

УДК 621.3.001.5+621.308:621.391,621.313.3

№ держреєстрації 0119U001213

№ інв.

**Національна академія наук України**

Інститут електродинаміки (ІЕД)

03057, м. Київ-57, просп.. Берестейський, 56, тел.: (044) 366-26-25

Факс: (044) 366-26-86

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заст. директора Інституту

електродинаміки НАН України

Іван ШАПОВАЛ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.



**ЗВІТ**

**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**«НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ  
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ ПОТУЖНОГО ГЕНЕРУЮЧОГО  
ОБЛАДНАННЯ ТЕС, ГЕС І ГАЕС»**

**(Шифр «Безвідмовність-2»)**

**(остаточний)**

Науковий керівник НДР

д-р техн.. наук

Олег КЕНСИЦЬКИЙ

2023

Рукопис закінчено 29 жовтня 2023 р.

Результати роботи розглянуто

Вченою радою ІЕД НАН України

Протокол від 07.12.2023 р., № 12

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 250 с., 16 табл., 79 рис., 2 дод., 128 джерел.

### ТУРБОГЕНЕРАТОР, ГІДРОГЕНЕРАТОР, НАДІЙНІСТЬ, БЕЗВІДМОВ- НІСТЬ, НАРОБИТОК ДО ВІДМОВИ, МОДЕЛЮВАННЯ, ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ, ДІАГНОСТИКА

Об'єкт дослідження - потужне генеруюче обладнання енергоблоків теплових, гідравлічних та атомних електростанцій України.

Мета роботи - створення математичних і фізичних моделей та проведення досліджень перебігу теплових, електромагнітних та термомеханічних процесів в активних елементах потужних турбо- і гідрогенераторів при зародженні та розвитку дефектів різної фізичної природи, а також розробка та наукове обґрунтування ефективних методів, засобів і конструктивних рішень щодо забезпечення необхідного рівня безвідмовності генеруючого устаткування в експлуатації

Методи дослідження - методи математичного і фізичного моделювання, натурного експерименту, планування експерименту, спектрального аналізу.

В результаті виконання роботи знайшли подальший розвиток наукові засади: і нові методи, технічні рішення та засоби підвищення ефективності експлуатації генеруючого обладнання електростанцій країни.

Зокрема, проведений системний аналіз надійності генеруючого обладнання електростанцій України. Отримані показники надійності та визначені елементи та вузли генераторів, ушкодженість яких є причиною аварійних зупинок енергоблоків і недовиробітку електроенергії.

Отримана низка фундаментальних результатів.

Розроблений комплекс математичних і фізичних моделей і проведені дослідження електромагнітних, теплових, термо- та вібромеханічних процесів в

статорі та роторі генераторів в широкому діапазоні експлуатаційних режимів при різному конструктивному виконанні їх окремих елементів і вузлів.

Проаналізований спектральний склад електромагнітних сил, що діють на елементи статора і ротора, в залежності від режиму навантаження генератора. Визначені частоти, від яких для запобігання резонансних явищ мають бути відстроєні власні коливання з'єднувальних і вивідних шин обмотки статора.

Оцінений рівень електродинамічних сил взаємодії між стержнями обмотки в пазах осердя статора, що діють на їх систему кріплення. Визначений характер зміни термомеханічних напружень і переміщень в ізоляції стержнів лобових частин обмотки для випадку виникнення «вільної ділянки» в пазовій частині внаслідок випадіння крайніх клинів кріплення обмотки статора, а також порушення циркуляції холодоагенту в стержнях.

Проведений порівняльний аналіз ефективності конструктивного виконання кінцевої зони осердя статора генератора, а саме застосування електромагнітних екранів і скосу крайніх пакетів різної конфігурації. Визначені напрями удосконалення конструкції торцевої зони статора машини.

Оцінена ефективність інтенсифікації охолодження крайніх пакетів осердя статора шляхом підвищення їх осьової теплопровідності та застосування вентилязованих шліців. Із використанням запропонованих заходів зубці крайніх пакетів осердя статора матимуть припустимий рівень нагрівів в експлуатації, що сприятиме підвищенню надійності та навантажувальної здатності устаткування.

За результатами виконаних досліджень розроблені та науково обґрунтовані технічні рішення по оптимізації конструкції елементів і вузлів турбо- та парогенераторів електростанцій України.

Запропонована і обґрунтована нова конструкція електромагнітного екрану торцевої зони осердя статора. Зубчастий електромагнітний екран встановлюється між натискною плитою і натискними пальцями, зубці якого виконані подовженими до зазору машини. Кінцева частина зубців екрана на рівні розточки осердя статора загнута в напрямку лобових частин обмотки.

Обґрунтований новий спосіб контролю механічного стану кріплення осердя статора електричної машини, заснований на реєстрації затухаючих коливань в напрямку головної осі машини, що виникають при обривах головок стяжних призм.

Розроблена, виготовлена та експериментально перевірена нова конструкція силового акумулятора стиснення осердя статора турбогенератора із вимірювачем ходу його тарілчастих пружин, що дозволяє контролювати стан спресо- ваності осердя в експлуатації.

Розроблені математичні моделі електромагнітних, теплових та термомеханічних процесів в активних елементах потужної електричної машини, а також науково-практичні результати виконаних досліджень доцільно використовувати при проектуванні, виготовленні та модернізації генеруючого обладнання.