

У випадку наявності ліній зв'язку, інформацію про пошкоджене приєднання можна передати на диспетчерський пункт, якщо ж вони відсутні, то за допомогою вбудованого GSM модему.

Д. Лукашук

Науковий керівник – к.х.н., доц. Т. П. Коваленко

ВПЛИВ ВОДНО-ХІМІЧНОГО РЕЖИМУ НА БЕЗПЕЧНУ ТА НАДІЙНУ РОБОТУ УСТАТКУВАННЯ АЕС УКРАЇНИ

Одним із найважливіших факторів, які мають значний вплив на надійність, економічність і безпечність функціонування АЕС, є водно-хімічний режим (ВХР). Під ВХР електростанцій розуміють комплекс заходів, які передбачають очищення робочого середовища від солей та механічних домішок і видалення корозійно-активних газів та подальше повернення конденсату до парогенератора (ПГ) як живильної води. ВХР енергоблока забезпечує мінімізацію корозійних процесів і процесів утворення відкладень у водопаровому тракті та основному обладнанні АЕС [1].

Таким чином, розробка і впровадження на АЕС вдосконаленого ВХР, який забезпечить мінімізацію корозійних процесів з метою безпечної та надійної роботи парогенератора ПГВ-1000 є надзвичайно актуальним завданням.

У різних компаніях, що експлуатують парогенератори АЕС розроблені і реалізовані різні ВХР їх контурів. В роботі [2] аналізуються та розглядаються такі ВХР АЕС: безкорекційний, гідразинний, аміачний, гідразинно-аміачний. Всі ці режими не є безшламові, хоча останні три режими зменшують корозію конструкційних матеріалів конденсатно-живильного тракту і, отже, винос продуктів корозії в контур.

Найбільш вразливим устаткуванням на АЕС є ПГ, у якому, внаслідок випарювання води, відбувається концентрування іоногенних домішок, що надходять із водою живлення. Досвід експлуатації парогенераторів ПГВ-1000 показав наявність в ПГ локальних зон концентрування домішок, в яких найбільш часто виникають пошкодження металу. Одне з таких місць – це зона між другою та четвертою дистанціючими решітками. При зупинці енергоблоку в зазначену зону направляється потік нерозчинених домішок. Якщо не застосувати певних заходів, то дані домішки в процесі найближчого пуску енергоблоку будуть концентруватися і відкладатися на поверхні теплообмінних труб (ТОТ) ПГ, що, в кінцевому рахунку, призведе до зростання пошкодженості трубного пучка ПГ.

Інша така зона, конструктивна особливість ПГ, – наявність «кишені» – кільцевого зазору у вузлі зварювання колектора першого контуру до патрубку. Наявність «кишені» визначає складний характер розподілу напружень у вузлі, а також сприяє накопиченню активних продуктів корозії, внаслідок чого відбувається виникнення і розвиток дефектів у зварних з'єднаннях.

Корозійні пошкодження в процесі експлуатації утворюються з боку середовища другого контуру в обох випадках: на зовнішній поверхні трубок і на внутрішній поверхні патрубків. На ТОТ ПГ виявлені чотири види пошкоджень: корозійні виразки, окремі тріщини, розтріскування і плями корозії. Найбільш поширеними є корозійні виразки, від яких утворюються тріщини.

Тому своєчасне виявлення несущільностей в ТОТ та правильне визначення їх параметрів дає можливість попередити утворення наскрізних ушкоджень ТОТ, накопичення яких може призвести до передчасного виходу з ладу ПГ в цілому.

Найбільш радикальним із існуючих на даний час методів запобігання корозійного зношування трубок ПГ є проведення періодичних хімічних промивок зі сторони другого контуру. У результаті досліджень ВХР встановлені показники якості теплоносіїв та робочих середовищ АЕС, дотримання яких є ефективним захистом від корозії устаткування.

ДП «НАЕК «Енергоатом», для вирішення проблеми пошкодження ТОТ ПГ на енергоблоках АЕС України, розроблено та затверджено план дій з підвищення надійності парогенераторів та конденсаторів турбоустановок на період 2014–2020 роки. Метою розробки вказаного плану дій є формування заходів з підвищення надійної та безпечної експлуатації ПГ та конденсаторів на вказаний період для успішного вирішення стратегічних завдань: підвищення безпеки, підвищення коефіцієнту використаного рівня потужності на 4–5%, продовження термінів експлуатації ПГ енергоблоків АЕС України до 40–50 років, зниження експлуатаційних витрат на хімічну продукцію до 50 %.

Отже, у даній роботі, розглянуто основні зони виникнення корозійних дефектів, види пошкоджень, основні заходи спрямовані на підвищення надійності та безпечності устаткування АЕС, а також проаналізовано та показано ефективність їх впровадження.

Список літератури

1. Чиж В.А. и др. Водоподготовка и и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: Учебное пособие / В.А. Чиж и др. – М.: Издат. дом МЭИ, 2010. – 351 с.

2. Аль-Самави А.Х. Организация водно-химического режима парогенераторов с реакторами типа ВВЭР / А.Х. Аль-Самави, В.В. Евстигнеев, Г.Н. Лихачёва // Ползуновский Вестник “Энергетика”. – № 1. – 2002. – С. 32 – 35.

А. Руй

Науковий керівник – д. т. н., проф. М. М. Семерак

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ТЕПЛОВИДІЛЯЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Атомна енергетика в Україні стрімко розвивається, створюються нові проекти для будівництва нових блоків та атомних станцій. На сьогоднішній день в Україні на чотирьох атомних електростанціях експлуатується 15 атомних реакторів типу ВВЕР, які виробляють майже 60 % електричної енергії України. Принцип роботи ядерного реактора базується на властивості ядер деяких елементів при захопленні нейтрона миттєво переходити в збуджений стан, ділитися на два одноіменно заряджених осколка та 2-3 вільних нейтронів. Така властивість супроводжує собою виділення енергії у великій кількості. Основним і найбільш напруженим елементом ядерного реактора є тепловиділяючий елемент (ТВЕЛ), основу якого складає активний об’єм заповнений ядерним паливом. В реакторах ВВЕР використовують ТВЕЛі циліндричної форми, довжина яких становить від 3.55м., а діаметр – 9,1 мм. Робота ТВЕЛів характеризується дуже високими тепловими навантаженнями і значними температурними теплоперепадами по поперечному перерізі палива, які можуть складати декількох сотень градусів.

Для знаходження закону розподілу температури вздовж радіуса r в циліндричному ТВЕЛі, запишемо рівняння теплопровідності з внутрішнім джерелом тепла розподіленим по всьому об’єму. [1, 2]

$$\frac{d^2t}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dt}{dr} + \frac{q_v}{\lambda} = 0, \quad (1)$$

де t – температура, яка змінюється по радіусу r , °С; q_v – питома об’ємна тепловиділення, Вт/м³; λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К.

Рівняння (1) є диференціальне рівняння другого порядку. Для знаходження розв’язку такого рівняння, його необхідно двічі проінтегрувати по r . Після інтегрування одержуємо.

$$t(r) = -\frac{q_v}{\lambda} \cdot \frac{r^2}{4} + C_1 \cdot \ln|r| + C_2, \quad (2)$$

де C_1 і C_2 постійні інтегрування.