

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Бойка Тараса Георгійовича на дисертацію
Чеботарьова Антона Миколайовича «Удосконалення методів підвищення
якості низькопотенційних комплексів електростанцій шляхом
забезпечення енергоефективного керування», поданої на здобуття ступеня
доктора філософії за спеціальністю
152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Актуальність теми дисертації

Робота стосується актуальної науково-практичної задачі, а саме - покращення показників якості роботи теплових і атомних електростанцій. В дисертації запропоновано нові наукові методи, ефективні технічні рішення і відповідне нормативне забезпечення для оптимізації режимів роботи елементів систем низькопотенційних комплексів електростанцій під час їх автоматизованого керування. Розробка уніфікованого нормативного забезпечення з енерго- та ресурсозбереження та його використання на теплових і атомних електростанціях може ефективно підвищити техніко-економічні показники енергоблоків шляхом зменшення витрат енергії і палива на власні потреби та зниження собівартості електроенергії.

Система низькопотенційного комплексу (НПК) значно впливає на технічну та економічну ефективність роботи енергоблоків теплових і атомних електростанцій. Відомо, що половина всієї енергії, яка виробляється котлом або реактором втрачається в конденсаторі, який підтримує необхідний рівень вакууму на виході з парової турбіни. Основним обладнанням низькопотенційного комплексу є конденсатор, циркуляційний і конденсатний насоси та ежектор. Найпотужнішим серед вказаного обладнання є циркуляційний насос. Його потужність може становити до 1% від потужності енергоблоку. Окрім прямих втрат енергії в циркуляційному насосі, на загальну ефективність роботи парової турбіни та енергоблоку впливають точність регулювання та підтримка рівня охолоджувальної води.

Тому дисертаційна робота Чеботарьова А.М. в якій вирішується задача підвищення показників якості низькопотенційних комплексів шляхом структурно-параметричного синтезу ефективних систем керування за критерієм мінімуму сумарних енергетичних втрат, є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Аналіз дисертаційних досліджень, проведених Чеботарьовим Антоном Миколайовичем дає змогу зробити висновок, що, для вирішення поставлених задач, автор використовував сучасні методи та алгоритми реалізації наукового експерименту і запропонував науково обґрунтований теоретичний апарат досліджень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується аналізом науково-технічної літератури та узгодженістю наукових положень з існуючими сучасними теоріями, які обґрунтовані і перевірені на практиці провідними науковцями.

Наукова новизна результатів дисертації

Наукова новизна отриманих результатів, що виносяться на захист, полягає у наступному:

- вперше розроблено науковий метод підвищення якості НПК електростанцій, заснований на мінімізації енергетичних втрат з комплексним використанням технічної діагностики та енергозберігаючого керування;
- отримали подальший розвиток математичні моделі механічних, гідрогазодинамічних і тепломасообмінних процесів і елементів НПК, які включають інтегральну функцію енергетичних втрат, з метою оцінки і аналізу можливих діапазонів підвищення показників якості НПК;
- вперше виконано структурно-параметричний синтез енергозберігаючих автоматизованих систем керування НПК, які дозволяють оцінювати і мінімізувати комплексні енергетичні втрати і підвищувати коефіцієнт корисної дії енергоблоків, що є основними показниками якості.

Достовірність, обґрунтованість і новизна висновків та рекомендацій

Достовірність отриманих наукових результатів базується на чинних нормативних документах, сучасних наукових працях, перевірених методах теоретичних і експериментальних досліджень. Основні висновки, наукові положення і рекомендації, сформульовані у дисертації, мають високу теоретичну обґрунтованість та експериментальне підтвердження.

Аналіз наукових результатів, представлених Чеботарьовим Антоном Миколайовичем, дає змогу зробити висновок, що автор коректно сформулював мету і завдання роботи, визначив науковий апарат досліджень, використав оптимальні методи досліджень та науково обґрунтував шляхи досягнення поставлених завдань.

Достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій підтверджується теоретичними та експериментальними дослідженнями, які добре узгоджуються з результатами подібних досліджень вітчизняних та закордонних вчених.

Повнота викладення наукових положень в опублікованих працях

За результати вивчення дисертаційної роботи та опублікованих наукових праць Чеботарьова Антона Миколайовича слід зробити висновок, що наукові публікації автора повністю відображають основний зміст та положення дисертаційної роботи, а також наукову новизну і високий ступінь апробації наукових досліджень та отриманих результатів.

Матеріали дисертації достатньо повно викладені у 13 наукових працях, серед яких: 1 стаття у наукометричній базі Scopus, 3 статті у спеціалізованих фахових виданнях України, 3 статті у фахових виданнях України, 5 тез доповідей на національних та міжнародних конференціях, 2 монографії України.

Значимість результатів дослідження для науки і техніки, рекомендації щодо їх використання

У дослідженнях Чеботарьова Антона Миколайовича отримано нові науково обґрунтовані результати в галузі кваліметрії, які в сукупності вирішують актуальну наукову задачу підвищення показників якості низькопотенційних комплексів електростанцій.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що виконано структурний синтез ефективних систем керування низькопотенційними комплексами, які покращують показники якості їх роботи, а саме економічність та енергоефективність. Це дозволяє довести якість та рівень енергозбереження при керуванні низькопотенційними комплексами до рівня міжнародних стандартів.

Також практичну цінність представляє розроблений проєкт технічних умов, який може бути застосований при розробці нових та модернізації існуючих систем керування НПК теплових і атомних електростанцій для забезпечення високих показників якості їх роботи.

У дисертаційному дослідженні вирішуються поставлені наукові та практичні задачі з використанням методичного, математичного, метрологічно-інформаційного, інструментального і програмного забезпечення, що удосконалює автоматизовані системи керування низькопотенційними комплексами електростанцій і покращує техніко-економічні показники енергоблоків ТЕС і АЕС.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації – 173 сторінки, з них основний текст – 121 сторінки, 32 ілюстрацій (21 за текстом і 11 окремо на 9 сторінках), 11 таблиць (8 за текстом і 3 окремо на 11 сторінках) і 4 додатків на 20 сторінках. Список використаних літературних джерел містить 141 найменування, розашовані на 12 сторінках.

У вступі подано загальну характеристику дисертаційних досліджень, їх актуальність, відповідність науковим темам; визначено наукову новизну та практичне значення результатів досліджень, предмет та об'єкт досліджень, сформульовано мету та задачі наукового дослідження, показано зв'язок з науковими програмами, планами, темами, наведено дані про апробацію та публікації результатів досліджень.

В першому розділі виконано аналіз існуючого нормативного забезпечення щодо показників якості елементів систем низькопотенційних комплексів теплових і атомних електростанцій в процесі їх автоматизованого керування. Проаналізовано роботу систем низькопотенційних комплексів та їх впливу на техніко-економічні показники енергоблоків теплових і атомних електростанцій. Виявлено можливості і резерви підвищення ефективності роботи систем низькопотенційних комплексів та окремих їх елементів.

Другий розділ присвячений розробленню уточнених математичних моделей елементів систем низькопотенційних комплексів теплових і атомних

електростанцій. Представлено моделі енергетичних втрат різної фізичної природи в елементах низькопотенційних комплексів та вплив цих втрат на загальні характеристики роботи системи; виконано структурний синтез енергоефективних автоматизованих систем керування низькопотенційними комплексами, які покращують показники якості їх роботи, а саме економічність та енергоефективність. Сформульовано технічні вимоги до систем керування НПК теплових і атомних електростанцій.

В третьому розділі, за результатами аналізу виконаних експериментальних досліджень, розроблено проєкт технічних умов «Системи енергозберігаючого керування низькопотенційними комплексами теплових і атомних електростанцій», де відображено основні науково-технічні рішення, що отримані в роботі.

Визначено можливий діапазон підвищення енергоефективності роботи низькопотенційних комплексів електростанцій, який в середньому становить майже 1% від загальних втрат енергії енергоблоку.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Дисертаційна робота Чеботарьова Антона Миколайовича за своїм змістом та формою є завершеним дисертаційним дослідженням.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

В цілому оцінка дисертаційної роботи є позитивною, але є низка дискусійних положень та зауважень:

1. Загальний принцип керування системою низькопотенційного комплексу (п. 2.1), показаний на рис. 2.1, викликає багато запитань, зокрема: в тексті це «... конденсатор, як об'єкт керування», а в підписі це НПК; позначення змінних для вектора входних нерегульованих параметрів є різними на рисунку і в описі; до вектору втрат чомусь віднесено «...значення потужностей, споживаних циркуляційним насосом і ежекторами», тощо.

2. Постановка задачі оптимізації є не повністю зрозумілою. Зокрема на стор. 81 автор стверджує «... оптимальному значенню тиску пари в конденсаторі P_k - орт буде відповідати мінімальне зниження вироблення енергії, тобто $\Delta N_{\text{квт}} = \min$...». Таким чином, за критерій ефективності роботи

НПК може бути прийняте значення збільшення вироблення потужності турбіни $\Delta N_{\text{кп}}$ ».

3. Висновок на стор. 87 (1-й абзац) є незрозумілим. Оскільки, за твердженням автора, неможливо забезпечити рівень вакууму 0,035 атм., то який практичний інтерес можуть становити дані результати?

4. Для чого рис. 2.12-2.15, де представлені характеристики компонентів НПК, і таблиця 2.3 з причинами погіршення вакууму розташовані всередині текстового опису алгоритму операцій СТД НПК на стор. 96-102? Загалом згадана таблиця повинна бути розташована в тексті відразу після першого посилання на неї (стор. 95).

5. Під час математичного моделювання автор використовує спрощення моделей методом їх лінеаризації, наприклад ф. 2.35 і ф. 2.37. Однак, відсутній аналіз того, чи впливає лінеаризація на точність отриманих результатів.

6. Відомо (п. 1.2.4), що забруднення трубок конденсатора максимально впливає на характеристики теплообміну та показники якості роботи всієї системи. В описі до математичній моделі ф. 2.58 вказано, що δ_f і λ_f – товщини й теплопровідності шарів стінок трубних пучків (з урахуванням можливих покриттів і відкладень). Однак не сказано, як ці покриття чи відкладення будуть виявлятися і враховуватися.

7. АСК НПК для кожного циркуляційного насосу буде містити щонайменше 7 сенсорів і 5 регуляторів. Проте до них не сформульовані жодні вимоги, окрім проекту ТУ де вказано, що к.т. сенсорів повинні бути не нижче 0.5. На основі яких міркувань були визначені ці характеристики?

8. В СТД не вказано, які метрологічні характеристики повинні мати ЗВТ, щоб забезпечити необхідну точність вимірювання характеристик елементів низькопотенційних комплексів. А в п. 1.5 відсутній аналіз метрологічного забезпечення, хоча про нього сказано у назві підрозділу.

9. Підпис до рисунку 2.7 не узгоджений зі суттю рисунку.

10. В тексті є багато необґрунтованих повторень. Наприклад, рис. 3.2 і рис. Б.1-Б.2, формули теплового балансу конденсатора ф. 1.38 і ф. 2.71 та коефіцієнта теплопередачі ф. 1.39 і ф. 2.72 є тотожними.

Однак, вказані зауваження не знижують наукової новизни та практичної цінності і не впливають на загальну оцінку роботи.

Висновок

Дисертація Чеботарьова Антона Миколайовича «Удосконалення методів підвищення якості низькопотенційних комплексів електростанцій шляхом забезпечення енергоефективного керування» є самостійною науковою працею, яка за своїм змістом, рівнем новизни та практичними значеннями одержаних результатів відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12.01.2022 № 44, та Вимогам до оформлення дисертації затвердженими наказом МОН України № 40 від 12.01.2017, а її автор, Чеботарьов Антон Миколайович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри «Інтелектуальна мехатроніка
та роботика» Національного університету
«Львівська політехніка»



Тарас БОЙКО

Підпис Бойка Т.Г. засвідчую

Вчений секретар

Національного університету

«Львівська політехніка»

кандидат технічних наук, доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ