

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Червоненка Івана Ігоровича «Структурний синтез системи автоматичного управління оборотних гідроагрегатів, які працюють зі змінною частотою обертання», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

Актуальність теми дисертації. На сьогоднішній день в багатьох країнах світу гідроелектростанції були і залишаються єдиним джерелом маневреної потужності в енергосистемі. Але в Україні це питання стоїть особливо гостро через те, що більша частина електроенергії генерується в основному на атомних та частково на теплових електростанціях, зміна потужності енергоблоків яких призводить до зниження їх надійності та економічності, саме тому гідроакumuлюючі електростанції покликані вирішити проблему заповнення пікової частини та нічних «провалів» добового графіку навантаження. При цьому слід відмітити, що під час роботи гідроакumuлюючих електростанцій їх напори змінюються в дуже широких межах, що приводить до великих втрат, які пояснюються зниженням коефіцієнту корисної дії оборотних гідроагрегатів. Завдяки широкому колу досліджень вчених багатьох країн, знайдено ефективний шлях вирішення цієї проблеми, який передбачує перевід оборотних гідроагрегатів цих станцій на роботу зі змінною частотою обертання, що потребує створення спеціальної системи автоматичного управління. Тому розв'язанню цієї задачі є важливим і актуальним.

Системи управління, які сьогодні поставляються на сучасні ГАЕС, не здатні вирішувати задачу підвищення ефективності оборотних агрегатів при відхиленні діючого напору від номінального рівня, як в турбінному, так і насосному режимах роботи.

Саме розв'язанню цієї актуальної задачі і присвячена робота Червоненка І. І.

Слід відмітити, що результати роботи реалізовані при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи «Розвиток теорії та науково-методичних основ для створення і модернізації турбогенераторів, які задовольняють сучасним вимогам електроенергетичної системи України» (№ ДР 0115U000528).

Аналіз змісту дисертації і відповідність його поставленим задачам.

В першому розділі дисертації автор приділяє багато уваги технологічним особливостям роботи ГАЕС та робочим процесам в гідроагрегатах, як об'єкту управління. Це дає повне розуміння задач, які треба вирішувати дисертанту. Дослідження характеристик турбін діючих українських ГАЕС (Дністровської та Кийівської ГАЕС), які виконав автор дисертації, ще раз підтвердили дієвість запропонованого методу підвищення ефективності роботи їх оборотних агрегатів, які виготовлені на вітчизняних заводах, і необхідність розробки для них систем автоматичного управління. Все це, безумовно, дає змогу краще зрозуміти ті цілі, які поставив перед собою автор.

Дисертант на основі проведених теоретичних досліджень визначив ті режимні параметри робочого процесу гідроагрегату, які необхідно регулювати, щоб підтримувати оптимальні значення ККД для кожного значення напору.

Він виконав детальний аналіз систем автоматичного управління (САУ) різномірних енергоагрегатів, які працюють зі змінною частотою обертання, в тому числі, вітрових електростанцій і малих ГЕС, які працюють з асинхронними генераторами, визначив переваги та недоліки цих САУ. Це дало можливість автору чітко визначити наукові задачі, які треба вирішити для розв'язання поставленої проблеми.

В другому розділі дисертації автор виконав теоретичні розробки, що пов'язані зі створенням нової системи автоматичного управління оборотними гідроагрегатами, які повинні працювати зі змінною частотою обертання.

Виходячи з цілої низки критеріїв оптимальності він, визначив оптимальні структуру та склад оборотних гідроагрегатів ГАЕС, робочі процеси в яких є об'єктом управління, і які задовольняли б експлуатаційним, економічним, екологічним вимогам.

В цьому ж розділі дисертант формалізував задачі управління для розробленої системи, реалізація яких дала змогу виконати поставлені раніше задачі.

Червоненко І. І. розробив низку алгоритмів, за якими повинна працювати система для забезпечення штатних режимів оборотних гідроагрегатів. Автор розробив і запропонував алгоритми, згідно яких САУ повинна виконувати нові функції корегування ККД агрегату при зміні напору на станції, які не можуть бути реалізовані системами управління, що встановлені на діючих енергоблоках ГАЕС.

Виходячи з цього, а також прийнявши до уваги вимоги нормативних документів на розробку та поставку систем автоматичного управління гідротурбін, автор провів структурний синтез системи автоматичного управління, яка забезпечує для визначеного оборотного гідроагрегату всі штатні режими та режим корегування його ККД при зміні напору. Для цього автор ввів до складу штатного електрогідравлічного регулятора частоти обертання гідротурбіни дві додаткові ланки, а саме, «Коректор ККД» та перемикач, який він назвав «Фільтром режимів». Таким чином, ми маємо справу з системою управління, яка змінює свою структуру, відповідно до режиму, в якому працює оборотний гідроагрегат.

В третьому розділі дисертації була розроблена математична модель синтезованої системи управління, яка дала автору змогу провести моделювання її роботи в усіх запланованих режимах. Основні допущення

прийняті автором: модель лінійна, детермінована, з постійними коефіцієнтами, а ланки регулятора описуються передаточними функціями. Такого математичного апарату достатньо для вирішення задачі дисертації тому, що немає необхідності для ускладнення математичного описання для управління прийнятим об'єктом управління. Автор особливо ретельно підійшов до моделювання робочих процесів в гідротурбіні, він урахував гідромеханічні процеси, які суттєво впливають на динаміку її поведінки під час роботи в штатних режимах з синхронною частотою обертання, а також при роботі в режимі корегування ККД, коли вона працює зі змінною частотою обертання.

Автор досягнув того, що результати моделювання співпадають з результатами натурних випробувань систем управління турбін на діючих ГАЕС (на прикладі турбіни Дністровської ГАЕС), що показує достатню точність розробленої моделі.

Проведені модельні дослідження показали повну працездатність розробленої САУ та її високі динамічні якості. За допомогою модельних досліджень автор визначив оптимальні значення параметрів стабілізуючих ланок САУ, які забезпечують стійкість системи та необхідну якість перехідних процесів.

Четвертий розділ дисертації присвячений практичній реалізації синтезованої системи. Автор дає чіткі рекомендації щодо конструкції системи з використанням сучасних мікропроцесорних пристроїв. Він обґрунтував необхідність резервування введених додаткових ланок.

Зазначений вище аналіз показує, що матеріал розділів дисертації, розрахунки, отримані моделі та дослідження повністю відповідають поставленим в дисертаційній роботі задачам.

Проведена автором сукупність наукових досліджень, створила передумови для створення системи автоматичного управління, яка дає змогу

підвищити ефективність роботи оборотних гідроагрегатів сучасних потужних ГАЕС при зміні їх напорів в широких межах.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.

Дисертант цілком вірно сформулював наукові задачі та етапи наукових досліджень. Обґрунтованість цих завдань базується на детальному системному аналізі режимів роботи сучасних гідроакумуючих електростанцій та характеристик їх гідроагрегатів. Автор детально обґрунтував метод визначення параметрів робочого процесу гідроагрегатів при його роботі в режимі зі змінною частотою обертання, що дає можливість підвищити ККД на 3-4 % при зміні робочих напорів на станції, та довів необхідність розробки системи автоматичного управління, для забезпечення таких режимів.

Розроблена в третьому розділі математична модель базується на реальних фізичних процесах, які мають місце при роботі гідроагрегатів ГЕС і ГАЕС.

Методи наукових досліджень, принципи побудови математичної моделі, висновки відносно суті проблеми, в роботі обґрунтовані і базуються на принципах теорії автоматичного управління, системного аналізу, методів оптимізації та математичного моделювання.

Наведені в дисертаційній роботі Червоненка І. І. висновки і рекомендації щодо використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані і відповідають дійсності. Достовірність їх забезпечена коректністю використаного математичного апарату та наукових положень. Вона підтверджена перевіркою на адекватність математичних моделей, аналогічними дослідженнями в експлуатаційних умовах на діючих станціях. З переліком пунктів наукової новизни одержаних результатів, можна погодитись.

Наукова цінність дисертаційної роботи полягає в тому, що вона є кроком вперед на шляху розвитку наукових методів побудови, організації функціонування та автоматичного управління робочими процесами гідроагрегатів ГЕС і ГАЕС, які працюють зі змінними напорами. Створена автором САУ показує розширення можливостей систем автоматичного управління за рахунок зміни структури, які можуть бути пов'язані з режимними вимогами.

Практична цінність цієї роботи полягає в тому, що в ній відображені нові підходи до проектування та модернізації систем автоматичного управління, задачею яких є підвищення ефективності та надійності функціонування обладнання гідроелектричних станцій.

Результати дисертаційної роботи Червоненка І. І. впроваджені в роботі ООО «Енергорегулятор», а також ВАТ «Харківтурбоінженіринг». Розроблена і досліджена САУ рекомендована Науково-технічною Радою асоціації «Укргідроенерго», як базова, для пілотного проекту, який буде здійснюватись на одній із діючих в Україні ГАЕС для перевірки і налагодження систем управління гідроагрегатів, які працюють в режимі зі змінною частотою обертання.

Повнота відображення в публікаціях. Основний зміст дисертаційної роботи з необхідною повнотою відображено в 10 публікаціях здобувача, 5 в виданнях, що входять до переліку фахових видань ВАК України, 2 статті, що входять до міжнародних науково-метричних баз даних (одна з них до бази Scopus), 2 публікації в матеріалах конференцій, 1 патент України. Дисертаційна робота пройшла апробацію на 4 науково-практичних конференціях. У публікаціях автора досить докладно відображені основні результати роботи.

Зміст автореферату дисертації повністю відображає основні положення роботи й отримані в ній результати, його оформлення відповідає всім вимогам ВАК України.

Зауваження по роботі.

1. В роботі дуже стисло описано метод оптимізації, яким користувався автор при визначенні найкращого складу гідроагрегату.

2. В другому розділі дисертації автор стверджує, що оптимізація структури та складу оборотних гідроагрегатів проводилась методом експертних оцінок, але, на жаль, ніде не названо склад експертів, які приймали в цьому участь.

3. Не зрозуміло, звідки були взяті математичні описання ланок електрогідравлічного регулятора.

4. В роботі не відображені допущення, які були прийняті при розробці математичної моделі.

5. В роботі розглядалось питання стійкості системи управління, але разом з тим слід було б розширити оцінку якості процесів автоматичного керування.

Зауваження, які висловлені, стосуються окремих елементів дисертаційної роботи та не знижують її загальної високої оцінки.

Висновки.

Дисертаційна робота Червоненка Івана Ігоровича є закінченим науковим дослідженням, в результаті якого удосконалена структура системи автоматичного управління оборотних гідроагрегатів ГАЕС, яка дає можливість підвищити ККД гідротурбіни на 3-4 % при змінах робочих напорів. Вважаю, що дисертаційна робота відповідає всім вимогам пунктів 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань старшого наукового співробітника», а її автор, заслуговує присудження йому наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Головний науковий співробітник
Державного науково-технічного центру
з ядерної та радіаційної безпеки,
Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор



Ястребенецький М. О.