

Національна академія наук України

Інститут електродинаміки Національної академії наук України

**СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ
СТАНУ СПРЕСОВАНOSTІ ОСЕРДЯ СТАТОРА
ПОТУЖНИХ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ**

ЗАЙЦЕВ Євген Олександрович - доктор технічних наук,
старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
відділу електричних і магнітних вимірювань Інституту електродинаміки
Національної академії наук України

РЕФЕРАТ

Київ – 2021

Актуальність роботи. Актуальність роботи визначається необхідністю забезпечення надійної та безаварійної роботи генеруючого обладнання АЕС, ТЕЦ та ТЕС ОЕС України. Так, наприклад на сьогодні в Україні знаходяться в експлуатації 30 ТГ типу ТГВ-200, 4 ТГ типу ТГВ-200Д, 11 одиниць ТГВ-200М потужністю 200 МВт та 41 ТГ типу ТГВ-300 потужністю 300 МВт, значна частина яких знаходяться в експлуатації понад 35÷50 років, що значно перевищує термін їх служби у відповідності до нормативної документації.

Повна заміна такої кількості генераторів, які відпрацювали свій ресурс новими в стислий термін в умовах світової економічної кризи та пандемії надто проблематична. Тому важливим завданням електроенергетичної галузі є зниження втрат та перехід до обслуговування генераторів за їх фактичним технічним станом.

Одним із шляхів визначення фактичного технічного стану генеруючого обладнання є оснащення його засобами контролю та діагностування, які для отримання первинної інформації використовують спеціалізовані інформаційно-вимірювальні засоби.

Фактичний технічний стан ТГ визначається багатьма параметрами, серед яких вирішального значення набувають ті, що характеризують його як механічну систему. Основним вузлом в статорі ТГ є його осердя, яке становить близько 2/3 його маси. Осердя не є найслабшим вузлом статора, однак, якщо інші складові частини статора, при справному осерді, можуть бути відремонтовані або замінені, то втрата працездатності власне осердям означає необхідність заміни всього статора. Основною механічною властивістю статора, що визначає його експлуатаційну надійність, є наданий йому в процесі виготовлення стан пружного стиснення осердя, який після виготовлення забезпечується за допомогою натискних плит і стяжних призм.

В процесі виготовлення необхідно забезпечити, щоб остаточно зібране осердя мало задану початкову щільність (монолітність), вібраційну стійкість і задані електромагнітні характеристики. При цьому сегменти крайніх пакетів і сегменти з натискними пальцями забезпечують передачу зусилля від натискних кілець осердю і дозволяють виключити в кінцевих зонах місцеві зменшення його монолітності. Під час складання через різні технологічні причини (неоднаковість листів по товщині та лакового покриття, тощо) спостерігається нерівномірність стиснення, тобто місцеві зменшення монолітності, які необхідно ліквідувати. Це потребує розробки спеціалізованих засобів контролю торцевої поверхні осердя статора потужного ТГ для виявлення в осерді місць з послабленим пресуванням під час його складання та пресування з подальшим їх усуненням.

Внаслідок транспортування та під час експлуатації досить часто спостерігається зниження щільності спресованості. Це призводить до втрати запасу працездатності генератора внаслідок розвитку наступних дефектів: відносного зміщення листів активної сталі, появи і розпушування зубців крайніх пакетів, викришування фрагментів листів активної сталі, місцевого замикання листів і нагрівання пакетів, що в остаточному підсумку може спричинити тяжкі аварії на АЕС, ТЕЦ та ТЕС в ОЕС України.

Отримання повної картини стану спресованості по торцю осердя під час експлуатації ТГ є можливим за допомогою сенсорів, які вимірюють зусилля в стяжних призмах осердя статора і встановлюються під стяжні гайки. Це дозволяє забезпечити надійну та безаварійну експлуатацію машини без внесення конструктивних змін в генератор. Виявлення дефектів та їх усунення, як на етапі виготовлення так і під час експлуатації в ранніх етапах їх зародження, а також своєчасне прийняття правильних рішень з їх ліквідації до виникнення аварійної ситуації, забезпечує високий коефіцієнт готовності, скорочення часу простою, зниження витрат на ремонт.

Тому розробка і впровадження ефективних засобів контролю та діагностування стану спресованості є актуальним і перспективним напрямком вирішення науково-прикладної проблеми забезпечення безпечного та надійного функціонування потужного генеруючого енергоустановлення ОЕС України.

Метою наукової праці є створення нових та удосконалення існуючих засобів контролю та діагностування стану осердя статора потужних турбогенераторів при їх виготовленні та експлуатації, що дозволяють забезпечити надійну та безаварійну експлуатацію генеруючого обладнання АЕС, ТЕЦ та ТЕС в ОЕС України.

Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язуються такі основні завдання:

- аналітичні дослідження методів та засобів контролю та діагностування тиску пресування осердя статора:

- розроблення компонентів систем діагностування стану спресованості осердя статора ТГ, які дозволяють підвищити точність, розрізнявальну здатність вимірювання та більш достовірно визначати місцезнаходження дефекту в осерді при його експлуатації та виготовленні;

- створення нових ємнісних методів контролю стану спресованості осердя статора, які дозволяють підвищити точність та розрізнявальну здатність вимірювання та більш достовірно визначати місцезнаходження дефекту в осерді;

- розробка принципів побудови, функціонування та практичної реалізації засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя потужних генераторів, до складу яких входять комп'ютеризовані оптоелектронні інформаційно-вимірювальні канали, що мають малі розміри, є завадостійкими до дії потужних магнітних полів об'єктів діагностування;

- розробка структури засобів контролю тиску спресованості осердя статора на основі використання фазових та частотно-фазових методів вимірювання;

- розробка методів зменшення похибок існуючих засобів вимірювання та контролю стану пресування осердя статора;

- проведення експериментальних досліджень метрологічних характеристик макетних зразків створених засобів для системи контролю зусилля пресування осердя статора турбогенератора типу ТГВ-200 та ТГВ-300 в процесі їх складання та експлуатації;

– створення та експериментальна перевірка засобів вимірювання відхилення від площинності торцевої поверхні осердя статора турбогенератора під час його складання.

Характеристика результатів наукової праці.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень отримано результати, які в сукупності присвячені вирішенню науково-прикладної задачі з розробки засад побудови та впровадження на практиці засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів. Засоби запропоновані в роботі направлені на забезпечення безпечного та надійного функціонування потужних турбогенераторів електростанцій, що входять до складу ОЕС України в сучасних умовах відповідно до законодавства України та Енергетичного Співтовариства.

Проаналізовано основні методи та засоби контролю та діагностування тиску пресування осердя статора. Проведений аналіз дозволив визначити шляхи підвищення ефективності засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів.

Розроблено принципи побудови, функціонування та практичної реалізації засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя потужних генераторів, до складу яких входять комп'ютеризовані оптоелектронні інформаційно-вимірювальні канали, що мають малі розміри, є завадостійкими до дії потужних магнітних полів об'єктів діагностування та забезпечують підвищення достовірності оцінювання технічного стану генераторів.

Розроблено нові засоби, що застосовуються для контролю відхилення від площинності торцевої поверхні осердя статора турбогенератора під час його виготовлення. Для створених засобів контролю розроблено та випробувано спеціальний силосприймаючий елемент у вигляді плоскої мембрани з жорстким центром та вимірювальні перетворювачі, що дозволило реалізувати автоматичного контролю технологічного процесу пресування осердя статора під час його виготовлення. А також, нові засоби контролю стану спресованості осердя статора потужного турбогенератора із застосуванням вимірювачів ходу тарілчастих пружин силових акумуляторів з секторними концентричними компланарними ємнісними сенсорами. Силові акумулятори є складовою частиною системи автоматичного стабілізування тиску пресування осердя статора в процесі експлуатації, і застосування в них вимірювачів ходу тарілчастих пружин дозволило підвищити достовірність контролю осердя. Також вперше для ємнісних сенсорів вимірювачів зусиль в стяжних призмах осердя потужних турбогенераторів запропоновано метод корекції похибки, обумовленої перекосом електродів ємнісного сенсора, що дозволило забезпечити підвищення точності контролю стану пресування осердя статора на декілька порядків в реальному часі.

Запропоновано та розроблено структуру засобів контролю тиску спресованості осердя статора, в якій для забезпечення необхідних метрологічних характеристик використано фазові та частотно-фазові методи вимірювання.

Досліджено компоненти макетних зразків системи контролю зусилля пресування осердя статора турбогенератора типу ТГВ-200 та ТГВ-300 в процесі складання та експлуатації. Проведені дослідження та випробування показали, що первинний вимірювальний перетворювач, що містить ємнісний сенсор та спеціальні механічні елементи, призначені для перетворення сили стиснення в мікропереміщення є ефективним засобом покращення контролю стану осердя під час його виготовлення та експлуатації.

Наукова новизна полягає в тому, що автором роботи отримано ряд важливих наукових та науково-технічних результатів, серед яких:

– вперше розроблено засоби контролю тиску спресованості осердя статора генератора із застосуванням секторних концентричних компланарних ємнісних вимірювачів ходу тарілчастих пружин системи пресування, який базується на методі використання інформації про відповідність ходу тарільчатих пружин їх робочому діапазону, що дозволило підвищити достовірність контролю (Патент України на винахід № 120795);

– вперше для сенсорів системи контролю параметрів силового акумулятора стабілізації тиску пресування осердя статора турбогенератора при його експлуатації запропоновано метод корекції похибки, обумовленої перекосом електродів ємнісного сенсора, що дозволило забезпечити підвищення точності контролю стану пресування осердя статора на декілька порядків в реальному часі (Патент України на винахід № 119101);

– вперше запропоновано використання волоконно-оптичних та лазерних технологій в засобах контролю тиску спресованості осердя статора генератора при його виготовленні та експлуатації;

– запропоновано та розроблена структура засобів контролю тиску спресованості осердя статора, в якій для забезпечення необхідних метрологічних характеристик використано фазові та частотно-фазові методи вимірювання (Патент України на корисну модель № 91534);

– розроблено структуру апаратно-програмних засобів систем контролю тиску спресованості осердя статора генератора при його виготовленні та експлуатації, яка об'єднує переваги використання мікроелектронних та оптоелектронних технологій, що дало можливість створювати завадостійкі до дії потужних магнітних полів засоби контролю тиску спресованості осердя статора генератора;

Новизна одержаних технічних рішень захищена патентами України на винахід № 119101 від 25.04.2019 "Ємнісний перетворювач зусиль в стяжних призмах осердя статора турбогенератора" та № 120795 від 10.02.2020 "Силовий акумулятор стабілізації тиску пресування статора турбогенератора" та патентом України на корисну модель № 91534 від 10.07.2014 "Лазерний далекомір".

Практична значимість роботи полягає в тому, що автором:

– розроблено експериментальні макетні зразки електронно-оптичного перетворювача, який забезпечує організацію завадостійкої та безпечної комунікації між сенсорами та системою збирання й оброблення контрольно-діагностичної інформації систем контролю та діагностування ступеню

пресування осердя статора потужного генератора при його експлуатації (Акт впровадження, 2018 р.);

– визначено і практично доведено доцільність використання ємнісного вимірювача для визначення зусиль пресування, який встановлюється в спеціальний силосприймаючий елемент під гайки стяжних призм осердя генераторів (Акт впровадження, 2018 р.);

– розроблено та впроваджено силосприймаючий елемент у вигляді плоскої мембрани з жорстким центром для реалізації первинних вимірювальних перетворювачів зусилля пресування, що застосовуються для контролю відхилення від площинності торцевої поверхні осердя статора турбогенератора при складанні осердя статора турбогенератора (Акт впровадження, 2019 р.);

– розроблено, виготовлено та випробувано дослідний зразок вимірювальної комірки з ємнісним сенсором тиску під час контролю тиску пресування осердя статора турбогенератора ТГВ-250-2ПТЗ (Акт впровадження 2020, Протокол випробувань, 2019 р.);

– розроблено структурні схеми, виготовлено та експериментально перевірено макетні зразки вимірювальних каналів засобів контролю та діагностування стану пресування потужних турбогенераторів, що дозволяє підвищити надійність та безпечність роботи нових та вже існуючих потужних генераторів ТЕЦ, ГЕС, АГЕС та АЕС;

– впроваджено в комплекті технічної документації та макетному зразку гібридного волоконно-оптичного комп'ютеризованого вимірювача зусиль у стяжних призмах осердя статора потужного генератора на підприємстві ДП "Завод "Електроважмаш" (м. Харків), що дало змогу підвищити достовірність контролю зусилля у стяжних призмах при експлуатації потужних турбогенераторів типу ТГВ (Акт впровадження, 2018 р.);

– впроваджено як моделі, методи та компоненти оптоелектронної системи діагностування зусиль пресування осердя статора на підприємстві ДП "Завод "Електроважмаш" (м. Харків) для підвищення ефективності контролю тиску пресування осердя статора турбогенератора ТГВ-250-2ПТЗ, завдяки реалізації автоматичного контролю технологічного процесу пресування осердя статора (Акт впровадження, 2019 р., Протокол випробувань, 2019 р.);

– розроблено методики та алгоритми здійснення контролю та діагностування якості спресованості осердя статора потужних генераторів при його виготовленні, стендових випробуваннях та в умовах експлуатації на енергетичних об'єктах;

– розроблено експериментальний зразок електронно-оптичного перетворювача, який забезпечує організацію комунікації між ємнісними сенсорами з цифровим виходом та системою збирання й оброблення контрольної-діагностичної інформації систем діагностування параметрів механічних дефектів потужних генераторів та проведено його лабораторні випробування.

Інша інформація, яка характеризує роботу. Загальна кількість публікацій автора – 175, з них за тематикою роботи – 43 публікацій, серед яких 2 патенти України на винахід, 1 патент України на корисну модель, 13

публікацій включено до бази даних SCOPUS та Web of Science та 1 зарубіжна монографія.

Загальна кількість посилань на автора наукової праці у пошуковій системі <http://scholar.google.com/> складає 236, h-індекс 8.

В результаті виконання наукової праці захищено 1 докторську дисертацію.

Отримані результати пройшли апробацію та обговорювалися на 18 міжнародних науково-технічних конференціях та симпозіумі в Україні та за її межами.

Основні положення роботи і результати досліджень доповідались та обговорювались на: науково-технічній нараді відділу Головного технолога ДП «Завод Електроважмаш» (Протокол технічної наради ДП "Завод "Електроважмаш", 2019 р., м. Харків); наукових семінарах відділу електричних та магнітних вимірювань, літній школі та вченій раді Інституту електродинаміки НАН України; Бюро Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України (Витяг з протоколу, 2018 р., м. Київ).

Порівняння з кращими вітчизняними та зарубіжними аналогами.

Серед вітчизняних аналогів: В даний час на Державному підприємстві «Завод Електроважмаш» (м. Харків, Україна) відхилення від площинності вимірюють непрямим способом, визначаючи після пресування поперечний розмір деформованих пластичних циліндричних елементів, встановлених у кожній контрольній точці. Найменший розмір свідчить про мінімальне місцеве послаблення, а найбільший – про практичну відсутність послаблення. Спосіб малопродуктивний, недостовірний та неточний через суб'єктивність ручного вимірювання. До того ж небезпечний для оператора, через те, що вимірювання, враховуючи значну довжину осердя, виконуються на великій висоті.

У роботах авторів Федоренко Г.М., Бут А.А. та інші описано тензорезисторний метод і пристрій контролю осердя статора турбогенератора в процесі експлуатації, недоліком якого є необхідність внесення конструктивних змін в елементи потужних генераторів, а у представленій роботі засоби прямого визначення стану пресування осердя статора не потребують внесення змін у конструкцію потужних генераторів.

Серед зарубіжних аналогів: Дослідження та аналіз зарубіжних науково-технічних розробок показали, що за даною тематикою ведеться активна робота на провідних світових фірмах, що спеціалізуються на виробництві турбогенераторів: «General Electric» (США), «Alstom» (Франція), АВВ (Швейцарія, Швеція), «Электросила» (Росія), «Siemens AG» (Німеччина). При цьому, інформації про реалізовані засоби контролю та їх застосування при виробництві потужних турбогенераторів у відкритих науково-технічних джерелах майже відсутня.

Найбільш поширеним непрямим способом контролю стану осердя статора є High Flux stator core Test (HFT), що описаний в IEEE Std 62.2-2004. Згідно діючих стандартів, методика HFT вимагає намотування достатньої кількості витків кабелю навколо осердя для створення індукції на рівні 80-100 % від номінального потоку. Недоліком способу є його використання виключно на розібраному генераторі та неможливість достовірного визначення стану

пресування осердя.

У роботі авторів проф. Бекова Х.А., проф. Барило В.В., Голоднової О.С. та Ростика Г.В. "Справочник по ремонту турбогенераторов" для визначення зменшення зусилля використовують щупи, які вводяться між листами пакета сталі. Мірою спресованості є величина заглиблення клиноподібного щупа між окремими листами активної сталі не більше ніж на 4 мм. Використання щупа вимагає значних затрат часу – так, один зубець статора ТГ типу ТГВ-200 має 90 пакетів, а весь статор – 400.

У роботах спеціалістів Koch-Mathian F., Neuillard J.F., Lehuen C. компанії Alstom (США) описано ультразвуковий метод контролю спресованості осердя, в основу якого покладено залежність швидкості поширення звукових коливань упоперек шихтованих пакетів осердя від стану його спресованості. Недоліками методу є складність пристрою, низька продуктивність праці, та неточність, бо результати вимірювання в значній мірі залежать від стану активної сталі – ізоляції, геометричних параметрів листів (товщини пакета, співвідношення площ зубця і вентиляційних розпірок, наявністю шліців у зубцях крайніх пакетів), стану лакофарбового покриття поверхні та її дефектів тощо.

Дослідженнями з розробки засобів прямого контролю ступеню стиснення осердя статора присвячені роботи спеціалістів компанії Siemens AG. Так, наприклад у патенті United States Pat. No.9,016,991 B2 запропоновано спосіб відновлення тиску пресування осердя турбогенератора шляхом автоматичного підтягування кожної гайки черв'ячним редуктором з електроприводом. При цьому здійснюють контроль процесу стабілізації тиску, вимірюючи зусилля в стяжних призмах за допомогою волоконно-оптичних сенсорів на основі решіток Брега, наклеєних на спеціальну конічну шайбу, що встановлюється під стяжними гайками. У патенті United States Pat. 7946023 пропонується для здійснення контролю процесу стабілізації застосовувати диференціальні трансформаторні сенсори лінійних переміщень типу LVDT (linear voltage differential transformer), що вимірюють осьовий зсув натискної плити ТГ. Обидва автоматичні способи стабілізації пресування осердя від компанії Siemens AG дуже складні і дорогі.

Перевагами засобів контролю та діагностування описаних у роботі є їх можливість застосування для оперативного контролю стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів під час їх виготовлення та експлуатації.

Впровадження результатів наукової праці. Розроблені засоби контролю контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів впроваджено:

– в комплекті технічної документації та макетному зразку гібридного волоконно-оптичного комп'ютеризованого вимірювача зусиль у стяжних призмах осердя статора потужного генератора на підприємстві ДП "Завод "Електроважмаш" (м. Харків), що дало змогу підвищити достовірність контролю зусилля у стяжних призмах при експлуатації потужних турбогенераторів типу ТГВ (Акт впровадження, 2018 р.);

– дослідному зразок вимірювальної комірки з ємнісним сенсором тиску під час контролю тиску пресування осердя статора турбогенератора ТГВ-250-2ПТЗ (Акт впровадження 2020);

– як моделі, методи та компоненти оптоелектронної системи діагностування зусиль пресування осердя статора на підприємстві ДП "Завод "Електроважмаш" (м. Харків) для підвищення ефективності контролю тиску пресування осердя статора турбогенератора ТГВ-250-2ПТЗ, завдяки реалізації автоматичного контролю технологічного процесу пресування осердя статора (Акт впровадження, 2019 р.).

Працездатність та ефективність запропонованих у роботі засобів призначених для контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів підтверджена результатами натурних випробувань проведених під час пресування осердя статора турбогенератора ТГВ-250-2ПТЗ на підприємстві ДП "Завод "Електроважмаш" (м. Харків), завдяки реалізації автоматичного контролю технологічного процесу пресування осердя статора (Протокол випробувань, 2019 р.);

Також результати роботи впроваджено у навчальний процес кафедри технології та засобів механізації аграрного виробництва Полтавської державної аграрної академії під час викладання курсів "Конструювання автомобілів та тракторів", "Ремонт машин та обладнання" та "Конструювання та динаміка двигунів внутрішнього згорання" для студентів спеціальностей 133 "Галузеве машинобудування" та 208 "Агроінженерія" (Акт впровадження, 2019 р.).

Обсяги впровадження наукової праці. В роботі представлено результати досліджень, які проводилися у відділі електричних та магнітних вимірювань Інституту електродинаміки Національної академії наук України у період з 2013 по 2021 р. відповідно до планів Держбюджетних науково-дослідних робіт за темами: «Високопродуктивні завадостійкі засоби створення, передачі та цифрової обробки сигналів вимірювальної інформації для систем безперервного моніторингу електроенергетичного устаткування» (шифр «Завадостійкість», затверджена постановою Бюро ВФТПЕ НАН України №12 від 27.09.2011 р., 2012 – 2016 рр., №ДР 0111U009252); «Створення ємнісного вимірювача зусиль у стяжних призмах осердя статора потужного турбогенератора та щитових приладів контролю параметрів електричної енергії» (шифр «Контроль-М», затверджена постановою Бюро ВФТПЕ НАН України пр. №11 від 07.07.2015р., 2016 – 2018 рр., №ДР 0115U004416); «Розробка наукових засад створення нових та удосконалення існуючих методів і засобів вимірювання контрольно-діагностичних параметрів обладнання електростанцій» (шифр «Параметр», затверджена постановою Бюро ВФТПЕ НАН України пр. №11 від 05.07.2016 р., 2017 – 2021 рр., №ДР 0116U007285); «Створення автоматизованих багатоканальних систем контролю в електроенергетиці» (шифр «Торец», затверджена постановою Бюро ВФТПЕ НАН України пр. №10 від 12.06.2018р., 2019 – 2021 рр. №ДР 0119U001215) – при виконанні яких здобувач був виконавець і є відповідальним виконавцем основних розділів. Ці розділи, зокрема, присвячені розробці методів реалізації та створенню засобів для систем контролю та діагностування стану

спресованості по потужних турбо- та гідрогенераторів, а також створенню та реалізації структурних схем комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних каналів оптоелектронних та гібридних систем контролю тиску пресування осердя статора потужного турбогенератора в процесі його складання та експлуатації. На основі проведених досліджень реалізовано лабораторний зразок, до складу якого входять як створені силосприймаючі елементи та і сенсор мікропереміщень, що використовуються в якості первинних вимірювальних перетворювачів.

Результати наукової праці впроваджено на Державному підприємстві «Завод Електроважмаш» (м. Харків, Україна).

Розроблені теоретичні положення та практичні результати отримані під час створення засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів знайшли застосування у навчальному процесі кафедри технології та засобів механізації аграрного виробництва Полтавської державної аграрної академії та кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного Університету.

Економічна ефективність

Наукова праця «Створення засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів», вирішує важливу науково-прикладну задачу з розробки теоретичних засад побудови та впровадження на практиці засобів автоматичного контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів. Засоби запропоновані в роботі направлені на забезпечення безпечного та надійного функціонування потужних турбогенераторів електростанцій, що входять до складу ОЕС України в сучасних умовах відповідно до законодавства України та Енергетичного Співтовариства.

Економічний ефект від проведених досліджень та створених засобів контролю буде забезпечений за рахунок підвищення надійності експлуатації генеруючого обладнання, за рахунок забезпечення достовірності діагностування поточного стану пресування осердя статора потужних генераторів і достовірного прогнозу його залишкового ресурсу.

Таким чином, наукова робота «Створення засобів контролю та діагностування стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів» має високий ступінь актуальності та суттєві науково-практичні результати, які мають велике значення для вирішення науково-прикладної проблеми забезпечення безпечного та надійного функціонування потужного генеруючого енергоустаткування ОЕС України.