

УДК 621.313.3: 621.313.5/8

№ держ.реєстрації 0119U001214

Інститут електродинаміки
Національної академії наук України
03057, м. Київ-57, пр. Перемоги 56; тел. (044) 366-26-25



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІЕД НАН України,

академік НАН України

Кириленко О.В.

“ 08 ” “ 12 ” 2021 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

«Розробити засоби підвищення ефективності систем електромеханічного перетворення енергії з традиційними та відновлюваними джерелами»

(«АГРЕГАТ-2»)

(заключний)

Науковий керівник НДР,

зав. відділу №7 ІЕД НАН України

чл.-кор. НАН України, д.т.н.

Кондратенко І.П.

2021

Рукопис закінчено 30 листопада 2021 р.

Результати роботи розглянуто вченою радою ІЕД НАН України

Протокол від 09.12.2021 № 13

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 351 с., 26 табл., 153 рис., 1 дод., 171 джерел.

Об'єкт дослідження – потужні турбогенератори електростанцій України, вентильно-індукторні двигуни насосного і компресорного обладнання, синхронні двигуни з постійними магнітами, електротехнічне обладнання систем використання енергетичного потенціалу повітряних і водних потоків, енергії хвиль, засоби контролю і діагностики вузлів електроенергетичного обладнання, надпровідникові індукційні накопичувачі енергії.

Мета роботи – розроблення засобів удосконалення систем електромеханічного перетворення та передачі енергії на основі комплексів для перетворення енергії вітру і води в електричну енергію, накопичення та передачі енергії споживачам, що забезпечується удосконаленням схемних рішень електричних генераторів, насосних установок, конструкції потужного генеруючого устаткування через розробку технічних рішень щодо інтенсифікації теплообмінних процесів в міжфазних зонах кінцевої зони статора, розробка методів та засобів контролю і діагностики вузлів електроенергетичного обладнання, з урахуванням режимів його роботи.

Методи дослідження – методи математичного і фізичного моделювання, натурального експерименту, планування експерименту.

В результаті виконання роботи розроблена квазітривимірна польова математична модель електромагнітного поля і теплообмінних процесів в торцевій зоні потужного турбогенератора. В результаті розв'язання суміщеної задачі розрахунку електромагнітного поля і теплообмінних процесів визначено розподіл температури на поверхні в перерізі конструктивних деталей кінцевої зони. Досліджено вплив екранування натискної плити в локальній концентрації поля в зубцевій зоні крайнього пакету. Представлена модель дозволяє вже на стадії проектування оцінити ефективність конструктивних рішень щодо формування торцевої зони статора турбогенератора для різних режимів навантаження машини, в тому числі для режимів споживання реактивної потужності.

Для розроблених математичних моделей дослідження впливу характеру навантаження, зміни напруги живлення і кутів комутації, моменту інерції на пульсації електромагнітних моментів і частоти обертання ротора і ККД вентильно-індукторних двигунів насосів, поршневих одно – і двоциліндрових компресорів розроблено нові математичні моделі, які уточнюють характер протікання електромагнітних і електромеханічних процесів. Розроблено принципи і системи керування вентильно-індукторними двигунами, які спрямовані на досягнення найвищих енергетичних характеристик в габаритних розмірах.

Запропоновано науковий підхід до створення обладнання, що використовує гідроенергоресурси, із застосуванням комплексного критерію енергетичної ефективності системи, як відношення величин корисного продукту системи і витрачених ресурсів і забезпечує ефективний пошук шляхів вдосконалення систем гідро і вітроенергетики. Науково обґрунтовано

конструкцію багатомашинної електромеханічної системи вітрогенераторів потужністю 165 кВт.

На основі асинхронного генератора з комутованими конденсаторами запропоновано гідравлічну систему електроживлення (ГСЕ), яка побудована на основі розробленого алгоритму синхронізації ГСЕ з мережею. Визначені переваги системи і доцільний спосіб застосування її в автономних мережах.

Проведено порівняння ефективності роботи електричних двигунів з постійними магнітами і визначені пріоритетні конструктивні особливості розташування постійних магнітів на короткозамкненому роторі. Виготовлено дослідний зразок електричної машини з багатошаровими друкованими обмотками і визначена залежність напруги і потужності в генераторному режимі. Розбіжність між розрахунковими і експериментальними значеннями не перевищує 10%. Це свідчить про адекватність розрахункових моделей, які можуть бути застосовані і для інших значень потужності генераторів з іншою конфігурацією магнітної системи і іншими її розмірами.

Запропонована комбінована схема однофазного включення асинхронного двигуна дозволяє зменшити до допустимих втрати холостого ходу та отримати номінальний момент при постійній ємності фазозміщуючого конденсатора і спосіб компенсації вищих гармонік, що вносяться тиристорним регулятором напруги, за шляхом застосування комбінованої схеми включення системи тиристорний регулятор напруги – асинхронний конденсаторний двигун. Розроблено аналітичний метод розрахунку електромагнітних процесів і енергетичних показників циліндричних магнітоелектричних генераторів довільних розмірів з врахуванням реального характеру руху ротора для перетворення енергії морських хвиль в електричну енергію. Визначені співвідношення електромеханічної системи в складі електричної машини і поплавкового пристрою для досягнення найвищих відносних показників ефективності системи. Розроблено математичні моделі, структурно-функціональної схеми, алгоритмічного та відповідного програмного забезпечення для ІВС діагностики вузлів електротехнічного обладнання з врахуванням режимів його роботи.

Сформовані навчальні сукупності (еталони), що враховують наявність можливих дефектів у певних вузлах, а також режими роботи цього обладнання. Узагальнено дослідження тороїдальних індуктивних накопичувачів енергії і визначені об'єми конструкційних матеріалів опорної механічної системи визначені конкретні вирази, які, на відміну від існуючих уявлень, враховують не тільки конфігурацію обмоток, а й тип опорної системи, механічні властивості конструкційного матеріалу, розподіл площ перерізу опорних кілець і відповідний розподіл радіальних електродинамічних сил.

ТУРБОГЕНЕРАТОР, ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИЙ ПРИВОД, ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОР З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ, ЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ, ДІАГНОСТИКА, НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ