

ВИМІРЮВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

УДК : 621.317.39; 621.317.3

DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.66.144>

ВИМІРЮВАННЯ ЗУСИЛЬ В СТЯГУВАЛЬНИХ ПРИЗМАХ ОСЕРДЯ СТАТОРА ПОТУЖНОГО ТУРБОГЕНЕРАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ПРО ХІД БЛОКУ ТАРИЛЧАСТИХ ПРУЖИН В СИЛОВИХ АКУМУЛЯТОРАХ

А.С. Левицький^{1*}, докт. техн. наук, Є.О. Зайцев^{1**}, докт. техн. наук, К.О. Кобзар², канд. техн. наук, Н.Л. Сорокіна¹

1 – Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Берестейський, 56, Київ, 03057, Україна

2 – АТ "Українські енергетичні машини",
пр. Героїв Харкова, 199, м. Харків, 61037, Україна

e-mail: levitskiyanatoliymail@gmail.com, zaitsev@i.ua, sorokina-nl@ukr.net, kk7@ukr.net

Описано переваги й особливості застосування силових акумуляторів (СА) з блоками тарілчастих пружин для відновлення та стабілізації тиску пресування осердя статора потужного турбогенератора (ТГ), які встановлюються під стягуючі гайки або замість них на різьбових кінцях стягуючих призм осердя. Показано, що вимірювання ходу тарілчастих пружин в СА дає можливість оцінити поточний стан тиску пресування. Обґрунтовано застосування ємнісного сенсора лінійних переміщень, розміщеного за межами СА, для контролю ходу блока пружин в безкорпусному СА. За заданими конструктивними параметрами безкорпусного СА та величиною максимального ходу тарілчастих пружин в ньому розроблено ємнісний сенсор та визначено його характеристики. Описано методику контролю стану осердя статора ТГ з використанням системи СА з ємнісними сенсорами на кожному СА та методику контролю з почерговим використанням одного вимірювача ходу тарілчастих пружин. Бібл. 14, рис. 6.

Ключові слова: потужний турбогенератор, осердя статора, тиск пресування, зусилля в стягувальних призмах, силовий акумулятор, хід блоку тарілчастих пружин, ємнісний сенсор.

Постановка проблеми. Висока надійність роботи турбогенераторів (ТГ) є однією з умов, яка забезпечує безперервне вироблення електроенергії на електричних станціях. Зміна технічного стану генератора під час експлуатації зумовлена взаємодією різних робочих і режимних факторів, що зі свого боку може призвести до ушкодження його елементів і вузлів унаслідок появи дефектів. У статорі потужного ТГ одним із основних вузлів є осердя, а його головна властивість – наданий йому під час виготовлення стан пружного стиснення, яке забезпечується завдяки стягувальним призмам і натискним плитам. Із часом, унаслідок експлуатаційних навантажень, виникає зниження зусиль у призмах і зменшення величини стиснення, що є потенційною причиною небезпечних ушкоджень осердя: місцеве замикання листів, нагрівання пакетів, розпушування зубців крайніх пакетів, викришування фрагментів листів активної сталі тощо [1–3].

Найчастіше натяг у стягувальних призмах і відповідно тиск пресування відновлюють, підтягуючи гайки спеціальними ключем з нормованим крутним моментом. Підтягування починають з того боку машини, де було виявлене ослаблення. Водночас звичайними вимірювальними інструментами контролюють величину осьового зазору між натискною плитою та елементами корпусу статора. Але для цього потрібно зупиняти машину – це трудомісткий та довготривалий процес [3]. Пристроями, які можуть бути використані задля забезпечення відновлення тиску пресування, є автоматичні пристрої, в яких підкручування гайок здійснюється автоматично з використанням моментних гідроциліндрів [4], або електродвигунів з



черв'ячним редуктором [5]. Обидва автоматичні пристрої відновлення нормованих зусиль в призмах є складними й витратними.

Одним із простих і перспективних способів, що використовується для стабілізації тиску пресування осердя статора ТГ, є застосування силових акумуляторів (СА) із блоками тарілчастих пружин [1–3, 6–9]. У СА, які встановлюються на різьбові кінці стягуваних призм замість гайок (або разом з ними), застосовуються блоки тарілчастих пружин, які перед встановленням стискаються і фіксуються в стиснутому стані. Після встановлення пружини СА звільняються і передають запас своєї енергії через натискну плиту активній сталі осердя. На початку, коли зусилля на натискну плиту зі сторо-

ни активної сталі відповідають зусиллям від попередньо стиснутих пружин, натискна плита знаходиться в рівновазі і не зміщується. Надалі, якщо рівновага порушується, тобто коли тиск зі сторони пружинних елементів виявляється вищим тиску пресування осердя, натискна плита зміщується і в такий спосіб підпресовує осердя. За зміщенням натискної плити на підставі спеціально розробленої моделі статора можна оцінювати стан спресованості осердя. У такому разі виникає необхідність у вимірюванні зміщення натискної плити [1]. Традиційно такий контроль здійснюють за допомогою стандартних вимірювальних інструментів. Ураховуючи те, що на ТГ зазвичай можуть бути встановлені десятки СА, процес вимірювання є довготривалим. Через це існує потреба в автоматизованих або автоматичних засобах безпосереднього або непрямого вимірювання зміщення плити. Так, непряме вимірювання зміщення натискної плити можна здійснити, вимірюючи хід тарілчастих пружин у СА. В Інституті електродинаміки НАН України було розроблено та запатентовано вимірювачі ходу пружин у силових акумуляторах, в яких застосовуються ємнісні сенсори з різноманітною геометрією електродів сенсора [2,3]. Сенсори вбудовувались в корпус СА. Перевагами такого типу пристроїв є те, що на них не впливають магнітне поле, намагніченість та температура електродів, а від впливу електричних полів сенсор легко захищається електропровідним (металевим) екраном [9,11]. Але досвід застосування СА засвідчив, що масивні корпуси СА в процесі експлуатації нагріваються магнітним полем машини, що потребує створення нових СА, в яких корпуси після встановлення на статор демонтуються [12]. Такий СА був розроблений і запатентований спеціалістами ДП "Завод "Електроважмаш" (зараз АТ "Українські енергетичні машини", м. Харків). Це зумовило необхідність створення для такого СА спеціального заводостійкого сенсора ходу тарілчастих пружин, а також методики його застосування.

Метою цієї статті є створення заводостійкого ємнісного сенсора ходу блоку тарілчастих пружин в СА і розроблення методики вимірювання зазначеного ходу для системи СА, встановлених на осердя статора потужного ТГ.

Основна частина. На рис. 1 показано конструкцію і схему встановлення на різьбовій частині стягувальної призми СА, запропонованого в [12], де 1 – внутрішній стакан; 2 – тарілчасті пружини; 3 – гайка; 4 – зовнішній стакан (корпус); 5 – відтискні болти; 6 – різьбовий кінець стягувальної призми осердя статора ТГ; 7 – натискна плита осердя статора ТГ. Рис. 1 а ілюструє СА в початковому, зібраному стані, коли з використанням стакану 1, корпусу 4, гайки 3 і болтів 5 блок пружин 2 стиснений і закріплений. Надалі зібраний СА за допомогою гайки 3 накручується на різьбовий кінець 6 стягувальної призми, забезпечує натяг у призмі й через натискну плиту 7 створює номінальний тиск в осердя статора. Потім болти 5 і корпус 4 знімаються, блок пружин 2 звільняється і своїми пружинними властивостями забезпечує натяг у призмах. У процесі експлуатації натискна плита 7 зміщується, змінюючи відстань між стаканом 1 і гайкою 3 на величину $\Delta L = L_{\max} - L_{\min}$. На таку ж величину зміститься й зовнішній діаметр блоку пружин.

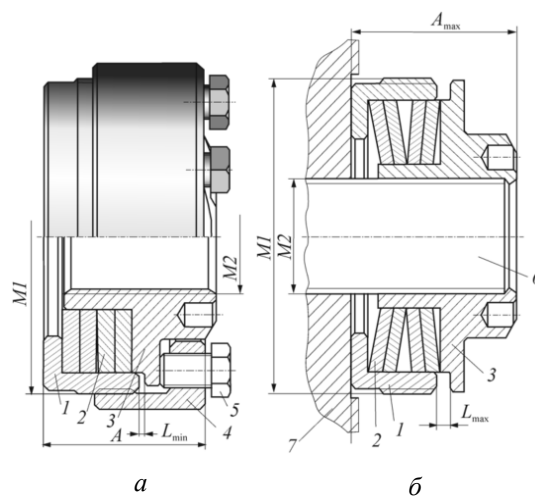


Рис. 1

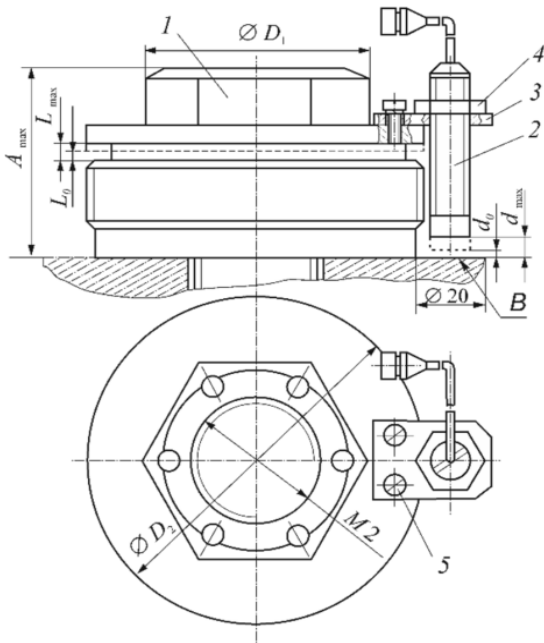


Рис. 2

На рис. 3 показано: 1 – корпус сенсора; 2 – рознімач; 3 – з'єднувальний кабель.

Сенсор встановлюється на СА з початковим зазором $d_0 = 1$ мм після зняття болтів 5 і

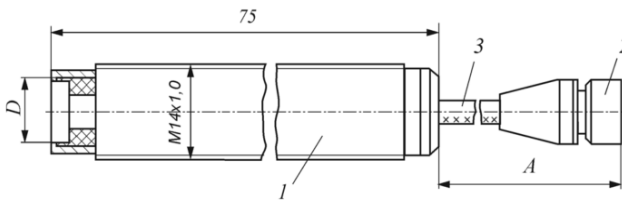


Рис. 3

Для вимірювання ходу блоку пружин пропонується використати ємнісний сенсор лінійних переміщень, виконаний як окремий вузол, розміщений за межами СА, але закріплений до гайки останнього (поз. 3, рис. 1). Схема встановлення сенсора на СА показана на рис. 2, де: 1 – СА; 2 – ємнісний сенсор; 3 – кронштейн для кріплення сенсора на СА; 4 – гайка для встановлення початкового положення сенсора на СА; 5 – кріпильні гвинти. Для встановлення гвинтів 5 у гайці СА необхідно передбачити два отвори з різьбленням.

Конструкція сенсора, загальний вид якого показано на рис. 3, створена на базі ємнісного сенсора із плоско паралельним конденсатором як чутливим елементом. У цьому разі величина зміни зазору плоско паралельного конденсатора розраховується з урахуванням величини максимального ходу тарілчастих пружин та конструктивних розмірів елементів СА, як це показано в [12, 13].

Зауважимо, що перед встановленням сенсора поверхню B (рис. 2) натискної плити, відносно якої вимірюється переміщення, необхідно очистити від забруднень. За такої схеми встановлення сенсора хід тарілчастих пружин в деякий i -й момент буде дорівнювати зміні зазора в сенсорі $\Delta d = d_i - d_0$. Виміривши ємності в ці моменти

і враховуючи те, що $d_i = \frac{1}{C_i}$, визначаємо, що хід тарілчастих пружин в СА в i -й момент

$$\text{складатиме } \Delta L_i = d_i - d_0 = \frac{1}{C_i} - \frac{1}{C_0} .$$

Застосувавши [12], де наведено результати досліджень із розрахунку механічних характеристик блоку тарілчастих пружин, встановлюємо величину зусиль у кожній стягувальній призмі.

Можливі до застосування два варіанти вимірювання ходу блоку пружин в кожному СА з використанням запропонованого сенсора.

Якщо необхідно провести дослідження процесів зміни стану спресованості осердя, то сенсори $C_1 \dots C_i \dots C_N$ необхідно встановлювати або на кожному СА, або частині СА, рівномірно розміщених колом (рис. 4).

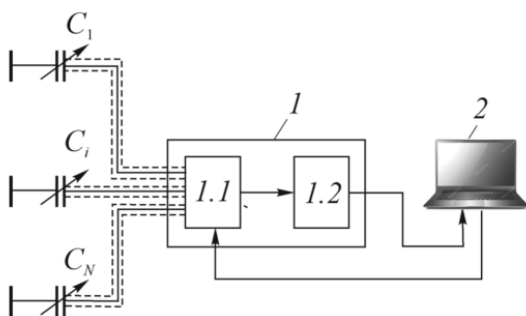


Рис. 4

Кожен сенсор з'єднується з електронним блоком 1, до складу якого входить компаратор 1.1 і вторинний вимірювальний перетворювач 1.2. Результати вимірювань заносяться в персональний комп'ютер 3, де обробляються з використанням відповідної програми.

Більш простим і відповідно менш витратним є спосіб вимірювання ходу пружин з використанням одного сенсора, одного вторинного вимірювального

Більш простим і відповідно менш витратним є спосіб вимірювання ходу пружин з використанням одного сенсора, одного вторинного вимірювального

перетворювача (ВВП) і персонального комп'ютера. Методика вимірювань у цьому разі буде такою.

1. Сенсор з використанням кронштейну 3, гайки 4 і гвинтів 5 (рис. 2) встановлюємо на СА 1-ї стягувальної призми з початковим зазором $d_{01} = 1$ мм.

Взаємне розміщення сенсора 2, кронштейна 3 та гайки 4 жорстко фіксуємо. Використовуючи ВВП 1, вимірюємо ємність C_{01} і заносимо її значення в пам'ять ПК 2 (рис. 5). Зазначимо, що в такому випадку сенсор може бути разом з ВВП в одному корпусі.

2. Далі вузол з сенсором 2, кронштейном 3 та гайкою 4 почергово встановлюємо на кожному наступному СА. Вимірюємо і заносимо в пам'ять ПК 2 значення ємностей $C_{02} \dots C_{0i} \dots C_{0N}$. Водночас необхідно враховувати, що початкові зазори в сенсорах $d_{02} \dots d_{0i} \dots d_{0N}$ унаслідок розкиду конструктивних розмірів СА можуть відрізнятися від d_{01} і між собою.

3. Знімаємо вузол з сенсором 2, кронштейном 3 та гайкою 4, у зібраному вигляді окремо зберігаємо.

4. Для проведення контрольної операції і необхідності вимірювання ходу тарілчастих пружин вузол із сенсором 2, кронштейном 3 і гайкою 4 із використанням кріпильних гвинтів 5 почергово встановлюємо на кожному СА від 1-го до N -го. Вимірюємо ємності $C_{01j} \dots C_{0ij} \dots C_{0Nj}$ і розраховуємо зазори d_j в j -му положенні сенсора на i -му СА.

5. Визначаємо хід блоку пружин у кожному i -му СА як $\Delta L_i = \Delta d_i = d_{ij} - d_{0j}$.

6. Визначаємо зміну зусиль у кожній i -й стягувальній призмі ТГ.

Діаграма вимірюного ходу блоку тарілчастих пружин у кожному СА показана на рис. 6.

На діаграмі лінія A ілюструє початковий зазор в ємнісному сенсорі на кожному i -му СА, а лінія B – зазор у сенсорі на момент контролю. Відстань між лінією A і лінією B для кожної стягувальної призми є хід пружин у встановленому на ній СА.

Висновки. 1. Встановлення додаткового ємнісного вимірювача ходу тарілчастих пружин розширює функціональні можливості силових акумуляторів стабілізації тиску пресування осердя статора потужних турбогенераторів шляхом вимірювання зусиль у стягувальних призмах і завдяки цьому визначення поточного значення тиску пресування осердя.

2. Запропонований ємнісний сенсор ходу тарілчастих пружин в СА завдяки стійкості до впливу магнітного поля може біти використаний на машині, яка працює.

3. Результати цієї роботи дають змогу створювати вимірювачі ходу тарілчастих пружин для будь-яких типів безкорпусних СА.

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

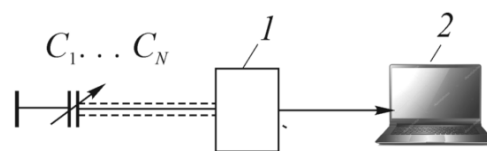


Рис. 5

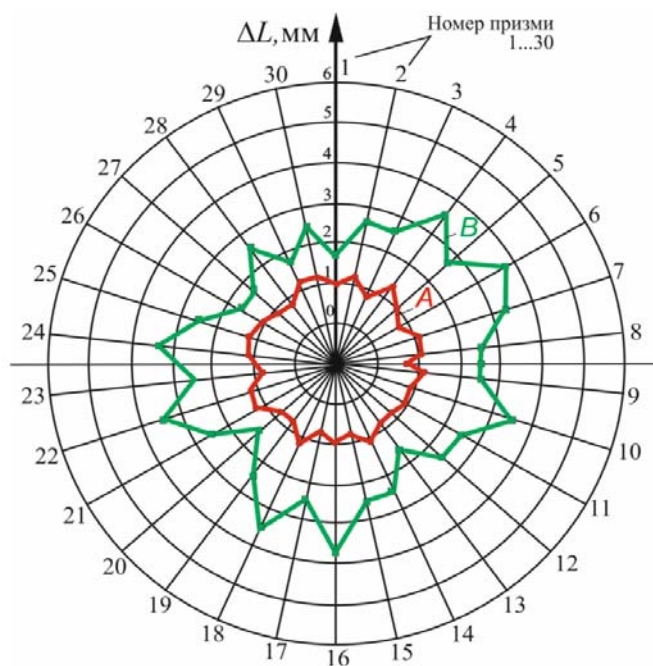


Рис. 6

1. Зозулін Ю.В., Антонов О.Є., Бичік В.М. та ін. Створення нових типів та модернізація діючих турбогенераторів для теплових електричних станцій. Харків: ПФ «Колегіум», 2011. 228 с.
2. Левицький А.С., Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою емісійних вимірювачів параметрів механічних дефектів. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. 242 с.
3. Левицький А.С., Зайцев Є.О., Кобзар К.О., Тітко В.О. Методи та засоби контролю стану спресованості осердя статора потужних турбогенераторів. Київ, Наукова думка НАН України. 2023. 140 с. DOI: <https://doi.org/10.15407/978-966-00-1846-4>
4. Pat. 7.946,023 B2 United States. Int. Cl. H02K 15/06, H0 IF 3/04, G01R 31/28. Method and apparatus for measuring compression stator core./ James Allan Cook, David T. Allen; Siemens Energy, Inc. – 11/285,834; declared 22.11.05; publ. 24.05.11.
5. United States Patent No.9,016,991 B2. Int. Cl. F16B 31/02, H02 K1/16, H02 K11/00, 3P 19/06, G01L 1/24, G01L 5/24, G01 D 5/353. Bolt tightener device for tightening a through-bolt in a generator core / Twerdochlib Michael (US), Edward David (US), Diatzikis Evangelos V. (US); Assignee Siemens Energy, Inc. (Orlando, FL, US) – Appl. No. 13/863,473; Date of Patent Apr. 28, 2015.
6. Paspalovski T., Jovanovska V. Partial Replacement of the Active Steel on the Turbogenerator End Zone. *Termotehnika*. 2015. XLI, 1. Pp. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.5937/termoteh1501001P>
7. Paspalovski T., Mojsoska N., Jovanovski N., Jovanovska V., Sovreski Z. V. Replacement(reconstruction) of the active steel end zone of the turbogenerator. *Proceeding 1-st Global Conference*, April 8–12, 2013. Pp. 659–663. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2948.3047>
8. Jovanovska V., Arapcheska M. Increasing the Power of the Turbogenerator in the Process Of Modernization in the Mining and Energy Industry. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2015. Vol. 2. Iss. 2. Pp. 162–166. URL: https://www.researchgate.net/publication/283714955_Increasing_the_Power_of_the_Turbogenerator_in_the_Process_Of_Modernization_in_the_Mining_and_Energy_Industry.
9. Левицький А.С., Зайцев Є.О., Сорокіна Н.Л. Розрахунок блоку тарілчастих пружин у силовому акумуляторі стабілізації тиску пресування осердя статора потужного турбогенератора. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*. 2023. Вип. 64. С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.64.081>
10. Mamishev A.V., Sundara-Rajan K., Yang F., Du Y., Zahn M. Interdigital Sensors and Transducers. *Proceeding of the IEEE*. 2004. Vol. 92, No. 5. Pp. 808–845. doi: 10.1109/JPROC.2004.826603.
11. Yong, Y., Jiahao D., Sanmin S., Zhuo H., Yuting L. Novel Method for Proximity Detection of Moving Targets Using a Large-Scale Planar Capacitive Sensor System. *Sensors (Basel)*. 2016. #16(5):699. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16050699>
12. Патент України на корисну модель № 66717, МПК H02K 1/16. Статор електричної машини / Пенской В.Ф., Жуков А. Ю., Мінко О.М., Кобзар К. О. ; заявник і патентовласник Державне підприємство завод "Електроважмаш". – № у 201109022; заявл. 19.07.2011, опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
13. Baxter L.K. Capacitive Sensors: design and applications. New York: IEEE Press, 1997. 320 p. URL: <https://dokumen.tips/documents/capacitive-sensors-design-and-applications.html?page=11>
14. Zaitsev Ie.O., Levytskyi A.S., Novik A.I., Bereznychenko V.O., Smyrnova A.M. Research of a capacitive distance sensor to grounded surface. *Telecommunications and Radio Engineering*, 78(2):5-18 (2019) Pp. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v78.i2.80>

MEASUREMENT OF EFFORT IN THE STATOR CORE TIGHTENING PRISMS OF POWERFUL TURBOGENERATOR USING DATA ON THE MOVEMENT OF THE COMPRESSION DISC SPRING BLOCK IN PRESSURE ACCUMULATOR

A.S. Levitskyi¹, Ie.O. Zaitsev¹, K.O. Kobzar², N.L. Sorokina¹

1 – Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Beresteyskiy ave., 56, Kyiv, 03680, Ukraine

2 – JSC Ukrainian Energy Machines, Heroiv Kharkiv ave., 199, Kharkiv, 61037, Ukraine

e-mail: levitskiyanatoliymail@gmail.com, zaitsev@i.ua, sorokina-nl@ukr.net, kk7@ukr.net

The advantages and features of the use of pressure accumulators (CA) with blocks of conic springs for restoring and stabilizing the pressing pressure of the stator core of a powerful turbogenerator (TG), which are installed under the tightening nuts or instead of them on the threaded ends of the tightening prisms of the core, are described. It is shown that the measurement of the displacement of the compression disc spring in the CA makes it possible to estimate the current state of the pressing pressure. The use of a capacitive sensor of linear displacements, placed outside the CA, to control the movement of the spring block in the caseless CA is substantiated. According to the specified design parameters of the caseless CA and the value of the maximum stroke of the plate springs in it, a capacitive sensor with its specified characteristics was developed. The method of monitoring the state of the TG stator core using the CA system with capacitive sensors on each CA and the control method with the alternate use of one disk spring travel meter are described. Ref. 14, fig. 6.

Key words: powerful turbogenerator, stator core, pressure, forces in the tightening prisms, power accumulator, displacement of block compression disc spring, capacitive sensor.

1. Zozulin Yu.V., Antonov O.Ie., Borychevskiy A.M., Bychik V.M., Kobzar K.O., Livshyts O.L., Rakogon V.G., Rogovyi I.Kh., Khaimovitch L.L., Cherednyk V.I. Creation of new types and modernization of existing turbine generators for thermal power stations. Kharkiv: Kolegium. 2011. 242 p. (Ukr)
2. Levitsky A.S., Fedorenko H.M., Gruboy O.P. Control of the state of powerful hydro- and turbogenerators with the help of capacitive meters of parameters of mechanical defects. Kyiv: Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2011. 242 p. (Ukr)
3. Levitskyi A., Zaitsev I., Kobzar K., Titko V. Methods and means of state control of compression of stator core powerful turbogenerators. Kyiv: Naukova Dumka, 2023. 140 p. (Ukr) DOI: <https://doi.org/10.15407/978-966-00-1846-4>
4. Pat. 7.946,023 B2 United States. Int. Cl. H02K 15/06, H01F 3/04, G01R 31/28. Method and apparatus for measuring compression stator core / James Allan Cook, David T. Allen; Siemens Energy, Inc. 11/285,834; declared 22.11.05; publ. 24.05.11.
5. United States Patent No.9,016,991 B2. Int. Cl. F16B 31/02, H02 K1/16, H02 K11/00, 3P 19/06, G01L 1/24, G01L 5/24, G01 D 5/353. Bolt tightener device for tightening a through-bolt in a generator core / Twerdochlib Michael (US), Edward David (US), Diatzikis Evangelos V. (US); Assignee Siemens Energy, Inc. (Orlando, FL, US) – Appl. No. 13/863,473; Date of Patent Apr. 28, 2015.
6. Paspalovski T., Jovanovska V. Partial Replacement of the Active Steel on the Turbogenerator End Zone. *Termotehnika*. 2015. XLI, 1. Pp. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.5937/termoteh1501001P>
7. Paspalovski T., Mojsoska N., Jovanovski N., Jovanovska V., Sovreski Z. V. Replacement(reconstruction) of the active steel end zone of the turbogenerator. *Proceeding 1-st Global Conference*, April 8–12, 2013. Pp. 659–663. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2948.3047>
8. Jovanovska V., Arapcheska M. Increasing the Power of the Turbogenerator in the Process Of Modernization in the Mining and Energy Industry. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2015. Vol. 2. Iss. 2. Pp. 162–166. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283714955>
9. Levitsky A.S., Zaitsev Ie. O., Sorokina N.L. Conic springs block calculation for pressure stabilization power accumulator of powerful turbogenerator stator core. *Pratsi Instytutu Elektrodynamiky Natsionaknoi Akademii Nauk Ukrainy*. 2023. Issue 64. Pp. 81–87. (Ukr) DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.64.081>
10. Mamishev A.V., Sundara-Rajan K., Yang F., Du Y., Zahn M. Interdigital Sensors and Transducers. *Proceeding of the IEEE*. 2004. Vol. 92. No 5. Pp. 808–845. DOI: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2004.826603>
11. Yong Y., Jiahao D., Sanmin S., Zhuo H., Yuting L. Novel Method for Proximity Detection of Moving Targets Using a Large-Scale Planar Capacitive Sensor System. *Sensors (Basel)*. 2016. #16(5):699. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16050699>
12. Ukraine pat. for a utility model № 66717, МПК H02K 1/16. The stator of an electric machine. Penskoï V.F., Zhukov A.U., Minko O.M., Kobzar K.O.; Elektrovazhmach (Kharkiv, Ukraine). № u 201109022; declared 19.07.2011, publ. 10.01.2012, Bul. № 1.
13. Baxter L.K. Capacitive Sensors: design and applications. New York: IEEE Press, 1997. 320 c. URL: <https://dokumen.tips/documents/capacitive-sensors-design-and-applications.html?page=11>
14. Zaitsev Ie.O., Levitskyi A.S., Novik A.I., Berezhnychenko V.O., Smyrnova A.M. Research of a capacitive distance sensor to grounded surface. *Telecommunications and Radio Engineering*, 78(2):5-18 (2019) P. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v78.i2.80>

Надійшла: 16.06.2023

Прийнята: 09.11.2023

Submitted: 16.06.2023

Accepted: 09.11.2023