

### **Комп'ютеризовані системи контролю механічних параметрів критично-важливих елементів генеруючого обладнання**

*Приведені фактори, що впливають на виникненню дефектів в енергетичних установках та двигунах авіаційного, автомобільного, залізничного, водного та іншого транспорту. Зазначено, що для ідентифікації дефектів є необхідним використання систем контролю та технічного діагностування. Зазначено, що для здійснення повного моніторингу фактичного технічного стану двигунів та генеруючих установок, які використовуються на транспорті та реалізувати імплементацію положень Індустрії 4.0 є необхідним створення інтелектуалізованих (digitalization) засобів контролю. Це дозволить реалізувати глибокий моніторинг стану окремих вузлів двигуна/генеруючої установки у режимі реального часу для систем телеметрії, з метою реалізації можливості приймати рішення про можливість експлуатації двигуна/генеруючої установки.*

Забезпечення надійності та безпечності експлуатації будь-якого обладнання, в тому числі енергетичних установок та двигунів авіаційного, автомобільного, залізничного, водного та іншого транспорту на даний час є актуальною проблемою, яка визначається наступними основними факторами:

- терміни служби переважної більшості генеруючих установок близьке до терміну, встановленого технічними умовами на них, або перевищують їх;
- багато двигунів/генеруючих установок експлуатуються в умовах з підвищеним навантаженням, в маневрених режимах тощо;
- знизилася якість технічного обслуговування і ремонтів, пов'язана з дефіцитом кваліфікованих кадрів.

Ці фактори сприяють виникненню дефектів, що призводить до зниження надійності та безпечності експлуатації двигунів/генеруючих установок та зниження загального ресурсу роботи транспортного засобу. Найчастіше ці дефекти виявляють в процесі випробувань, діагностичних процедур або при оглядах під час планових ремонтів. Визначення та ідентифікація дефектів при проведенні діагностики генеруючого обладнання базується на вимірюванні, перетворенні та обробці інформаційних сигналів.

При цьому слід враховувати, що будь-яка система контролю та технічного діагностування включає наступні компоненти: комплекс контрольованих параметрів, комплекс методів контролю цих параметрів та комплекс інформаційно-вимірювальних засобів для реалізації цих методів. Всі ці елементи взаємопов'язані і недоліки кожного з них знижують загальну ефективність діагностування. Тому вдосконалення одного з цих компонентів сприяє підвищенню ефективності роботи всієї системи. Компоненти, які використовуються при вимірюванні, перетворенні та аналізі контрольовано-діагностичних параметрів повинні враховувати складний характер досліджуваного об'єкта, забезпечувати достовірність результатів діагностики,

класифікації дефектів та необхідну завадозахищеність, а первинні джерела інформації (сенсори) відповідати певним, досить жорстким вимогам, які враховують не тільки особливості конструкції двигунів, але й робочого середовища об'єкту діагностування (перепад висот, температур, тисків тощо).

Застосування засобів вимірювання та контролю для інформаційно-вимірювальних систем моніторингу та діагностування технологічних параметрів обладнання побудованих на основі концепції Smart Grid цілком дозволяє здійснити повний моніторинг фактичного технічного стану двигунів/генеруючих установок, які використовуються на транспорті та реалізувати імплементацію положень Індустрії 4.0. в засобах контролю механічних параметрів критично-важливих елементів генеруючого обладнання авіаційного, автомобільного, залізничного, водного та іншого транспорту. У цьому разі використання концепції Smart Grid під час реалізації засобів вимірювання та контролю висуває нові вимоги до них, з'являється необхідність у формуванні цілісної багаторівневої системи керування, яка забезпечує високий рівень автоматизації та надійності всієї системи контролю та обміну інформацією між багатьма компонентами системи, характеризуються суттєвим збільшенням інформаційного обміну між всіма елементами енергосистеми на всіх її ієрархічних рівнях, що в сукупності забезпечує підвищення надійності експлуатації двигуна.

Для забезпечення виконання зазначених вимог необхідно забезпечити інтелектуалізацію експлуатації двигунів/генеруючих установок, що вимагає широкого використання інформаційних технологій. У цьому разі, задачу інтелектуалізацію експлуатації двигунів/генеруючих установок можливо розділили на дві. Перша - це реалізація автоматичного керування режимами експлуатації генераторів. Друга - це інтелектуалізація технічного обслуговування і ремонту генераторів. Якщо перший напрямок досить розвинутий і продовжує вдосконалюватися, то другий знаходиться фактично на початковій стадії, коли існує велика кількість окремих розробок призначених для контролю механічних параметрів критичних елементів потужних генераторів електростанцій, а також існують різні концепції стратегії технічного обслуговування і ремонту генераторів, але цілісна комплексна картина відсутня. Створення передумов для реалізації такої комплексної картини є актуальним та необхідним завданням, вирішення якого вимагає:

- проведення аналітичного огляду науково-технічних джерел, напрацювань різних фірм, і практичного досвіду по визначенню типових дефектів, створенню інформаційно-вимірювальних засобів для систем контролю та діагностування, в тому числі й інтелектуалізованих;

- розробка заходів із забезпечення імплементації інтелектуалізації (digitalization) контролю механічних параметрів критичних елементів двигунів/генеруючих установок, під час їх виготовлення та експлуатації під різними навантаженням, шляхом впровадження в штатні автоматизовані системи інтелектуальних засобів вимірювання, збору та аналізу даних про фактичний технічний стан;

- розробка концепції та опис принципового підходу до створення

автоматизованої системи контролю та діагностики двигунів/генеруючих установок як основи інтелектуалізації технічного обслуговування і ремонту.

Забезпечення виконання умов дозволити підвищити надійність та безпечності експлуатації двигунів, а функції контролю фактичного технічного стану, особливо їх критичних елементів включатися до складу завдань штатних систем телеметрії. У цьому разі, двигун/генеруюча установка повинна «сама» через свою систему контролю та діагностування повідомляти штатні автоматизовані системи телеметрії про технічний стан критичних елементів активних частин і допоміжних систем генератору, а система телеметрії приймати рішення про можливість експлуатації двигуна/генеруючої установки.

При цьому потрібно враховувати, що безпека та надійність експлуатації будь-яких елементів та систем реалізується не тільки шляхом підтримки працездатного технічного стану критично-важливих елементів діючих двигунів/генеруючих установок, особливо які працюють за межами нормативного терміну служби, але і шляхом введення в дію нового обладнання в якому вже використовуються штатні засоби контролю, що відповідають вимогам концепції Індустрії 4.0.

**Висновок:** Таким чином, одним з ключових завдань на сьогодні є розробка методів та технічних засобів моніторингу стану та технічного діагностування, які б здійснювали глибокий моніторинг стану окремих вузлів двигуна/генеруючої установки у режимі реального часу, забезпечували узагальнення отриманої інформації, виділення з великого масиву даних тієї інформації, що є критичною для системи в цілому, та передачу її на вищий рівень ієрархії. Вирішення завдання дозволить підвищити надійність та безпечність експлуатації двигунів/генеруючих установок та інших компонентів авіаційного, автомобільного, залізничного, водного та іншого транспорту.

### Список літератури

1 Zaitsev Ie., Levytskyi A. Hybrid electro-optic capacitive sensors for the fault diagnostic system of power hydrogenerator. Clean Generators - Advances in Modeling of Hydro and Wind Generators : монографія/ за ред. Dr. A. Ebrahimi. 185 p. : Intechopen, 2020, P. 25-42. DOI: 10.5772/intechopen.77988.

2 Zaitsev Ie. Monitoring system with sensors networks: Architectural and functional design // Proceedings of the Ninth World Congress "Aviation in the XXI-st Century", September 22-24, 2020 Kiev, Ukraine. URL: <http://ocs.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2020/paper/viewFile/7692/6422>

3 Задворнов С.А. Исследование методов построения гибридных волоконно-оптических измерительных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики». – М., 2009. – 23 с.

4 Левицький А.С., Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. 242с.