

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ ЗАСАД СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА
МОДЕРНІЗАЦІЇ ПАРКУ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ ЕНЕРГОБЛОКІВ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД ТА
РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА
ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ ГЕНЕРУЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ**

(Шифр: “Відновлення”)

Строки виконання: січень 2024 р. – грудень 2028 р.

Науковий керівник: Кенсицький О.Г., докт. техн. наук

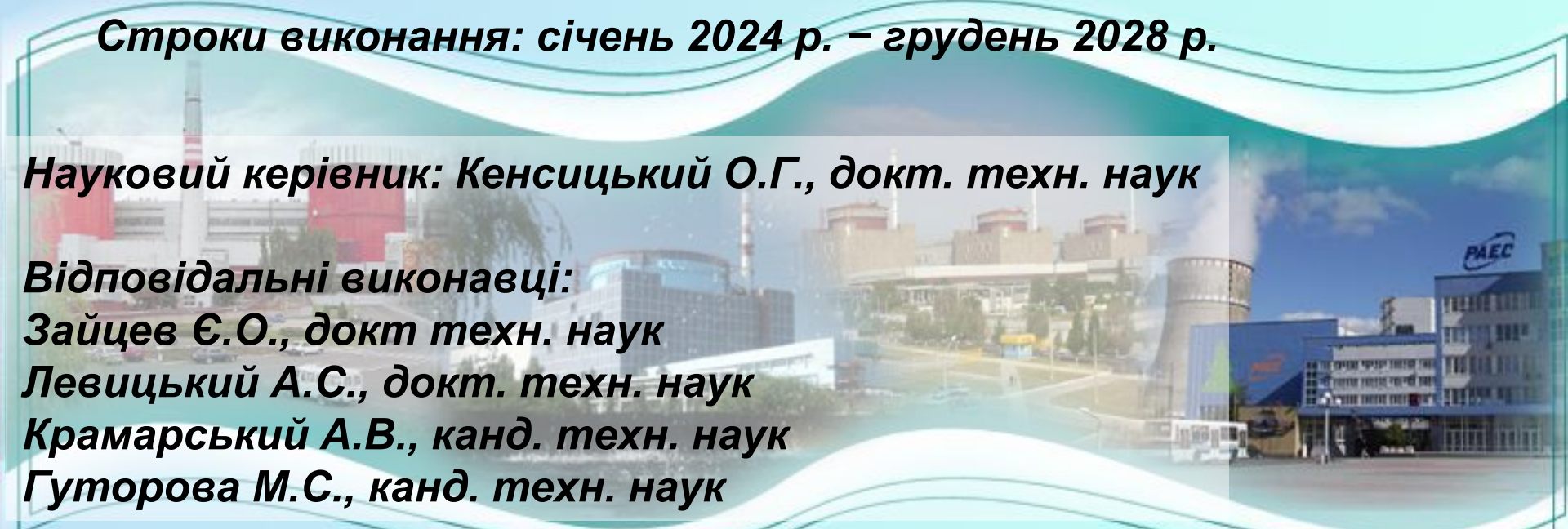
Відповідальні виконавці:

Зайцев Є.О., докт техн. наук

Левицький А.С., докт. техн. наук

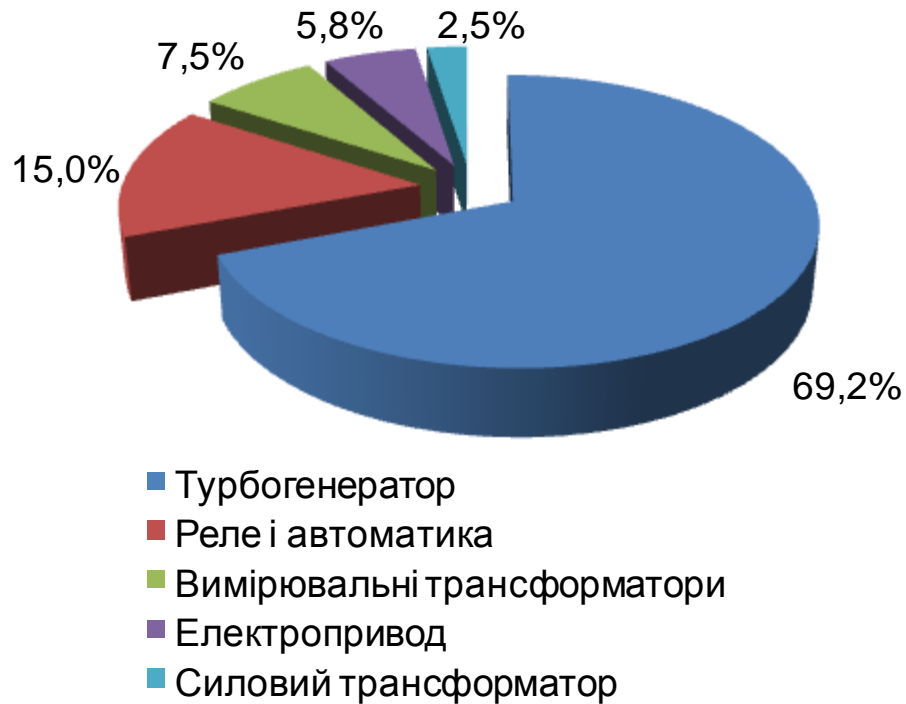
Крамарський А.В., канд. техн. наук

Гуторова М.С., канд. техн. наук



Надійність потужних генераторів в експлуатації

Внесок видів обладнання в сумарний недовиріток електроенергії



Основні причини ушкодження:

1. Відпрацювання нормативного терміну експлуатації.
2. Конструктивні недоліки, у тому числі вади штатних систем контролю:
 - контроль здійснюється за неприпустимими значеннями (струм, напруга, температура холодоагентів та активних зон, вібрації...);
 - відсутній безперервний контроль вологості водню (здійснюється епізодично);
 - відсутній контроль запресування осердя статора (тільки під час ремонту).
3. Неоптимальна структура генеруючих потужностей ОЕС, нештатні режими експлуатації, участь маневрених режимах, в тому числі по реактивній потужності.
4. Недостатня кваліфікація персоналу (людський фактор).

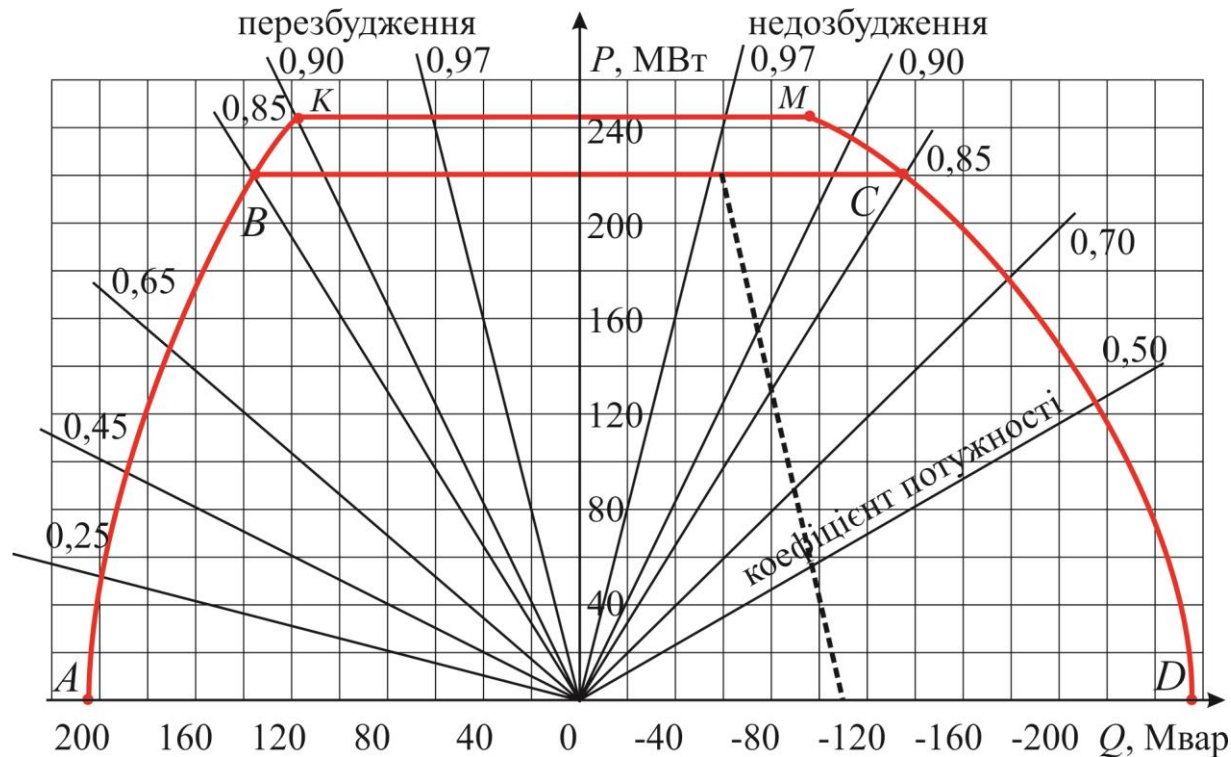
Мета роботи: наукове обґрунтування стратегії відновлення та модернізації парку турбогенераторів енергоблоків електростанцій України у повоєнний період за рахунок впровадження принципово нових машин з розширеними експлуатаційними характеристиками, створення математичних і фізичних моделей та проведення досліджень теплових, електромагнітних та термомеханічних процесів в активних елементах турбогенераторів в експлуатації, а також розробка та наукове обґрунтування нових методів, засобів і конструктивних рішень по підвищенню надійності та навантажувальної здатності діючого генеруючого устаткування.

Нові перспективні турбогенератори енергоблоків електростанцій

Турбогенератори з повним повітряним охолодженням

Головні переваги:

- вибухо- та пожежобезпека;
- підвищена надійність (коефіцієнт готовності);
- підвищена маневреність;
- зниження експлуатаційних витрат, в тому числі ремонтних:
 - відсутність масляних ущільнень вала,
 - відсутність системи водяного охолодження обмотки статора,
 - відсутність системи водневого охолодження осердя статора;
- скорочення терміну проектування та виготовлення.



Діаграма навантаження турбогенератора ТАП-220-2

Асинхронізовані турбогенератори повздовжно-поперечного збудження

Головні переваги:

- підвищення статичної та динамічної стійкості в експлуатації;
- розширення діапазону регулювання по реактивній потужності (від +200 до -250 Mvar для ТАП-220-2); діапазон регулювання обмежується лише нагрівом кінцевих зон статора;
- можливість тривалої експлуатації із живленням однієї обмотки збудження, а також в асинхронному режимі із замкненими накоротко обмотками при навантаженні 0,8 P_n .

Технічні параметри турбогенераторів ТАП-220-2 і ТВВ-220-2АУЗ

№ п/п	Параметри	Тип турбогенератора	
		ТАП-220-2	ТВВ-220-2АУЗ
1	Повна номінальна потужність, МВА	259	259
2	Номінальна напруга статора, кВ	15,75	15,75
3	Номінальна потужність, МВт	220	220
4	Номінальний Cos φ	0,85	0,85
5	Номінальний струм статора, А	9487	9487
6	ККД, %	98,7	98,6
7	Лінійне навантаження статора, А/см	1116	1495
8	Кількість обмоток збудження	2	1
9	Охолодження: обмотка статора осердя статора обмотка ротора	опосередковане повітрям безпосереднє повітрям безпосереднє повітрям	безпосереднє дистилятом безпосереднє воднем безпосереднє воднем
10	Тиск холодоагенту в корпусі, МПа	0,1	0,3
11	Маса ротора, т	65,0	41,8
12	Маса загальна, т	299	269
13	Коефіцієнт готовності, %	99,85	99,50

Структура досліджень у загальному вигляді включає наступне:

1. Провести аналіз показників надійності потужного генеруючого устаткування в експлуатації. Оцінити перспектив впровадження нових типів турбогенераторів з покращеними експлуатаційними характеристиками. Визначення елементів і вузлів діючих машин з найбільшою ушкодженістю.

Оцінити вплив режимів навантаження турбогенератора на ушкодженість окремих елементів і вузлів конструкції.

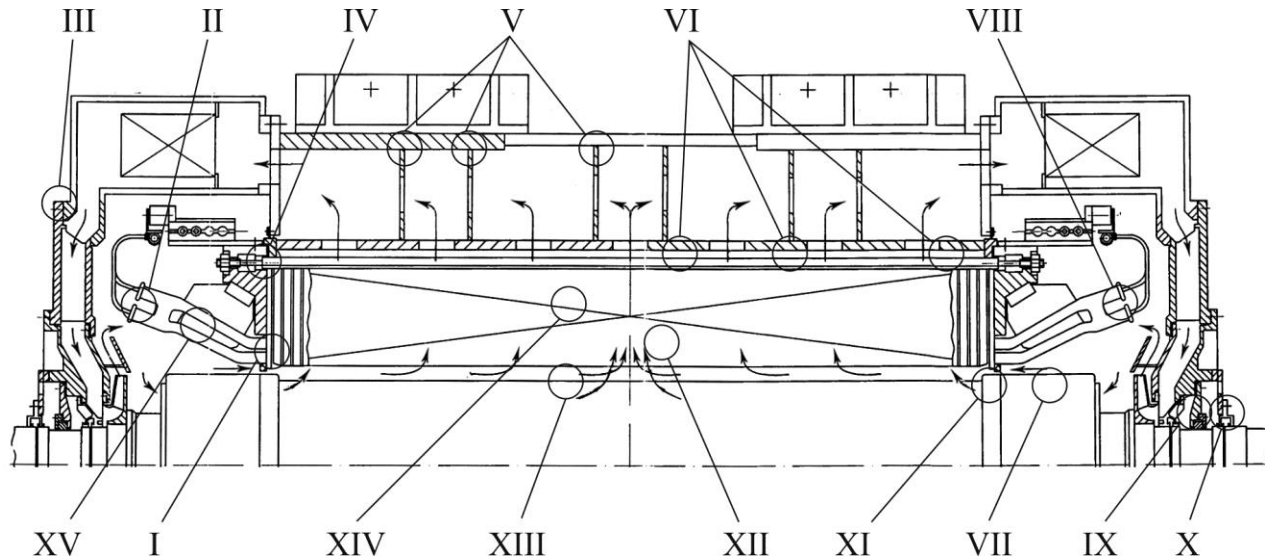
2. Створити нові та удосконалити наявні математичні моделі та провести комплекс досліджень взаємопов'язаних електромагнітних, теплових та термомеханічних процесів в активних елементах машини при різних режимах навантаження, як номінальних, так і аварійних.

3. Розробити та науково обґрунтувати нові методи, засоби та конструктивні рішення, спрямовані на підвищення надійності та навантажувальної здатності найбільш навантажених елементів і вузлів генератора.

4. Удосконалити фізичні моделі та провести комплекс досліджень ефективності створених методів, засобів і технічних рішень по підвищенню надійності окремих елементів і вузлів конструкції турбогенератора. Визначити найбільш перспективні напрямки їх удосконалення.

5. Провести комплекс досліджень ефективності запропонованих методів, засобів і технічних рішень по підвищенню надійності турбогенераторів на натурному устаткуванні при проведенні стендових випробувань на АТ "Українські енергетичні машини".

Зони ушкоджень ТГ при тривалій експлуатації у маневрених режимах



- розпушування і перегріву крайніх пакетів осердя статора (I);
- послаблення пресування (XIV), стирання ізоляції обмотки (XII) і сегментів осердя статора (XIV);
- перевищення меж міцності найбільш навантажених елементів кріплення (IV, VI), розрив зварювальних з'єднань (V);
- послаблення кріплення стержнів в пазовій (XII) і лобовій частині (XV), підвищення вібрації голівок лобових частин (II) з порушенням щільності водопідводів (VIII) системи охолодження;
- підвищення вібрації корпусу, порушення газощільності роз'ємних з'єднань (III), у тому числі виводів, порушення роботи масляних ущільнень валу (IX, X);
- ушкодження ізоляції, деформації витків обмотки в пазовій (XIII) і лобовій (VII) частинах, підгари і тріщини в місцях посадки бандажних кілець (XI) ротора;
- ушкодження струмопідводів обмотки ротора та інше.

Впровадження результатів досліджень:

Нові методи, засоби та технічні рішення будуть впроваджені на електростанціях України при експлуатації турбогенераторів, а також на АТ "Українські енергетичні машини" при створенні нових та модернізації існуючих зразків генеруючого обладнання.

Загальний обсяг – 3-4 генератори на рік.

Економічний ефект від впровадження отриманих розробок забезпечується зниженням позапланового недовиробітку електроенергії, а також зниженням витрат на ремонтні відновлювальні роботи.

Впровадження нових типів машин з покращеними експлуатаційними характеристиками при відновленні та модернізації генеруючого обладнання електростанцій України і, як наслідок, коефіцієнта використання встановленої потужності енергоблоків електростанцій лише на 1 % в масштабах країни рівнозначне будівництву нового енергоблоку потужністю 350-500 МВт, що дозволить отримувати додатково щороку електроенергії щонайменше на 3,9 млрд. грн. (при собівартості 1,2 грн./кВт-година).

Дякую за увагу!

