

А. С. Левицький¹
Є. О. Зайцев¹
Н. Л. Сорокіна¹

СИЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТИСКУ ПРЕСУВАННЯ ОСЕРДЯ СТАТОРА ПОТУЖНОГО ТУРБОГЕНЕРАТОРА З ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИМ ВИМІРЮВАЧЕМ ЗУСИЛЬ В СТЯЖНИХ ПРИЗМАХ

¹Інститут електродинаміки Національної академії наук України, Київ

Описано переваги і особливості застосування силових акумуляторів (СА) на потужних турбогенераторах (ТГ), в яких для відновлення та стабілізації тиску пресування осердя статора застосовуються блоки тарілчастих пружин. СА встановлюються під стяжні гайки або замість них на різьбових кінцях стяжних призм осердя. Показано, що вимірювання зусиль стяжних призм в СА дає можливість оцінити поточний стан тиску пресування в осерді. Для вимірювання зазначених зусиль запропоновано конструкцію СА з волоконно-оптичним сенсором на основі ґраток Бреґґа. Використання оптичного сенсора, яким є ґратка Бреґґа, забезпечує оперативність вимірювання зусиль в стяжних призмах, і тиску пресування, а також завадостійкість вимірювальних перетворювачів до дії потужних електромагнітних полів під час роботи потужних генераторів. За заданими конструктивними параметрами СА та механічною характеристикою блока тарілчастих пружин розроблено волоконно-оптичний сенсор вимірювання зусиль та визначено його характеристики. Зусилля в призмах вимірюються з використанням діелектричного трубчастого силосприймального елемента і з'єданого з ним шляхом легкого натягу кільцевого вимірювального пружного елемента. Запропоновано структурну схему волоконно-оптичної системи з ґратками Бреґґа для вимірювання зусиль в N стяжних призмах потужного ТГ. Описано методику контролю стану осердя статора ТГ з використанням системи СА з волоконно-оптичного сенсора на основі ґраток Бреґґа. Оброблення результатів вимірювання в стяжних призмах, отриманих з використанням волоконно-оптичного сенсора на основі ґраток Бреґґа, які розміщені в СА, проводиться з використанням інтеррогатора і персонального комп'ютера. Використання пристрою в системі стабілізації дозволяє підвищити достовірність та оперативність контролю фактичного технічного стану осердя, а також з більшою вірогідністю діагностувати його дефекти з подальшим усуненням їх, як під час його експлуатації, так і під час профілактично-ремонтних заходів. Використання розроблених інформаційно-вимірювальних засобів зрештою підвищить надійність ТГ і його довговічність.

Ключові слова: потужний турбогенератор, осердя статора, тиск пресування, зусилля в стяжних призмах, силовий акумулятор, блок тарілчастих пружин, волоконно-оптичний сенсор з ґратками Бреґґа.

Постановка проблеми

Важливим аспектом експлуатації потужних турбогенераторів (ТГ) ТЕС і АЕС є контроль їхнього робочого стану в процесі експлуатації. Це пов'язано з тим, що взаємодія різних робочих і режимних факторів може призвести до ушкодження елементів і вузлів машини унаслідок появи дефектів. Робочий стан ТГ оцінюється багатьма параметрами, серед яких вирішального значення набувають параметри, що характеризують його як механічну систему. Однією з основних механічних властивостей ТГ, яка головним чином визначає експлуатаційну надійність та роботоздатність, є стан спресованості осердя статора, що визначається тиском, прикладеним до листів активної сталі. Початковий стан спресованості осердя задається в процесі виготовлення осердя, а після виготовлення під час транспортування та експлуатації забезпечується за допомогою натискних плит і стяжних призм. З часом внаслідок експлуатаційних навантажень виникає зниження зусиль,

які стискають осердя, що спричиняє повну або часткову втрату працездатності осердя, виникнення небезпечних дефектів статора тощо [1]—[3]. Найчастіше натяг в стяжних призмах і відповідно тиск пресування відновлюють на зупиненій машині, підтягуючи гайки спеціальними ключем з нормованим крутним моментом, що є довготривалим та малопродуктивним процесом. В роботі [4] описано автоматичний метод відновлення тиску пресування із застосуванням поворотних гідроциліндрів, які автоматично підкручують стяжні гайки на призмах, коли тиск знизиться до критичної величини. Іншим автоматичним способом відновлення тиску є застосування електродвигунів з редуктором [5], який в критичний момент підкручує стяжну гайку. Обидва пристрої складні, до того ж потребують застосування спеціальних вимірювальних приладів, що контролюють тиск в осерді і автоматично вмикають крутні механізми.

Одним з простих і перспективних способів, що використовується для стабілізації тиску пресування осердя статора ТГ, є застосування силових акумуляторів (СА) з блоками тарілчастих пружин [2], [3], [6]—[9]. СА встановлюються (нагвинчуються) на різьбові кінці стяжних призм замість гайок, забезпечуючи натяг в призмах. Перед встановленням СА блоки тарілчастих пружин в СА стискаються і фіксуються в стиснутому стані. Після встановлення пружини СА звільняються і передають запас своєї енергії через стяжні призми і натискну плиту активній сталі осердя. На початку, коли зусилля на натискну плиту зі сторони активної сталі відповідають зусиллям від попередньо стиснутих пружин, натискна плита знаходиться в рівновазі і не зміщується. В подальшому, якщо рівновага у разі зношення осердя порушується, тобто коли тиск зі сторони пружинних елементів виявляється вищим тиску пресування осердя, натискна плита зміщується і тим самим підпресовує осердя. Контроль за величиною тиску, який в цьому випадку встановлюється в осерді, можна здійснювати декількома способами. Найпростіше звичайними стандартними вимірювальними інструментами визначити відносне зміщення натискної плити, порівняти результати з попередніми або початковими, і, використовуючи спеціальну механічну модель статора, описану в [3], оцінити тиск. Спосіб можливий до застосування тільки на зупиненій машині і є довготривалим. Також для оцінки тиску в осерді можна використати механічну характеристику блока тарілчастих пружин в СА, тобто залежність зусиль в блоці від ходу (величини переміщення при натисненні). Якщо вимірювати хід блока пружин, то можна оцінити величину натягу в стяжній призмі, отже і тиск в осерді. В роботах [2], [9] описано СА з різними типами ємнісних сенсорів ходу тарілчастих пружин, вбудованих в конструкцію СА. Перевагами такого типу сенсорів є те, що на них не впливають магнітне поле, намагніченість та температура електродів, а від впливу електричних полів сенсор легко захищається електропровідним (металевим) екраном [10]. Але досвід застосування СА свідчить, що масивні корпуси СА в процесі експлуатації нагріваються магнітним полем машини. Тому виникла потреба в створенні нових СА, в яких корпуси після встановлення на статор демонтуються [11]. Такий «безкорпусний» СА розроблено і запатентовано спеціалістами ДП «Захід «Електроважмаш» (зараз АТ «Українські енергетичні машини», м. Харків). Застосовувати сенсори, досліджені і описані в [2], [9], для таких СА не має можливості. Для забезпечення автоматизації визначення тиску в осерді є необхідним створення для цих типів «безкорпусних» СА заводостійких сенсорів спеціальної конструкції. Пропонується для вимірювання ходу блока тарілчастих пружин в СА і відповідно функціонально зв'язаної з ним величини зусилля в стяжній призмі застосувати перспективний волоконно-оптичний метод вимірювання на основі ґраток Бреґга [12]. Окрім заводостійкості під час роботи в потужних електромагнітних полях та значної дистанційності вимірювання (сотні метрів), вони дають можливість сформулювати в одному оптоволокну велику кількість первинних перетворювачів (сенсорів) — ґраток Бреґга.

Метою роботи є розроблення принципів побудови, функціонування та конструкції силового акумулятора стабілізації тиску пресування осердя статора потужного турбогенератора, в якому зусилля в стяжних призмах вимірюються з використанням волоконно-оптичного сенсора на основі ґраток Бреґга.

Основна частина

На рис. 1 показано конструктивну схему запропонованого СА, який підготовлений до встановлення на призмі осердя статора ТГ.

Елементи 7 і 8 виготовлені з однакового пружного діелектричного матеріалу, наприклад, фібергласу. Елемент 8 монтується на елементі 7 з легким натягом, при чому його довжина в осьовому (поздовжньому) напрямку з обох сторін вибрана меншою ніж довжина елемента 7 на 0,5 мм. Матеріал елементів 7 і 8 вибраний з урахуванням вимог якості пружних характеристик: достатньої

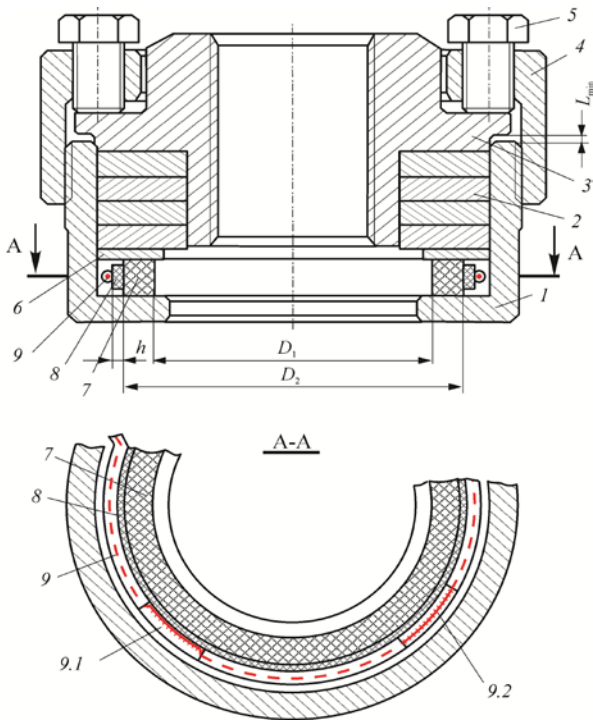


Рис. 1 Конструктивна схема СА: 1 — внутрішній стакан; 2 — тарілчасті пружини; 3 — гайка; 4 — зовнішній стакан (корпус); 5 — відтискні болти; 6 — натискне кільце; 7 — кільцевий пружний фібергласовий силосприймальний елемент; 8 — кільцевий пружний вимірювальний фібергласовий елемент; 9 — оптичне волокно; 9.1 — вимірювальна ґратка Бреґа (ВБГ); 9.2 — термокомпенсаційна ВБГ

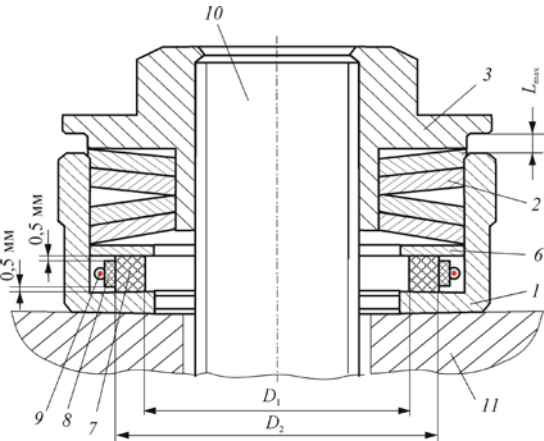


Рис. 2. СА в робочому стані

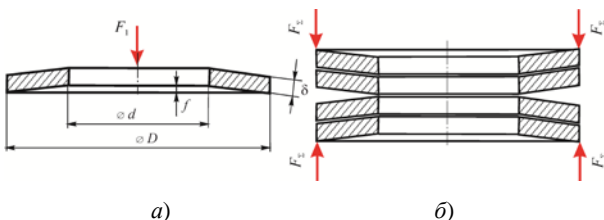


Рис. 3. Дія зусилля стиснення F на тарілчаста пружину та блок тарілчастих пружин

μ й відношення $m = D/d$ зовнішнього діаметра пружини D до внутрішнього діаметра d (визначаються за спеціальною номограмою [14]).

величини і часової стабільності модуля пружності, малого коефіцієнта температурного розширення і достатньої величини допустимої напруги на стиск. ВБГ 9.1 і 9.2 сформовані в оптоволокні 9, причому період Λ в обох ВБГ однаковий. ВБГ 9.1 жорстко з'єднана з елементом 8 за спеціальною технологією наклеювання, а ВБГ 9.2 — ні.

В подальшому зібраний СА за допомогою гайки 3 нагвинчується на різьбовий кінець 10 стяжної призми. При цьому забезпечується натяг в призмі і через натискну плиту 11 створюється номінальний тиск в осерді статора. Потім болти 5 і корпус 4 знімаються, блок пружин 2 звільняється і завдяки своїми пружними властивостями через кільце 6, фібергласовий елемент 7 і зовнішній стакан 1 підтримує натяг в призмах (рис. 2).

В процесі експлуатації осердя зношується (до прикладу, через стирання лакового покриття сегментів під дією вібраційних і температурних деформацій), призводячи до зміщення натискної плити 11, що змінює відстань між стаканом 1 і гайкою 3 на величину $\Delta L_i = L_i - L_{\min}$. На таку ж величину і зміститься зовнішній діаметр блока пружин.

Для визначення зміни під дією зусиль розмірів пружного діелектричного елемента 8 спочатку визначимо зусилля, що створюється в стяжних призмах, коли блок пружин розпрямлюється і підпресовує осердя. Як відомо [13], зусилля стиснення F_1 для одної пружини в залежності від переміщення ΔL_i і зовнішнього діаметра D (рис. 3а) можна визначити за формулою [13]

$$F_1 = \frac{4E\Delta L_i \delta^3}{(1-\mu^2)D^2 A}, \quad (1)$$

а зусилля блока пружин, зібраного в пакет як показано на рис. 3б — за формулою

$$F_{\Sigma} = \frac{8E\Delta L_i \delta^3}{(1-\mu^2)D^2 A}, \quad (2)$$

де F_1 — зусилля стиснення для одної пружини; F_{Σ} — зусилля стиснення для блока пружин; ΔL_i — величина осідання (хід) блока пружини в i -й момент часу; E — модуль пружності матеріалу пружини, 180...250 кН/мм²; μ — коефіцієнт Пуассона матеріалу пружини, 0,28...0,32; δ — товщина пружини; A — безрозмірна величина, що залежать від коефіцієнта Пуассона

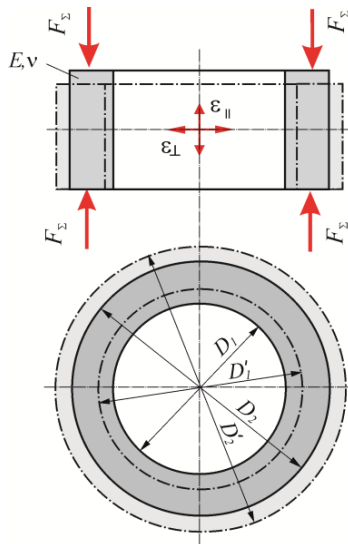


Рис. 4. Пружний трубчатий елемент до D_1^* , а зовнішній — від D_2 до D_2^* (рис. 4). Через те, що довжина елемента 8 менша за довжину елемента 7 на 0,5 мм з обох сторін, зусилля $F_Σ$ на нього не діє. На нього буде діяти тільки поперечне зусилля, спричинене зміною діаметра D_2 елемента 7. Внаслідок цього кільцевий пружний елемент 8 під дією поперечної сили розтягнеться, діаметр розташування скловолокна 9 і ВБГ 9.1 збільшиться і (з урахуванням коефіцієнта Пуасона $\nu_F = 0,29 \dots 0,39$ для фібергласу) становитиме [15], [16]

$$D' = [(D_2 + 2h) + \nu_F \varepsilon_{II} (D_2 + 2h)] = (D_2 + 2h) \left(1 + \nu_F \frac{4F}{\pi(D_2^2 - D_1^2)E_F} \right), \quad (5)$$

де h — товщина кільцевого елемента 8 в радіальному напрямку.

Відносна зміна ε_8 довжини тонкостінного елемента 8 (з яким ВБГ 9.1 жорстко з'єднана) призведе до його деформації, що викличе зміну періоду Λ ВБГ 9.1 на Λ' . Відносна ε_8 дорівнюватиме

$$\varepsilon_8 = \frac{2\pi D' - 2\pi(D_2 + 2h)}{2\pi(D_2 + 2h)} = \left[\frac{D'}{(D_2 + 2h)} - 1 \right] = \left[\frac{(D_2 + 2h) \left(1 + \nu_F \frac{4F}{\pi(D_2^2 - D_1^2)E_F} \right)}{(D_2 + 2h)} - 1 \right] = \nu_F \frac{4F}{\pi(D_2^2 - D_1^2)E_F}. \quad (6)$$

Зміна періоду Λ ВБГ 9.1 при цьому становитиме

$$\Lambda' = \Lambda \varepsilon_8 = \Lambda \cdot \nu_F \frac{4F}{\pi(D_2^2 - D_1^2)E_F}. \quad (7)$$

Ця властивість вимірювання ВБГ обумовлена тим, що ВБГ є ділянкою оптичного волокна [17], в серцевині якого сформовано багатопшарове селектувальне дзеркало (рис. 5). Іншими словами, волоконна бреггівська решітка (ВБГ) — це розподілений бреггівський відбивач (різновид дифракційної решітки), здатний відображати довжини хвиль світла з дуже вузькою спектральною смугою з центром на довжині хвилі бреггівської решітки і пропускати всі інші.

Коефіцієнт відображення ВБГ залежить від глибини модуляції показника заломлення, а центральна довжина хвилі відображення визначається умовою Брега [12], [13]

$$\lambda_{Bragg} = 2n_{eff} \Lambda, \quad (8)$$

де λ_{Bragg} — довжина хвилі бреггівського резонансу, n_{eff} — ефективний показник заломлення серцевини волокна для центральної довжини хвилі, Λ — період бреггівської решітки.

Тобто з урахуванням (8) та (7) маємо, що зміна періоду зумовлює зміну бреггівської довжини хвилі (рис. 6).

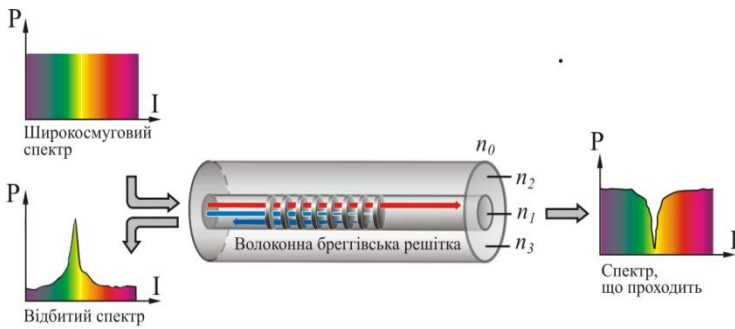


Рис. 5. Волоконна брегівська решітка

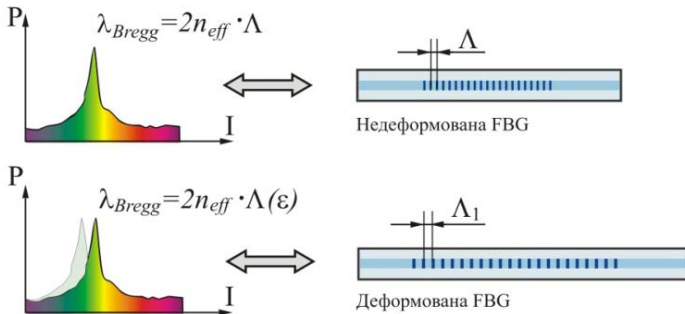


Рис. 6. Схема зміни брегівської довжини

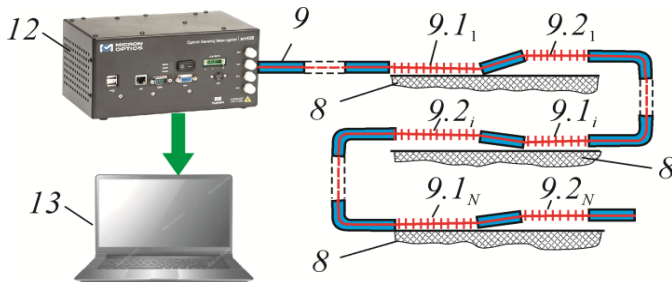


Рис. 7. Структурна схема системи вимірювання з просторово-розподіленими ВБГ: 8 — чутливий вимірювальний фібергласовий елемент; 9 — оптичне волокно; 9.1 — вимірювальна ВБГ ($9.1_1 \dots 9.1_i \dots 9.1_N$); 9.2 — термокомпенсаційна ВБГ ($9.2_1 \dots 9.2_i \dots 9.2_N$); 12 — інтерrogатор; 13 — персональний комп'ютер

Інтерrogатор є пристроєм, який за допомогою змінного в оптичному діапазоні когерентного, монохроматичного джерела випромінювання (лазера) опитує сенсори ВБГ [19]. Пристрій випромінює когерентне світло і циклічно переміщає центральну довжину хвилі в межах деякого діапазону. Якщо довжина хвилі випромінювання збігається з довжиною хвилі ВБГ, у відбитому випромінюванні спостерігається оптична інтерференція, яку реєструє фотоприймальний пристрій інтерrogатора. Іншими словами, пристрій нібито «обмацує» деякий спектральний діапазон і відзначає довжини хвиль, на яких спостерігаються відображення. Дані, отримані в інтерrogаторі 12, передаються в персональний комп'ютер, де реєструються, оброблюються та відображаються в зрозумілій оператору формі на моніторі.

Висновки

1. Розроблений силовий акумулятор з волоконно-оптичним сенсором вимірювання зусиль в стяжних призмах осердя статора потужного турбогенератора дає змогу одночасно зі стабілізацією тиску пресування проводити контроль цього тиску.
2. Запропоновано волоконно-оптичний сенсор зусиль, який завдяки стійкості до впливу магнітного поля може бути використаний на турбогенераторі, що працює.
3. Результати цієї роботи дають змогу створювати системи стабілізації тиску пресування осердя

З урахуванням того, що потужні ТГ призначені для експлуатації в широкому діапазоні температур, а саме осердя під час роботи може нагріватися більше 80°C необхідно забезпечити врахування впливу зміни температури на значення ВБГ 9.1. Для цього призначена ВБГ 9.2. Період Λ ВБГ 9.2, за допомогою якої виконується температурна корекція, з прикладанням напруги ϵ не зміниться, оскільки вона не закріплена жорстко на елементі 7.

Чутливі елементи ВБГ 9.1 і ВБГ 9.2 є повністю пасивними, що означає можливість використання їх в зоні підвищеної вибухонебезпечності (наприклад в водневому середовищі), агресивності, сильних магнітних полів тощо. На одному оптичному волокну може бути встановлено безліч брегівських ґраток, кожна з яких дає відгук на власній довжині хвилі. Основною метою системи реєстрації (рис. 7) є перетворення зміни довжини хвилі в зміну параметрів електричного сигналу [17], [18]. При цьому використання довжини хвилі світла як інформаційного параметра робить сенсор нечутливим до довготривалих дрейфів параметрів джерела живлення і приймача випромінювання, а також випадкових загасань оптичної потужності у волокну.

На рис. 7 показано узагальнену структурну схему системи вимірювання натягу в $1 \leq N_i \leq N$ стяжних призмах осердя статора потужного ТГ.

статора з силовими акумуляторами з використанням волоконно-оптичної системи контролю зусиль в кожній стяжній призмі.

Робота виконана за держбюджетною темою «Створення спеціалізованих інформаційно-вимірвальних засобів для просторово-розподілених систем контролю в електроенергетиці» Шифр «Торець-2»). Державний реєстраційний номер 0122U000051.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] K. Engvall, and G. Csaba, "Nordic nuclear power generator stator vibration," Stockholm, Sweden: Energiforsk, 2019.
- [2] А. С. Левицький, Є. О. Зайцев, К. О. Кобзар, і В. О. Тітко, *Методи та засоби контролю стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів*, Київ, Україна: Наукова думка, 2023. <https://doi.org/10.15407/978-966-00-1846-4>.
- [3] Ю. В. Зозулін, та ін., *Створення нових типів та модернізація діючих турбогенераторів для теплових електричних станцій*. Харків, Україна: ПФ «Колегіум», 2011.
- [4] J. A. Cook, and D. T. Allen, "Method and apparatus for measuring compressionstator core," *U.S. Patent 7,946,023 B2*, 24.05.11.
- [5] M. Twerdochlib, D. Edward, and E. V. Diatzikis, "Bolt tightener device for tightening a through-bolt in a generator core," *U.S. Patent 9,016,991 B2*, 28.04.2015.
- [6] T. Paspalovski, and V. Jovanovska, "Partial replacement of the active steel on the turbogenerator end zone," *Termotekhnika*, vol. 41(1), pp. 1-7, 2015. <https://doi.org/10.5937/termoteh1501001P>.
- [7] T. Paspalovski, N. Mojsoska, N. Jovanovski, V. Jovanovska, and Z. V. Sovreski, "Replacement (reconstruction) of the active steel end zone of the turbogenerator," in *1-st Global. Conference Proceedings*, 2013, pp. 659-663. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2948.3047>.
- [8] V. Jovanovska, and M. Arapcheska, "Increasing the power of the turbogenerator in the process of modernization in the mining and energy industry," *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, vol. 2(2), pp. 162-166, 2015.
- [9] А. С. Левицький, «Контроль зусиль у стяжних призмах осердя статора потужних генераторів з використанням ємнісних сенсорів,» *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, вип. 53, с. 80-89, 2019. <https://doi.org/10.15407/publishing2019.53.080>.
- [10] L. K. Baxter, *Capacitive Sensors: Design and Applications*, New York: IEEE Press, 1997.
- [11] В. Ф. Пенської, А. Ю. Жуков, О. М. Мінко, і К.О. Кобзар, «Статор електричної машини,» *Патент України на корисну модель № 66717, МПК H02K 1/16*, 10.01.2012.
- [12] W. Jin, T. K. Y. Lee, S. L. Ho, H. L. Ho, K. T. Lau, L. M. Zhou, and Y. Zhou, "Structural strain and temperature measurements using fiber bragg grating sensors," in *Guided wave optical components and devices: basics, technology, and applications*, Academic Press, pp. 389-400, 2006. <https://doi.org/10.1016/B978-012088481-0/50026-7>.
- [13] А. С. Левицький, Є. О. Зайцев, і Н. Л. Сорокіна, «Розрахунок блока тарілчастих пружин у силовому акумуляторі стабілізації тиску пресування осердя статора потужного турбогенератора,» *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, вип. 64, с. 81-86, 2023. <https://doi.org/10.15407/publishing2023.64.081>.
- [14] Н. С. Ачеркана, *Детали машин. Расчет и конструирование*. М.: Машиностроение, 1968.
- [15] *Guide to the measurement of force*. London: The institute of measurement and control, 2013.
- [16] Э. Бауман, *Измерение сил электрическими методами*, М.: Мир, 1978.
- [17] А. С. Левицький, Є. О. Зайцев, і М. В. Панчик, «Виявлення дефектів складання осердя статора потужного турбогенератора,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 3, с. 47-53, 2021. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-156-3-47-53>.
- [18] I. Zaitsev, A. Levytskyi, M. Panchik, and V. Bereznychenko, "Fiber Bragg grating-based monitoring system for large generator core clamping fault diagnosis," in *modern electrical and energy system (MEES-2021). Conference Proceedings*, 2021, pp. 1-4. <https://doi.org/10.1109/MEES52427.2021.9598630>.
- [19] M. Kreuzer, *Strain Measurement with fiber bragg grating sensors*, 9 p. [Electronic resource]. Available: http://micronoptics.com/uploads/library/documents/FBGS_StrainMeasurement_mo.pdf.

Рекомендована кафедрою опору матеріалів теоретичної механіки та інженерної графіки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 2.08.2023

Левицький Анатолій Станіславович — д-р техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу теоретичної електротехніки та діагностики електротехнічного обладнання, e-mail: levitskiyanatoliymail@gmail.com ;

Зайцев Євген Олександрович — д-р техн. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу теоретичної електротехніки та діагностики електротехнічного обладнання, e-mail: zaitsev@i.ua ;

Сорокіна Наталія Леонідівна — провідний інженер відділу теоретичної електротехніки та діагностики електротехнічного обладнання.

Інституту електродинаміки НАН України, Київ

A. S. Levytskyi¹
Ye. O. Zaitsev¹
N. L. Sorokina¹

Power Accumulator for Stabilizing the Pressing Pressure of Powerful Turbogenerator Stator Core with a Fiber-Optic Force Meter in the Clamping Prisms

¹Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The paper describes the advantages and features of using power accumulators (PA) for powerful turbogenerators (TG), in which plate spring blocks used to restore and stabilize the compression pressure of the stator core. Groups of PA installed under the clamping nuts or instead of them on the threaded ends of the clamping prisms of the core. Measuring the forces at clamping prisms by PA makes it possible to estimate the current state of the compression pressure in the core. To measure forces at clamping prisms use PA with a fiber optic sensor based on Bragg gratings proposed. The use of an optical sensor, which is a Bragg grating, ensures the efficiency of measuring forces in the clamping prism and compression pressure. Moreover, proposed measuring transducers have immunity to influence of powerful electromagnetic fields, which occur during the operation of powerful generators. According to the given design parameters of the PA and the mechanical characteristics of the plate spring block, a fiber optic force measurement sensor was developed and its characteristics were determined. The forces in the prisms measured using a dielectric tubular force-receiving element and a ring measuring elastic element connected to it by light tension. A structural diagram of a fiber-optic system with Bragg gratings for measuring forces in N clamping prisms of a powerful TG is proposed. The method of monitoring the state of the TG stator core using the PA system with a fiber-optic sensor based on Bragg gratings described. The processing of the measurement results in the clamping prisms are measured using a fiber-optic sensor based on Bragg gratings placed in the PA is carried out using an interrogator and a personal computer. The use of the device in the stabilization system makes it possible to increase the reliability and efficiency of monitoring the actual technical condition of the heart, as well as more likely to diagnose its defects with their subsequent elimination, both during its operation and during preventive and repair measures. The use of developed information and measurement tools will ultimately increase the reliability of TG and its durability.

Keywords: powerful turbogenerator, stator cores, compression pressure, forces in the clamping prisms, power accumulator, block of plate springs, fiber optic sensor with Bragg gratings.

Levytskyi Anatoliï S. — Dr. Sc. (Eng.), Senior Researcher, Leading Scientist of the Department of Theoretical Electrical Engineering and Diagnostics of Electrical Equipment, e-mail: levitskiyanatoliymail@gmail.com ;

Zaitsev Yevhen O. — Dr. Sc. (Eng.), Senior Researcher, Head of the Department of Theoretical Electrical Engineering and Diagnostics of Electrical Equipment, e-mail: zaitsev@i.ua ;

Sorokina Natalia L. — Senior Engineer of the Department of Theoretical Electrical Engineering and Diagnostics of Electrical Equipment