

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЮ

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ

MODERNIZATION SYSTEM OF INTERNAL-REACTOR CONTROL

Научный руководитель – доцент кафедры «Атомных электростанций»
Зотеев О.С., Зотеев О.Е., Zoteev O.E

Боровік О.В., Боровик А.В., Borovik O.V

Анотація: Розглянуто систему внутрішньо-реакторного контролю (СВРК) для енергоблоків АЕС з реакторами ВВЕР-1000. Запропоновано підходи і методи щодо модернізації СВРК, а також розглянуто національну модернізацію СВРК-М2.

Ключові слова: СВРК, реактор, модернізація, безпека.

Аннотация: Рассмотрена система внутриреакторного контроля (СВРК) для энергоблоков АЭС с реакторами ВВЭР-1000. Были предложены подходы и методы по модернизации СВРК, а также рассмотрена национальная модернизация СВРК-М2.

Ключевые слова: СВРК, реактор, модернизация, безопасность.

Annotation: Reviewed the system of internal-reactor control (SIRC) for NPP power units with WWER-1000 reactors is considered. The approaches and methods for the modernization of the SIRC are proposed, as well as the national modernization of SIRC-M2 is considered.

Key word: SIRC, reactor, modernization, safety.

Мета модернізації СВРК:

- реалізація нових вимог до СВРК, пов'язаних з підвищенням економічності і безпеки експлуатації активної зони реактора;
- впровадженням нових паливних циклів, нових вимог по маневреності;
- переходом на нове покоління проектних нейтронно-фізичних програм;
- необхідність заміни фізично і морально застарілого обладнання СВРК (ПТК);

- модифікація системи внутрішнього реакторного контролю шляхом установки (заміни) засобів контролю перегріву теплоносія на виході з ТВС, під ВБ реактора, на корпусі реактора і «гарячих» нитках петель ГЦК;
- впровадження системи аварійного та після аварійного моніторингу параметрів реакторної установки (ПАМС);
- розробка , впровадження і переваги СВРК М2;

Призначення СВРК

Система внутрішнього реакторного контролю на енергоблоках ВП ЗАЕС призначена для забезпечення безпечної та економічної експлуатації реактора ВВЕР-1000 в енергетичному діапазоні шляхом збору, обробки та подання на монітори оператора інформації про стан активної зони реактора і параметрах першого контуру.

Система ВРК видає оперативну інформацію про розподіл полів енерговиділення, температур та інших теплотехнічних і нейтронно-фізичних параметрів всередині активної зони реактора.

Система працює в інформаційному режимі, вона здійснює збір, обробку та подання оператору БЦУ узагальненої інформації про поточний і минулий стан РУ, сигналізує про вихід параметрів за допустимі межі, реєструє інформацію для отримання протоколів, а також проводить контроль працездатності та діагностику несправностей обладнання СВРК . Проектом СВРК передбачається виконання перерахованих функцій в режимах нормальної експлуатації, порушення умов нормальної експлуатації та аварійних режимах.

Основні задачі системи ВРК:

- 1) реєстрація та подання оператору БЦУ інформації про розподіл енерговиділення в активній зоні;
- 2) реєстрація та подання оператору БЦУ інформації про температуру теплоносія;
- 3) реєстрація та подання оператору БЦУ інформації про рівні потужності експлуатації РУ;
- 4) реєстрація та подання оператору БЦУ показань технологічних датчиків.

В склад СВРК входять :

- внутрішні і поза зонні датчики і лінії зв'язку ;
- апаратура , перетворююча сигнали датчиків в цифровий сигнал;
- апаратні і програмні засоби, перетворюючі цифровий сигнал від апаратури в значення параметрів фізичних величин;

– обчислювальні та допоміжні сервери, які здійснюють основні обчислення по теплогідравлічній і нейтронно-фізичній моделі (підсистема фізичних розрахунків, далі - ПФР) та інші завдання;

– робочі місця оператора РУ, системного програміста і контролюючого фізика, службовці для представлення інформації, завдання сценарію прогнозу, виконання автономних розрахунків, настройки і т.д.

В даний час на енергоблоках з ВВЕР-1000 України експлуатуються наступні види систем:

– СВРК-М (поставка ПрАТ «СНВО« Імпульс », ПФР« Хортиця-М »розробки РНЦ«Курчатовський інститут »);

- СВРК-М (поставка ПрАТ «СНВО« Імпульс », ПФР« Круїз »або« Вояж »розробки ТОВ« ИФ СНИИП АТОМ »);

- «СМАЗ» (поставка Вестрон, ПФР «ВЕАСОН» розробки Westinghouse Electric Corporation).

Суть модифікації:

- проектні ТП типу ТХА-1590 розташовані на виході з ТВС (95 шт), під ВБ реактора (3 шт) і на «гарячих» нитках петель ГЦТ (8 шт) на модернізовані, з розширеним діапазоном вимірювань температур (від мінус 50 до 1260 ° С);

- проектні джгути термоконтроля (14 шт) та енерговиділення (64 шт) на нові, з поліпшеними експлуатаційними характеристиками;

- проектний термоперетворювач опору типу ТСП-1390 на корпусі реактора (поз. УС72Т01) на модернізованій ТП (подвійний) з розширеним діапазоном вимірювань температур (від мінус 50 до 1260 ° С);

При заміні ТП на виході ТВС (95 + 3) шт, підлягають комплексній заміні і 14 пристроїв термостатирования УТ-0186 в зв'язку з особливостями монтажу вузла «Термоконтроль реактора».

У ПТК НУ СВРК-М в стійках ВРК 1 - ВРК 6 вводяться в роботу проектні вимірювальні модулі ПКІ 3/3 (22 шт), на яких реалізуються дубльовані ІК температури з розширеним діапазоном вимірювань.

В проектних СВРК на енергоблоках ВП ЗАЕС температурний контроль параметрів РУ (теплоносія 1 контуру) здійснюється з верхнім значенням діапазону вимірювання до 400 °С. При цьому елементи вимірювальних каналів СВРК (ТС, ТП, КС, джгути, електричні з'єднувачі і т.п.), розраховані на нормальний режим експлуатації РУ, а також на вплив параметрів зовнішнього середовища в режимі «малої» течі і короткочасно в режимі «великий »течі в гермооболонці енергоблоку.

Зазначені елементи вимірювальних каналів термоконтроля теплоносія 1 контуру не розраховані на експлуатацію в умовах аварійних ВВФ навколишнього середовища і для контролю «перегріву» теплоносія (до 1000

÷ 1 260 °С) в умовах аварії (в умовах LOCA), що створює дефіцит безпеки в частині контролю параметрів РУ в аварійних і післяаварійних режимах.

У рамках даної модифікації планується заміна окремих проектних елементів (ТХА-1590 УТ-0186, КС-545, шлейфів ЕВ і ТК) вимірювальних каналів термоконтроля СВРК-М на «високотемпературні».

Дана модифікація класифікується як важлива для безпеки ЯУ і вимагає зміни проекту СВРК в частині ІК термоконтроля і енерговиділення.

Литература

1. Киров В. С. Теплові схеми турбоустановок АЕС та їх розрахунки: Нав. пос. - Вид. 2-е, виправлене / Одеса: Астропринт, 2004. – 212 с.: іл.
2. Воскобойников В. В. Устройство и обслуживание оборудования. АЭС, - М.:Высш.шк., 1991. -304 с.:ил.
3. Ганчев Б. Г, Калишевский Л. Л., Демешев Р. С. и др. Ядерные энергетические установки. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 629 с.: ил.
4. Маргулова Т. Х. Атомные электрические станции. - Вид. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. – 304 с.
5. Погосов А. Ю., Дубковский В. А. Ионизирующая радиация: радиоэкология, физика, технология, защита / Под ред. А.Ю. Погосова. – О.: наука и техника, 2012. – 804 с.: ил.
6. Харабет, А. Н. Применение теории возможностей для определения надежности энергетического оборудования АЭС / А. Н. Харабет, О. Е. Зотеев, О. А. Чулкин // Ядерная энергетика та докiлля. - 2013. - № 2. - С. 63-69.
7. Киров, В. С. Атомные электрические станции. Ч. 1 : учеб. пособие / В. С. Киров ; Одес. нац. политехн. ун-т. – Одесса, 2018. – 201 с.
8. Киров, В. С. Атомные электрические станции. Ч. 2 : учеб. пособие / В. С. Киров ; Одес. нац. политехн. ун-т. – Одесса, 2018. – 203 с.
9. Оптимизация стратегий управления надежностью энергооборудования систем, важных для безопасности ядерных энергоустановок / О. А. Чулкин // Вопросы атомной науки и техники. — 2018. — № 5. — С. 132-135. — Бiблiогр.: 9 назв. — рос.