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб. Надана характеристика асинхронних двигунів. Показано, що асинхронні двигуни є основними споживачами електричної енергії в системах власних потреб ТЕС. Наведені характеристики та енергетична діаграма асинхронного двигуна. Проведений аналіз сучасних підходів до підвищення енергоефективності в системах власних потреб ТЕС. У висновках до першого розділу поставлені задачі дослідження.

У другому виконаний аналіз впливу режимів роботи ТЕС на режими роботи їх механізмів власних потреб. Приведена структура споживання електричної енергії за групами механізмів власних потреб на прикладі

Харківської ТЕЦ-3. Показано, що при роботі ТЕС на неномінальних режимах роботи, частка споживання електричної енергії на власні потреби значно зростає, що є наслідком використання неефективних способів регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб. Аналіз ефективності різних способів регулювання механізмами власних потреб показав, що найбільш ефективним способом є використання перетворювачів частоти живильної напруги.

Також була приведена характеристика групового керування механізмами власних потреб, показані його переваги та недоліки. Виділені наступні переваги впровадження групового регулювання частоти живильної напруги: значна економія коштів за рахунок зменшення капіталовкладень при проведенні модернізації систем власних потреб ТЕС; скорочення масштабу, складності та вартості проектування та інші. Наведена класифікація механізмів власних потреб ТЕС.

У третьому розділі наведена математична модель асинхронного двигуна як споживача електричної енергії. Подальший розвиток здобула математична модель відцентрового механізму як навантажувальної машини електроприводу. На основі паспортних характеристик відцентрових механізмів за допомогою методу найменших квадратів були отримані функції інтерполяції його напору (основного параметру) та ККД. За допомогою законів подібності для відцентрових механізмів була врахована можливість дослідження регулювання частоти живильної напруги.

У четвертому розділі надана характеристика змішаного керування відцентровим механізмом. Приведені типові задачі знаходження оптимальних параметрів керування механізмами власних потреб та алгоритми їх вирішення. Для вирішення задач оптимального керування використовувалися аналітичні, графічні та чисельні методи. Проведений аналіз роботи групи механізмів власних потреб, що забезпечують роботу

парового енергетичного котла. Отримані графіки залежності оптимальної частоти живильної напруги асинхронних двигунів групи, при різних способах регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб та при різних навантаженнях парового енергетичного котла. Проведено порівнянні ефективності різних способів регулювання механізмів власних потреб.

У п'ятому розділі надана характеристика Харківської ТЕЦ-3, її основного та допоміжного устаткування. На основі запропонованих математичних моделей відцентрових механізмів, що приводяться в дію асинхронними двигунами, та реальних вихідних даних щодо режиму роботи устаткування Харківської ТЕЦ-3, було змодельоване споживання електричної енергії на власні потреби за типовий літній місяць. Порівняння результатів моделювання з реальними даними щодо споживання електричної енергії вказує на достатню точність запропонованих математичних моделей механізмів власних потреб.

Результати дослідження показали, що групове регулювання частоти живильної енергії доцільно використовувати для групи механізмів власних потреб, що складається з тяго-дутьових механізмів котла. Для привода живильних електронасосів необхідно використовувати індивідуальний частотно-регульований привод. Для групи мережевих насосів – класичні способи регулювання (дроселювання, зміна кількості насосів, що працюють).

В роботі наведені рекомендації щодо модернізації розподільчого пристрою власних потреб та перспективної системи керування устаткуванням станції, з урахуванням впровадження групового регулювання частоти живильної напруги.

Висновки до розділів та загальні висновки по роботі сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

У додатках наведені акти впровадження результатів досліджень та список публікацій здобувача.

ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ ТА АВТОРЕФЕРАТУ

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Як відомо, одним зі способів регулювання продуктивності механізмів, в яких використовується електропривід з асинхронним двигуном, що є досить характерною ситуацією для систем власних потреб теплових електростанцій, є зміна величини напруги живлення. В тексті роботи відсутня критика даного способу регулювання.

2. В роботі використано відносно прості стаціонарні моделі виконавчих механізмів систем власних потреб теплових електростанцій. Доцільно було б оцінити похибки цільового показника, а саме ККД групового виконавчого механізму, які виникають в порівнянні з використанням моделей, побудованих на вирішенні основних рівнянь гідравліки.

3. Для визначення оптимального значення частоти живильної мережі виконавчих механізмів систем власних потреб теплових електростанцій використано чисельний алгоритм перебору незалежної змінної, проте обґрунтування кроку зміни цієї величини в тексті роботи відсутнє.

4. В гідравлічній характеристиці мережі знехтувано швидкісною складовою втрати напору. Враховуючи використання мікропроцесорних засобів для проведення розрахунків оптимальних параметрів режиму системи власних потреб електростанції, з метою збільшення точності розрахунків, дану складову доцільно було б взяти до уваги.

5. В роботі відсутнє достатнє обґрунтування використання методу перебору незалежних змінних для вирішення задачі оптимізації. Доцільно було б провести аналіз відповідних залежностей з метою вибору найбільш раціонального методу оптимізації з точки зору мінімізації часу обчислень.

6. В роботі доцільно було б навести оцінку загальних техніко-економічних показників проекту модернізації системи власних потреб

теплової електростанції з використанням частотно-регульованого електроприводу.

7. В роботі присутні недоробки щодо оформлення, описки та помилки, наприклад:

- на ст. 11 в другому абзаці знизу вжито слово «об'єму», тоді як правильно було б вжити «обсягу»;

- на ст. 21 в третьому реченні другого абзацу зверху вжито слово «середі», тоді як правильно було б вжити «середовища»;

- на ст. 24 в останньому реченні знизу вжито словосполучення «місця установки», тоді як правильно було б вжити «місця встановлення»;

- на ст. 39 в другому реченні третього абзацу зверху вжито слово «накоплювачі», тоді як правильно було б вжити «накопичувачі»;

- на ст. 60 присутній рисунок, на якому вжито іншомовне скорочення без перекладу;

- на деяких сторінках роботи відсутній пустий рядок між підписом до рисунку та подальшим текстом, наприклад на ст. 82.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кругола Миколи Михайловича «Підвищення енергоефективності систем власних потреб теплових електричних станцій» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи. Вона є завершеною науково-дослідницькою роботою, яка розв'язує важливу науково-прикладну задачу пошуку шляхів зменшення споживання електричної енергії на власні потреби ТЕС за рахунок впровадження групового регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять в дію механізми власних потреб. Робота поєднує високий теоретичний рівень з вагомою практичною цінністю.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, що висуваються до кандидатських дисертацій, а здобувач Кругол Микола Михайлович заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи.

Офіційний опонент,
доцент кафедри електропостачання
та енергетичного менеджменту
Харківського національного технічного
університету сільського господарства
ім. П. Василенка
к. т. н., доц.

О. А. Савченко



Савченко О.А.
СВІДЧУЮ
про діловодство ХНТУСГ
Кругол М.В.

