

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Кругола Миколи Михаловича

«Підвищення енергоефективності систем власних потреб теплових електричних станцій»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи

Актуальність теми дисертації. Теплові електричні станції (ТЕС) залишаються основним джерелом енергії в сучасних енергосистемах. Тому принципи їх побудови та керування режимами повинні відповідати сучасному рівню й темпу загального прогресу техніки і технологій. Цього можна досягти лише на основі впровадження результатів нових теоретичних досліджень, які мають бути виконані з урахуванням наявного та перспективного устаткування.

Режими роботи механізмів власних потреб залежать від навантаження основного устаткування станції (котлів, турбогенераторів). Використання сучасних енергоефективних способів регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб теплових електричних станцій суттєво знижує споживання електричної енергії в системах їх власних потреб. Як показує практика, найбільш ефективним засобом регулювання є використання частотно-регульованого приводу.

Слід відзначити, що основні механізми власних потреб переважно приводяться в дію асинхронними двигунами з номінальною напругою 6 кВ, а перетворювачі частоти на таку напругу мають порівняно високу ціну. Але можна виділити групи механізмів з близькими режимами роботи та подібними характеристиками, для яких оптимальні частоти живильної напруги матимуть близькі значення, а тому можливе їх живлення від одного перетворювача частоти, з наступним дорегулюванням їх робочих параметрів традиційними засобами.

Використання групового регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять в дію механізми власних потреб теплових електричних станцій може значно зменшити вартість модернізації систем власних потреб та підвищити їх енергоефективність. Тому можна зробити висновок про

актуальність теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Актуальність дисертаційної роботи підтверджується також тим, що теоретичні дослідження роботи пов'язані з виконанням планових науково-дослідних робіт кафедри електричних станцій спільно з кафедрою електричних машин Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та у відповідності до НДР МОН України «Розвиток теорії та науково-методичних основ для створення і модернізації турбогенераторів, що задовольняють сучасним вимогам електроенергетичної системи України» (ДР № 0115U000528), де автор був співвиконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. В представленій до захисту дисертаційній роботі основними результатами досліджень автора є нові моделі роботи та методи оптимального керування устаткуванням власних потреб електростанцій. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Кругола М. М. є високою й базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, аналізі отриманих результатів у порівнянні з реальними даними і якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні та експериментальні дослідження виконувалися з використанням відповідного математичного апарату, а саме використання методу найменших квадратів для апроксимації характеристик механізмів власних потреб, використання чисельних методів для розв'язання нелінійних рівнянь та методу направлено пошуку при визначенні оптимальної частоти живильної напруги для групи механізмів власних потреб.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження підтверджується коректністю вихідних наукових положень та постановки математичних задач, процедур математичного аналізу і методів математичного моделювання.

Отримані результати математичного моделювання споживання електричної енергії на власні потреби збіглися з реальними даними, які були отримані на діючому устаткуванні, що підтвердило їх достовірність.

В дисертації отримані такі результати, що мають наукову новизну:

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. Вперше 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 розроблено 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 і дозволяє досягти зменшення споживання електричної енергії в системах власних потреб теплових електричних станцій.

Значення отриманих результатів для теорії і практики. Розроблено теоретичні засади впровадження групового керування механізмами власних потреб теплових електричних станцій, що приводяться в дію асинхронними двигунами, за рахунок використання спільного перетворювача частоти. Це дає змогу значно зменшити капіталовкладення при проектуванні та реконструкції систем власних потреб. Підготовлена методика визначення оптимальної частоти живильної напруги групового споживача власних потреб теплової електричної станції. Надані практичні рекомендації щодо модернізації системи власних потреб Харківської

ТЕЦ-3, при впровадженні групового регулювання керуваннями механізмами власних потреб.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Кругола М.М. складається з анотації двома мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації 179 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету й задачі, визначено об'єкт і предмет досліджень, наукову новизну та практичне значення роботи.

У першому розділі надана характеристика систем власних потреб теплових електричних станцій, проведений аналіз існуючих способів регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб. Надана характеристика асинхронних двигунів, як основних споживачів електричної енергії в системах власних потреб. Виконано порівняльний аналіз сучасних підходів до енергозбереження в системах власних потреб теплових електричних станцій. Зроблено висновок про необхідність подальших досліджень.

У другому розділі проведено аналіз режимів роботи теплових електричних станцій та структури споживання електричної енергії на власні потреби. Показана, що споживання електричної енергії в системах власних потреб значно зростає при використанні неефективних способів регулювання робочих параметрів механізмів власних потреб при неномінальних режимах роботи основного устаткування станції. Запропонований новий підхід до класифікації механізмів власних потреб. Надана характеристика групового регулювання частоти живильної напруги.

У третьому розділі приведена математична модель асинхронного двигуна як споживача електричної енергії при регулюванні частоти живильної напруги. Розроблена математична модель відцентрового механізму як навантажувальної машини електроприводу, що ґрунтується на апроксимації його паспортних характеристик та законів подібності для відцентрових машин. Приведені алгоритми побудови еквівалентних характеристик групи механізмів власних потреб, що працюють на спільну гідравлічну мережу.

У четвертому розділі поставлені й вирішені задачі визначення оптимальних параметрів керування для групового споживача власних потреб теплової електричної станції. Наведені алгоритми чисельного вирішення таких задач. Критерієм оптимальності є середньозважений ККД групи механізмів власних потреб. Проведене порівняння ефективності різних способів регулювання параметрів механізмів власних потреб.

У п'ятому розділі на прикладі системи електропостачання власних потреб Харківської ТЕЦ-3 показана доцільність впровадження групового регулювання частоти живильної напруги асинхронних двигунів, що приводять в дію механізми власних потреб. На основі реальних вихідних даних, щодо режиму Харківської ТЕЦ-3, а саме даних автоматизованої системи керування і обліку електричної енергії, відомостей оперативного персоналу станції була побудована комплексна математична модель споживання електричної енергії на власні потреби. Результати моделювання споживання електричної енергії порівняні з реальним споживання електричної енергії по секціям розподільчого пристрою власних потреб Харківської ТЕЦ-3. Надані практичні рекомендації, щодо модернізації схеми розподільчого пристрою власних потреб та впровадження перспективної системи керування устаткуванням станції.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел достатньо повний і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації із 110 найменувань.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи. Оформлення автореферату відповідає нормативним документам.

Повнота викладу результатів дисертаційної роботи в опублікованих працях. Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 17 наукових працях, з яких 3 рецензується у наукометричній базі Scopus, 9 – у фахових виданнях, 5 – у матеріалах міжнародних наукових конференцій. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів

дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

По змісту та оформленню дисертаційної роботи можна зробити наступні зауваження:

1. Можна погодитися з автором, що для аналізу та оптимізації роботи власних потреб теплової електростанції випадок ТЕЦ з поперечними зв'язками, який розглядається в роботі, є найбільш складним. Все ж варто було б розглянути варіант, який часто зустрічається на практиці, - ТЕС блочної побудови.

2. У параграфі 1.5 наведені можливі підходи до підвищення енергоефективності в системах власних потреб теплових електричних станцій. Для їх порівняння було б доцільно навести конкретні приклади застосування заходів з енергозбереження на сучасних вітчизняних та зарубіжних ТЕС.

3. Оптимізаційна задача керування групою механізмів власних потреб ТЕС (параграф 4.3) сформульована не досить чітко. Доцільно було б навести критерій та цільову функцію оптимізації, визначити активні обмеження на значення параметрів.

4. Для визначення продуктивностей, з якими працюють мережеві насоси ТЕЦ, автор використовує уточнюючі коефіцієнти, що розраховувалися на основі виміряних струмів та номінальних потужностей асинхронних двигунів (параграф 5.2.3). На мою думку, це не зовсім коректно. Краще було б для цього використати гідравлічні опори ділянок трубопроводів.

5. На рисунках 5.11 – 5.15 в деякі періоди (6 – 7 серпня, 14 – 15 серпня, 30 – 31 серпня) можна помітити значні відхилення результатів моделювання від фактичного споживання електричної енергії на власні потреби. Було б доцільно навести пояснення таких відхилень.

6. У висновках автор пише що була «отримана прогнозована економія електричної енергії при впровадженні групового керування механізмами власних потреб». Це вимагає додаткових пояснень, оскільки в роботі автор стверджував, що індивідуальне керування механізмами власних потреб є ефективнішим від групового з точки зору витрат електричної енергії.

7. По тексту роботи зустрічаються описки та некоректні терміни. Так, наприклад, «дуттевий вентилятор» – правильно «дутьовий вентилятор», «За

рахунок законів подібності» – правильніше «використовуючи закони подібності», «робочої середи» – правильно «робочого середовища», «мЗ/час» – правильно «мЗ/год», «режими їх сумісною роботи» – правильно «режими їх спільної роботи»

Зазначені зауваження не мають принципового характеру, не ставлять під сумнів наукову новизну або достовірність одержаних в дисертації результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

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. Дисертаційна робота має значну наукову цінність, є закінченою науково-дослідною роботою, що розв'язує важливу наукову задачу оптимізації споживання електричної енергії в системах власних потреб ТЕС за рахунок впровадження групового регулювання частоти живильної напруги.

Робота за актуальністю теми, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, новизною досліджень і практичною цінністю отриманих результатів відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р., № 656). Її автор, Кругол Микола Михайлович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи.

Офіційний опонент,
завідувач відділу оптимізації систем електропостачання
Інституту електродинаміки НАН України,
доктор технічних наук, ст. наук. співр.
29.03.2021



Ю.І.Тугай

Тієїже Ю.І.Тугая завізую
Вчений секретар ІЕФ НАН України



О.І.Костюк