

БЕЗПЕЧНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕАКТОРНОЇ УСТАНОВКИ ТИПУ ВВЕР

*Карзаков К., студ. (гр. ТЯ-51, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Чернушак І. І., ст. вик. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Основне завдання техніки безпеки на атомних електричних станціях(АЕС) полягає в захисті обслуговуючого персоналу і населення навколишньої місцевості від впливу радіоактивних речовин, накопичених в процесі роботи реактора. Серед цих речовин головну небезпеку становлять продукти поділу ядерного палива. Ступінь радіаційної небезпеки при можливих аваріях на реакторній установці оцінюється за кількістю продуктів поділу, що потрапляють з ядерного палива в навколишнє середовище.

Основні правила експлуатації реактору типу ВВЕР

При роботі енергоблоку на номінальній потужності повинні бути безумовно забезпечені:

- безпечна і надійна робота всього обладнання;
- виконання графіка навантаження (базове навантаження);
- оптимальне використання палива;
- працездатність тепловиділяючих збірок (ТВЗ) в регламентованих межах безпечної експлуатації.

До складу реакторної установки (РУ) входять: ядерний реактор, контури відводу тепла від нього, парогенератори, їх допоміжні системи, а також системи управління і захисту(СУЗ), які повинні експлуатуватися відповідно до вимог "Загальні положення забезпечення безпеки атомних станцій", а також правил ядерної, радіаційної, інженерної та технічної безпеки, а також технологічного регламенту РУ.

Ядерно-небезпечні роботи і випробування, послідовність операцій і заходи безпеки для яких передбачені проектною та експлуатаційною документацією РУ, повинні проводитися за програмами або інструкціями, затвердженими Національною атомною енергогенеруючою компанією (НАЕК) «Енергоатом».

Будь-які випробування РУ, не передбачені технологічним регламентом та інструкціями з експлуатації систем і обладнання РУ, повинні проводитися за програмами і методиками, що містять в собі обґрунтування ядерної безпеки і заходи щодо забезпечення ядерної безпеки цих випробувань. Програми повинні бути узгоджені Науковим керівником, Головним конструктором, Генеральним проектантом АЕС, органами НАЕК «Енергоатом» і затверджені експлуатуючою організацією. На проведення випробувань має бути отримано дозвіл органів НАЕК «Енергоатом» і експлуатуючої організації.

Вивід ядерного реактора в критичний стан і робота його на будь-якому заданому рівні потужності, дозволяється за таких умов:

- перед пуском у ядерному реакторі органи регулювання повинні бути зведені в робоче положення;

- системи аварійного охолодження активної зони повинні бути готові до роботи;

- системи локалізації аварії повинні перебувати в працездатному стані.

При експлуатації РУ повинен здійснюватися контроль роботи органів СУЗ і за показаннями відповідних датчиків контролювати герметичність тепловиділяючих елементів (ТВЕЛ).

У разі порушення експлуатаційних меж повинна бути виконана певна послідовність дій, які встановлені в технологічному регламенті експлуатації енергоблоку АЕС і спрямовані на повернення РУ до нормального режиму експлуатації. Енергоблок повинен бути зупинений, якщо встановлені на АЕС умови і межні безпечної експлуатації не можуть бути дотримані при роботі ядерного реактора на номінальному рівні потужності.

Ядерний реактор повинен бути зупинений і переведений в безпечне (підкритичне) становище в термін, зазначений в технологічному регламенті експлуатації енергоблоку АЕС в разі:

- несправності в системі аварійного охолодження активної зони ядерного реактора;

- несправності в системі спринклерної установки;

- несправності в системі проміжного контуру головного циркулюючого насосу(ГЦН) або СУЗ, що перешкоджає нормальному охолодженню теплообмінників ГЦН або приводів СУЗ;

- несправності в системах надійного живлення I і II категорії, що перешкоджає нормальній роботі оборотних двигунів-генераторів або автоматичному запуску дизель-генераторів;

- підвищення активності теплоносія до передбаченого проектом аварійного значення;

- підвищення активності пари або конденсату турбіни до передбаченого проектом аварійного значення;

- перевищення норми викиду радіоактивних газів і аерозолів у вентиляційну трубу;

- протічки з баку біологічного захисту;

- підвищення активності повітря понад передбачене проектом значення в обслуговуваних або напівобслуговуваних приміщеннях;

- появи протічок теплоносія по лінії організованих протічок в обсязі, що перевищує продуктивність всіх штатних підживлюючих насосів;

- порушення норм водно-хімічного режиму(ВХР) і неможливості його усунення.

- протічки з баку аварійного розчину бору;

- протічки з гідроємностей аварійного охолодження активної зони ядерного реактора.

Робоча потужність РУ повинна бути знижена до передбаченого технологічним регламентом значення відповідно до умов безпечної експлуатації у випадках:

- відключення автоматичного регулятора потужності ядерного реактора;

- непередбаченого опускання (введення) одного або декількох органів регулювання в активну зону ядерного реактора;
- непроектною послідовністю руху груп касет (стрижнів) СУЗ;
- відсутності контролю положення окремих органів регулювання і груп касет (стрижнів) СУЗ;
- перевищення допустимої за проектом температури теплоносія на виході з робочих каналів (касет).

Якщо несправність виникла в процесі збільшення потужності, подальший її підйом повинен бути припинений. Зниження потужності РУ та інші аварійні ситуації визначаються технологічним регламентом, виходячи з конкретних особливостей РУ.

Розігрів РУ, вихід на номінальний рівень потужності після капітального ремонту або середнього ремонту, а також після простою більше трьох діб повинен здійснюватися тільки після визначення підкритичного стану активної зони і запасу реактивності.

При експлуатації енергоблоку АЕС повинні вестися температурний контроль товстостінних елементів обладнання головного циркуляційного каналу(ГЦК) охолодження ядерного реактору і контроль за щільністю з'єднань і появою протічок в обладнанні та трубопроводах.

Розгерметизація герметичних приміщень енергоблоків, доступ до яких під час роботи ядерного реактора не передбачений проектом, забороняється. До завантаження ядерного палива, а потім періодично (не рідше одного разу на рік) повинна контролюватися щільність герметичних приміщень, для підтвердження відповідності фактичної герметичності до проектної.

Всі резервні системи і агрегати при експлуатації енергоблоку АЕС повинні знаходитися в стані готовності до роботи і, якщо це передбачено проектом, - функціонувати автоматично. Порядок і умови виведення обладнання і систем з резерву повинні визначатися відповідними інструкціями. Перехід з працюючого обладнання на резервне повинен здійснюватися періодично за графіком, затвердженим начальником відповідного цеху. Перед переходом з працюючого на резервне обладнання, як правило, повинні перевірятися всі системи захисту і блокування резервного обладнання.

При розхолоджуванні РУ повинен здійснюватися контроль:

- нейтронного потоку в ядерному реакторі і його значення підкритичності;
- температури і тиску теплоносія;
- температури металоконструкцій;
- радіаційної обстановки в герметичних приміщеннях, газових і аерозольних викидів у вентиляційну трубу;
- концентрації розчиненого у теплоносії поглинача.

Висновки. В реакторах ВВЕР застосована композиція активної зони, яка забезпечує «самозахищенність» реактора або його «саморегулювання». Якщо нейтронний потік збільшується, то зростає температура в реакторі і підвищується паровміст. Але реакторні установки спроектовані таким чином,

що саме підвищення паровмісту в активній зоні призведе до пришвидшеного поглинання нейтронів і припинення ланцюгової ядерної реакції.

Щоб швидко і ефективно зупинити ланцюгову реакцію, потрібно «поглинути» нейтрони, які виділяються. Для цього використовується поглинач (в основному, карбід бору). Стрижні з поглиначем вводяться в активну зону, нейтронний потік поглинається, реакція сповільнюється і припиняється. Для того, щоб стрижні були уведені в активну зону за будь-яких умов, їх підвішують над реактором і утримують електромагнітами. Така схема гарантує уведення стрижнів навіть при знеструмленні енергоблоку: електромагніти відключаються і стрижні увійдуть в активну зону просто під дією сили тяжіння (без будь-яких додаткових команд персоналу).

Література

1. Г.А. Новіков, О.Л. Ташликов, С.Е. Щеклеін Забезпечення безпеки в області використання атомної енергетики. – Є.: ІУУ, 2017.
2. Енергетика – режим доступу: <http://forca.ru>
3. Росатом – режим доступу: <https://www.rosatom.ru>