

2. Проведение экспериментальных исследований на динамические нагрузки для транспортерных галерей обязательные, полученные результаты являются основой для анализа реальной работы сооружения, прогнозирования появления резонансных явлений. Эти результаты должны быть учтены при техническом перевооружении и составлении ПОН.

3. Результаты всех динамических исследований должны входить либо в технический паспорт сооружения, либо оформляться специальным динамическим паспортом.

Литература

- [1] Пособие по проектированию конвейерных галерей (к СНиП 2.09.03-85). – М.: Стройиздат, 1989.
- [2] Пасынков В.П. Методические указания по расчету несущих металлоконструкций конструкций транспортерных галерей-эстакад на динамические нагрузки. УЭМИИТ, Свердловск, 1984. – С. 38.
- [3] Кулябко В.В., Ермак Е.М., Исмагилов А.О., Масловский А.В. Динамическая паспортизация и диагностика технического состояния зданий с новым виброактивным технологическим оборудованием. // Промислове будівництво та інженерні споруди. – № 1, 2008 р., – С. 10-19.
- [4] Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин. – Москва: Ассоциация строительных вузов.

Надійшла до редколегії 12.06.2008 р.

УДК 620.193:624.014.2.04

Визначення і вдосконалення правил та норм в атомній енергетиці з продовження залишкового ресурсу будівельних металевих конструкцій

Матченко Т.І., к.т.н.

ВАТ «УкрНДІпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського», Україна

Анотація. Виконаний аналіз існуючих ПНАЕ щодо визначення технічного стану та залишкового ресурсу будівельних металокожструкцій АЕС 1 і 2 категорії відповідальності. Визначені відсутні ПНАЕ для оцінки стану і ресурсу будівельних металокожструкцій, розглянуті складові для вирішення цієї проблеми.

Аннотация. Выполнен анализ существующих ПНАЕ по определению технического состояния и остаточного ресурса строительных металлокожструкций АЭС 1 и 2 категории ответственности. Определены отсутствующие ПНАЕ для оценки состояния и ресурса строительных металлокожструкций, рассмотрены составляющие для решения этой проблемы.

Abstract. The analysis is made of the existing PNAE on determination of the technical state and residual service life of building metal constructions, used at NPP with categories of responsibility 1 and 2. The absent PNAE parameters for estimation of the state and service life of metal constructions are determined. Components for the decision of this problem are analyzed also.

Ключові слова: ПНАЕ, ресурс, довговічність, технічний стан, металокожструкції.

У 2004 р. набув чинності нормативний документ Держатомрегулювання НП 306.2.009-2004 "Общие требования к продлению эксплуатации АЭС в сверхпроектный срок по результатам осуществления периодической переоценки безопасности".

Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 263-р від 29 квітня 2004 року була узгоджена комплексна програма робіт із продовження строку експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій.

НАЕК "Енергоатом" розробив "План действий ГП НАЭК "Энергоатом" по реализации мероприятий Комплексной программы работ по продлению срока эксплуатации действующих энергоблоков атомных электростанций".

План дій ДП НАЕК "Енергоатом" з реалізації "Комплексной программы работ по продлению срока эксплуатации действующих энергоблоков атомных станций" ПН-Д.0.08.341-04.

Метою огляду є аналіз правил та норм для оцінки технічного стану і перерозподіл ресурсу будівельних кожструкцій, що відносяться до 1 та 2 категорії за умовами їх відповідальності за радіаційну та ядерну безпеку та

забезпечення функціонування розміщеного в них обладнання і систем згідно з ПиН АЭ-5.6.

Основні положення і принципи класифікації будівельних конструкцій АЕС. У відповідності з [1] була розроблена класифікація будівель та споруд, що містять системи, важливі для безпеки, узгоджена листом АЯР № 07/2-11-4/827 від 01.11.96. З 01.07.2000 р., замість [1] введено в дію [2], який є обов'язковим для усіх юридичних і фізичних осіб, які здійснюють діяльність, яка пов'язана з проектуванням, будівництвом, введенням в експлуатацію, експлуатацією та зняттям з експлуатації атомних станцій України.

У зв'язку з введенням в дію [2] документ НАЕК "Мероприяття, забезпечуючі виконання вимог НП 306.1.02/1.034-2000 "Общие положения обеспечения безопасности атомных станций" – 05.17.632.06.00, узгоджені Міністерством екології і природних ресурсів України листом № 13/2-11/1134 від 06.11.2000 р., передбачає уточнення існуючої класифікації в частині відношення до системи, важливої для безпеки (СВБ), проводити за результатами розробки за технічним обґрунтуванням безпеки (ТОБ) або звіт з аналізу безпеки (ЗАБ). До цього, враховуючи більш консервативний підхід до СВБ, прийнятий у [1], в порівнянні з [2] підтверджуються рішення з віднесення до класів безпеки, які були прийняті в існуючій класифікації [1]. З урахуванням викладеного в наведених документах з класифікації прийняті наступні положення.

Класифікація будівель та споруд за умовами їх відповідальності за радіаційну і ядерну безпеку і забезпечення функціонування розташованого в них обладнання і систем виконується на підставі [1–6] та листа [6].

При визначенні класу безпеки будівельних конструкцій будівель та споруд АЕС та їх окремих елементів враховується залежність конструкцій від ступеня їх відповідальності щодо забезпечення радіаційної та ядерної безпеки, забезпечення функціонування розташованого в них обладнання і систем.

За основу приймався клас найбільш відповідальної технологічної системи, розташованої у приміщеннях відповідної будівлі або споруди, в окремих або примикаючих до даних конструкцій приміщеннях. У випадку віднесення частини будівлі або споруди до іншого класу, дається інформація із указанням рядів, осей та відміток у частині будівлі або споруди, яка відрізняється від загального класу.

У класифікацію включаються системи 1, 2 і 3 класів безпечності. Елементи і конструкції 4 класу, як такі, що не впливають на безпечність, в класифікацію не включаються.

Споруди та конструкції будівельної частини, важливі для безпеки, повинні виконувати функції у встановленому проектному обсязі з урахуванням можливих в районі АЕС екстремальних природних впливів і класифікуватися на підставі [3, 4].

Доцільно класифікацію будівель та споруд АЕС представляти в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування будівель та споруд АЕС	Класифікація за призначенням і впливом на безпечність *	Клас безпечності за [2]	Категорія за [4]	Категорія сейсмостійкості за [3]	Класифікаційне позначення [2] **
*Можливі варіанти: нормальна експлуатація (НЕ); локалізуюча система (ЛС); захисний елемент безпечності (ЗЕБ); поєднання функцій системи безпеки та нормальної експлуатації (НЕВБ).					
**Можливі варіанти: локалізуюча – Л; нормальна – Н; споруди, в яких знаходяться елементи управління системою безпеки – У.					

Вимоги до виконання науково-дослідних робіт (НДР) з визначення залишкового ресурсу будівельних металоконструкцій. При проведенні НДР виконавець повинен дотримуватися вимог законодавства України та української НТД у галузі використання атомної енергії щодо поводження з радіоактивними відходами, радіаційної безпеки, захисту людини і навколишнього природного середовища від дії іонізуючих випромінювань.

Наказом МНС України від 16.08.05 за № 140, зареєстрованим у Міністерстві юстиції 01.09.05, введено в дію "Положение о паспортизации потенциально опасных объектов". Це положення замінює одноіменний документ, затверджений наказом МНС України від 18.12.00 за № 338 і встановлює "общие условия паспортизации потенциально опасных объектов (ПОО), порядок её осуществления для обеспечения государственного учета ПОО, а также накопления и актуализации (обновления) соответствующей информации в базе данных Государственного реестра потенциально опасных объектов".

Для проектних аварій в ПНАЕ має бути сформульоване поняття захисту від аварії, визначені функції захисту і перелік обладнання, на яке покладене виконання цих функцій, систем безпечності. Системи безпечності повинні задовольняти вимогам ГОСТ 12.4.011.

Якщо аварія може супроводжуватися виникненням пожежі або вибуху, то при розробці ПНАЕ стосовно систем безпеки необхідно враховувати вимоги ГОСТ 12.1.004. Надійність будівельних конструкцій АЕС у відповідності з міжнародними вимогами Директиви 89/106/ЕЕС і стандарту ISO 2001/МЕК 300-1 повинна забезпечуватися шляхом структури показників, які встановлюють гарантовані довірні межі конструктивних ризиків. Наприклад, усі впливи (сейсмічні, радіаційні, кліматичні, термічні, хімічні, електричні, магнітні) повинні мати градацію по 10-бальній шкалі.

Швидкість процесів за 6 ступенями. Технічний стан, надійність та довговічність конструкцій за 4 категоріями.

Робочі ПНАЕ узгоджуються і затверджуються у відповідності із "Положением о порядке согласования и утверждения производственной и проектной документации" ПЛ-Д.0.06.007-04.

Для будівельних металоконструкцій, перепризначення ресурсу котрих виконується в рамках ТО та Р, роботи виконуються у відповідності з КНД 95.1.08.01.55-2004.

Оцінка технічного стану і перепризначення ресурсу елементів інформаційно-обчислювальних систем, систем релейного захисту та автоматики має виконуватися у відповідності з вимогами НП 306.5.02/2.068-2003 "Вимоги до порядку та змісту робіт для продовження терміну експлуатації інформаційних та керуючих систем". ПНАЕ для перепризначення ресурсу вищезазначених систем, розроблювані згідно з вимогами НП 306.5.02/2.068-2003, мають передбачати аналіз експлуатаційної надійності цих систем, їх елементів та проводитися з використанням статичних методів і охоплювати наступні напрямки:

- оцінка зміни надійності елементів/систем або їх складових частин у часі з метою виявлення тенденцій до зниження надійності;
- статистична оцінка показників експлуатаційної надійності елементів/систем або їх складових частин та встановлення відповідності отриманих показників показникам надійності, що приведені в технічній документації;
- аналіз причин відмов металоконструкцій або їх складових частин;
- оцінка впливу відмов на роботу АЕС.

На основі висновку адміністрацією ОП АЕС має бути підготовлено рішення про переназначення ресурсу/строку служби та умови подальшої експлуатації або заміну елементу. До рішення має бути прикладена довідка про внесені зміни у доповідь з аналізу безпеки енергоблока АЕС, якщо необхідність у таких змінах з'являється в результаті прийнятого рішення.

Висновки та рішення про перепризначення ресурсу/строку служби елементу оформлюються у відповідності з "Положенням о порядке продления срока эксплуатации/службы оборудования систем, важных для безопасности" ПЛ-Д.0.08.126-04 та "Положением о порядке согласования и утверждения производственной и проектной документации" ПЛ-Д.0.06.007-04.

Рішення про перепризначення ресурсу елементів оформлюються згідно з "Положением о порядке согласования и утверждения производственной и проектной документации" ПЛ-Д.0.06.007-04 та "Положением о порядке продления срока эксплуатации/службы оборудования систем важных для безопасности" ПЛ-Д.0.08.126-04.

При проведенні НДР виконавець повинен враховувати рекомендації МАГАТЕ щодо використання атомної енергії, поводження з радіоактивними відходами та радіаційної безпеки. При розробці документа ПНАЕ слід враховувати рекомендації МАГАТЭ та інших закордонних організацій, викладені у наступних документах [79–89].

Методики і програми обстеження будівельних МК, що розробляються, повинні бути узгоджені з Державним комітетом ядерного регулювання України.

Загальні положення. Будівельні конструкції, що відносяться до першого класу, мають запобігати шкідливому впливу на населення, персонал і довкілля як за нормальних умов експлуатації (НУЕ), так і при проектних аваріях (ПА), які розглядаються в проекті, а також проектних землетрусах (ПЗ) і максимальних розрахункових землетрусах (МПЗ) і при динамічних впливах, таких як ударна хвиля, падіння літака.

Будівельні конструкції АЕС, що відносяться до першого класу, мають витримувати всі проектні навантаження з урахуванням накопичених пошкоджень до повного вичерпання проектного ресурсу. Після навантаження в процесі ПА або ПЗ, МПЗ будівельні конструкції мають зберігати свою подальшу роботоздатність.

Граничні стани першої групи характеризуються:

- руйнуванням будь-якого характеру (1a);
- втратою стійкості форми, що призвело до певної непридатності до експлуатації (1b);
- втратою стійкості положення (1c);
- переходом в систему, що змінюється (1d);
- якісною зміною конфігурації (1e);
- іншими явищами, за яких виникає необхідність припинення експлуатації (1f).

Граничні стани другої групи характеризуються:

- досягненням критичних деформацій конструкцій (2a);
- досягненням критичних рівнів коливань конструкцій (2b);
- виникненням тріщин (2c);
- досягненням критичних розкриттів або довжин тріщин (2d);
- втратою стійкості форми, що призводить до обмежень нормальної експлуатації (2e);
- іншими явищами, за яких виникає необхідність тимчасового обмеження експлуатації (2f).

Граничні стани третьої групи характеризуються:

- проектною аварією – стан будівельного об'єкта, при якому виникає порушення експлуатації, пов'язане з перевищенням нормованих обмежень впливів на персонал підприємства, населення і оточуюче середовище. Аварія характеризується початковою подією, шляхами протікання і наслідками (3a);
- запроектною аварією, включає невраховані для проектних аварій початкові події, відмови систем безпеки, технологічного обладнання або помилки персоналу, які мають наслідки техногенного масштабу (3b).

Відповідно до [8] перевірку міцності, стійкості та інших критеріїв несучої здатності при одноразовому навантаженні в екстремальних умовах експлуатації (аварійна розрахункова ситуація або стабільна чи перехідна розрахункова ситуація, що може реалізуватись обмежене число разів за строк служби), що відповідає перевірці граничних станів 1a, 1b, 1c, 1d, 1e і 1f, необхідно виконувати [9]: перевірку жорсткості та тріщиностійкості в режимі нормальної експлуатації (стабільна розрахункова ситуація), що відповідає перевірці граничних станів 2a, 2b, 2c і 2e; перевірку витривалості при повторних навантаженнях (стабільна розрахункова ситуація), що відповідає перевірці граничних станів 1a і 2b; урахувати повзучість матеріалів та інших реологічних процесів при дії постійних і довготривалих навантажень (стабільна розрахункова ситуація), що відповідає перевірці граничних станів 1f, 2a і 2d за [9].

Слід зауважити, що положення [9] не точно враховує такі види впливів, як ударна хвиля, падіння літака, нестационарні теплові навантаження.

Зміст роботи. У процесі виконання НДР із визначення залишкового ресурсу будівельних металоконструкцій повинні виконуватись наступні роботи:

- розроблено технічне завдання на виконання НДР;
- розроблені та узгоджені з Державним комітетом ядерного регулювання України методики оцінки технічного стану і залишкового ресурсу МК. У разі використання існуючих методик,

- можливість їх використання також підлягає узгодженню з Державним комітетом ядерного регулювання України;
- розроблені та узгоджені з Державним комітетом ядерного регулювання України робочі програми виконання робіт із оцінки технічного стану і визначення залишкового ресурсу МК;
 - розроблені технологічні процеси на вирізання зразків металу МК;
 - проведений відбір проб згідно з робочими програмами і технологічними процесами;
 - виконані роботи за програмами оцінки та визначення залишкового ресурсу, включаючи дослідження металу неруйнівними і руйнівними методами контролю;
 - визначений ступінь деградації та старіння МК;
 - виконані розрахунки на міцність МК;
 - виконані розрахунки на сейсмостійкість МК;
 - визначений залишковий ресурс МК;
 - видані рекомендації щодо подальшої експлуатації МК.

Розроблені або існуючі методики оцінки стану та залишкового ресурсу повинні бути в обов'язковому порядку узгоджені з Державним комітетом ядерного регулювання України.

У програмі робіт із технічного стану і залишкового ресурсу необхідно передбачити:

- аналіз проектної та експлуатаційно-технічної документації;
- аналіз умов експлуатації МК;
- порядок оцінки і контролю технічного стану МК;
- визначення кількості відібраних зразків (за можливості з вказівкою місць відбору зразків) і обґрунтування необхідності та достатності кількості зразків, що пропонуються;
- порядок відбору проб матеріалів МК, а також їх підготовки до досліджень і транспортування;
- опис методів і обсягів випробувань та оформлення результатів;
- встановлення параметрів та критеріїв граничного стану;
- опис критеріїв оцінки залишкового ресурсу;
- оформлення висновку;
- виконання розрахунків металоконструкцій на міцність із урахуванням пошкоджень;
- розрахунок на статичну міцність для визначення напружено-деформованого стану металоконструкцій;
- розрахунок на стійкість;
- розрахунок на опір крихкому руйнуванню з тріщинами і виразками слід виконувати у відповідності з [7] стосовно сталевих захисних оболонок. Для інших будівельних металоконструкцій АЕС правила та норми відсутні. Методи прогнозу технічного стану та ресурсу

повинні бути достатньо консервативними для того, щоб компенсувати невизначеність початкової інформації;

– розрахунок на сейсмічність слід виконувати у відповідності з [3].

Інструментальне обстеження має проводитись із виконанням правил охорони праці та техніки безпеки, що викладені в [40], а також правил, що діють на підприємстві (організації), будинки (споруди) котрого обстежуються. Інструментальне обстеження будівельних металоконструкцій виконують для уточнення технічного стану конструкцій з урахуванням деградації металу, з'єднань та конструкцій в цілому. Інструментальні обстеження МК необхідно виконувати на підставі існуючих нормативних документів [62–69, 20–21, 90–119]. Контроль вимірювальної апаратури необхідно виконувати у відповідності з ГОСТ 23349-84. При виконанні робіт із інструментального обстеження і пов'язаною з цим необхідністю перебування персоналу в зоні строгого режиму слід керуватися нормативними документами, що визначають вимоги з охорони праці та проведення радіаційно-небезпечних і ядерно-небезпечних робіт [22, 38–47].

Для забезпечення безпеки умов праці при проведенні робіт із інструментального обстеження, слід враховувати законодавчі акти, а також здійснювати попереджувальні та регламентовані соціально-економічні, організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи. Деякі заходи описані у [48].

Герметичність газових та водяних пустот металоконструкцій технологічного обладнання та реактора визначається у відповідності з вимогами документа [67] за окремою програмою робіт, затвердженою головним інженером АЕС. Відповідного ПНАЕ для будівельних конструкцій не існує.

Уточнені (додаткові) розрахунки напружено-деформованого стану (НДС) металоконструкцій. Мета уточнених розрахунків напружено-деформованого стану – отримання додаткової (а також відсутньої в технічній документації) інформації про номінальні та місцеві напруження та деформації, що необхідна для встановлення механізмів пошкодження та (або) розрахунків залишкового ресурсу. Уточнені розрахунки мають проводитись з урахуванням усіх режимів і фактичних навантажень за період експлуатації (включаючи температурний вплив та взаємодію з навколишнім середовищем), з урахуванням корозії, а також можливою зміною характеристик металів. Методи визначення розрахункових навантажень, внутрішніх зусиль, деформацій, напружень та переміщень не регламентуються. Обрані методи мають враховувати усі сполучення розрахункових навантажень для всіх розрахункових випадків і дати можливість визначити всі необхідні розрахункові групи категорій напружень. Відповідальність за вибір того чи іншого методу розрахунку несе організація, що виконує відповідний розрахунок.

Для технічного обладнання та елементів реактора при розрахунку на статичну міцність та стійкість перевіряється виконання умов міцності, що вказані в розділах 3, 5.4 та 5.11 [61]. Статичний розрахунок виконується з урахуванням усіх розрахункових навантажень, що вказані у п. 5.1.3, та всіх розрахункових режимів експлуатації, що вказані в п. 5.1.4 [61]. Відповідного ПНАЕ для будівельних конструкцій не існує. Для технічного обладнання та елементів реактора розрахунок на циклічну міцність виконується відповідно до розділу 5.6 [61]. Для технічного обладнання та елементів реактора розрахунок на опір крихкому руйнуванню виконується згідно з розділом 5.8 [61] та 8 [61]. Відповідних ПНАЕ для будівельних конструкцій не існує.

Оцінка технічного стану металоконструкцій. Якщо фактичний стан елементів та матеріалу металоконструкцій відповідає вимогам ПКД та ТУ на поставку, а параметри навантаження елементів металоконструкцій не перевищують проектних та нормованих параметрів, то приймається рішення щодо продовження строку служби металоконструкції до наступної оцінки технічного стану.

Якщо фактичний стан елементів та матеріалу конкретної металоконструкції (або декількох металоконструкцій) не відповідає вимогам ПКД та ТУ на поставку, необхідно виконати розрахунок на міцність у відповідності з вимогами [61] з урахуванням фактичних або переглянутих режимів навантаження, реальної товщини і гарантованих властивостей металу для визначення технічного стану металоконструкції (або металоконструкцій) за всіма визначальними параметрами і залишкового строку служби до досягнення критеріальних значень, але не більше ніж ЯУ в цілому.

При невідповідності якогось значення визначального параметра стану металу (елемента) металоконструкції критеріальному значенню, експертна комісія, призначена наказом експлуатуючої організації, проводить експертну оцінку впливу даного значення параметра на ресурс металоконструкції. На основі аналізу результатів розрахунку експертна комісія приймає рішення щодо можливості та доцільності проведення робіт із технічного обґрунтування продовження строку служби металоконструкції за умови зміни режимів навантаження або підсилення елемента металоконструкції.

Розрахунки на міцність, пов'язані з механізмами пошкодження, що не охоплюються діючими нормами, мають виконуватися за методиками, узгодженими ГКЯР.

Критерії оцінки залишкового ресурсу металоконструкцій. Оцінка залишкового ресурсу конструкцій містить наступні розрахункові операції:

- в умовах статичного навантаження та корозійного середовища, коли основним пошкоджуючим фактором є загальна корозія, параметрами, що визначають строк служби можуть бути товщина стінки МК, лінійна швидкість корозії або час проникнення корозії на допустиму глибину. гранично допустимі значення вказаних параметрів слід визначати за НТД або із досвіду експлуатації;
- в умовах циклічного навантаження при відсутності корозії параметром, що визначає строк служби, можуть бути експлуатаційне число циклів "розігрів-охолодження" металоконструкцій та накопичене втомлюване пошкодження, що характеризується величинами, гранично допустимі значення яких задаються в конструкторській документації та НТД;
- в умовах крихкого руйнування за наявності дефектів, що виявлені в процесі обстеження технічного стану металоконструкцій, параметрами, що визначають строк служби, можуть бути параметри, що характеризують геометрію виявлених дефектів та їх кількість, а також швидкість розвитку дефектів та тріщин.

Вищеприведенні розрахунки для елементів МК, що працюють при опроміненні, проводяться із урахуванням зміни властивостей матеріалу в результаті його впливу. В основу оцінки залишкового ресурсу мають бути покладені:

- індивідуальний підхід до прогнозування стану металоконструкцій та їх елементів на необхідний строк;
- принцип "безпечної експлуатації за технічним станом";
- експертна оцінка технічного стану та залишкового ресурсу технологічного обладнання та елементів реактора (за РД-ЭО-00141-98);
- фізична (детерміністична) модель накопичення необоротних змін у конструкційних матеріалах або складових елементах (за відсутністю експлуатаційної інформації щодо досягнення елементами граничного стану).

Для проведення робіт із контролю та оцінки технічного стану металоконструкцій АЕС складаються робочі програми, котрі узгоджуються головним інженером (технічним директором – головним інженером) АЕС. Відповідальність на виконання робіт в обсягах, передбачених програмами, несе головний інженер АЕС. Зміст робочих програм має бути аналогічним переліку, вказаному у п. 7.5. правил ПНАЭ Г-7-008-89.

У зв'язку з відсутністю ПНАЕ із визначення технічного стану і перепризначення ресурсу металоконструкцій будівель та споруд, що містять системи, важливі для безпеки, тимчасово застосовують наступні документи:

- "Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса зданий и сооружений атомных станций, содержащих системы, важные для безопасности" ПМ-Т.0.08.169-06;
- "Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса строительных конструкций АЭС. Шахта реактора" ПМ-Т.0.08.127-04;
- "Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса бассейна выдержки со всеми конструкциями, включая стеллажи" ПМ-Т.0.08.125-04;
- "Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса строительных конструкций АЭС. Основания, стены и перекрытия реакторного отделения" ПМ-Т.0.08.126-04;
- "Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса фундаментов, закладных деталей и элементов раскрепления оборудования реакторного отделения АЭС" ПМ-Т.0.08.170-06;
- "Типовая программа по управлению старением элементов блока АЭС" ПМ-Д.0.08.222-04.

Вимоги щодо виконання оцінки та прогнозування залишкового ресурсу конструкцій містяться у нормативній документації [2, 4, 10, 12, 13, 37].

У відповідності з [10] для оцінки залишкового ресурсу будівельних конструкцій рекомендується застосовувати статистичні та розрахунково-експериментальні методи [71–75].

При виконанні роботи на ЧАЕС необхідно враховувати дані, викладені в документації [50–58]. Необхідно розробити правила та норми для атомної енергетики (ПНАЕ), які б включали:

- аналіз видів, наслідків і критичності відмов будівельних конструкцій АС;
- надійність будівельних конструкцій і основ будівель і споруд АС. Основні положення з розрахунку;
- правила технічної експлуатації будівель і споруд АС;
- систему технічного обслуговування і ремонту будівельних конструкцій АС;
- склад і основні правила задання вимог до надійності будівельних конструкцій АС;
- методи розрахунку показників надійності будівельних конструкцій АС;
- навантаження та впливи на будівлі та споруди АС;
- загальні правила класифікації відмов і критичних станів будівельних конструкцій АС;
- методику визначення ризиків та їх прийнятих рівнів для будівель та споруд АС для декларування об'єктів підвищеної небезпеки;
- нормативні документи з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації будівель та споруд АС;

- положення з проведення планово-попереджувального ремонту будівель і споруд АС;
- положення з контролю стану будівельних металоконструкцій АС в агресивних середовищах, проведення обстеження і проектування поновлення захисту конструкцій від корозії;
- методичні вказівки щодо організації технічного нагляду за станом будівель та споруд АС;
- методичні рекомендації щодо технічного освідчення будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж АС;
- положення з розслідування причин аварій будівельних конструкцій будівель і споруд АС та їх конструктивних елементів;
- оцінку технічного стану сталевих конструкцій будівель і споруд АС, що експлуатуються.

Відсутні ПНАЕ для розрахунків будівельних металоконструкцій з дефектами на: статичну міцність; стійкість; опір крихкому руйнуванню; циклічну міцність; довгострокову міцність; сейсмостійкість; динамічну міцність (ударна хвиля); термошокове навантаження; герметичність.

Висновки

Для визначення залишкового ресурсу металоконструкцій АС в цілому необхідно розробити документ аналогічний РД ЭО 0447-03 "Методика оценки состояния и остаточного ресурса железобетонных конструкций АЭС, важных для безопасности".

Література

- [1] ПНАЭ Г-1-011-89(ОПБ-88) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.
- [2] НП 306.1.02/1.034-2000 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.
- [3] ПНАЭ Г-5-006-87 Нормы проектирования сейсмостойких АС. Утверждены ГАН СССР, 1987.
- [4] ПиН АЭ-5.6 Нормы строительного проектирования АС с реакторами разного типа. Правила и нормы в атомной энергетике.
- [5] "Решение Коллегии Госатомнадзор Украины по классификации систем и элементов АЭС с реакторами ВВЭР" № 30 от 08.12.93 г.
- [6] Письмо-разъяснение ГАНУ № 01-09/175 от 11.02.94 г.
- [7] ПНАЭ Г-10-012-89 Атомные станции. Стальные защитные оболочки. Нормы расчета на прочность.
- [8] ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування
- [9] ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1988.

- [10] ГОСТ 26291-84 Надежность атомных станций и их оборудования. Основные положения и номенклатура показателей. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, переиздание, 1987.
- [11] ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення
- [12] ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення
- [13] ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги
- [14] ДСТУ 3004-95 Надежность техники. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным
- [15] ДСТУ 2941-94 Системы обработки информации. Разработка систем. Термины и определения
- [16] ДСТУ 2850-94 Программные средства ЭВМ. Показатели и методы оценки качества
- [17] Рішення Колегії Держатомнагляду України № 4/1 от 25.02.1994 г. "О назначении ресурса оборудования, важного для ядерной безопасности".
- [18] КНД "Организация технического обслуживания и ремонта систем и оборудования атомных электростанций. Основные положения".
- [19] ПЛ-Д.0.08.126-04 Положение о порядке продления срока эксплуатации/службы оборудования систем, важных для безопасности.
- [20] ВУ-1С-83 Временные указания по подготовке производства к проведению работ по сварке и контролю сварных соединений герметизирующих облицовок защитных оболочек и помещений системы локализации аварий АЭС, подконтрольных Госгортехнадзору СССР, 1983.
- [21] ВУ-2С-83 Временные указания по методам и нормам контроля сварных соединений герметизирующих облицовок защитных оболочек и помещений системы локализации аварий АЭС, подконтрольных Госгортехнадзору СССР, 1983.
- [22] ПНАЭ Г-1-024-90 (ПБЯ РУ АС-89) Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. ГАЗН СССР, 1990.
- [23] ПНАЭ Г-10-021-90 Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций. – М.: Госпроматомнадзор СССР, 1991.
- [24] ПНАЭ Г-7-030-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть II. Контроль сварных соединений и наплавки, М.: ЦНИИАтоминформ, 1992.
- [25] ПНАЭ Г-7-031-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть III. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий. ГПАН СССР 31.10.91 № 14; НАЭК 16.05. 2002 №354.
- [26] Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. – К.: Госстрой Украины, 2003.

- [27] Правила обследования, оценки технического состояния и паспортизации производственных зданий и сооружений.
- [28] Положение о безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений.
- [29] НП 306.1.02/1.034-2000 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций, ГКЯР Украины, 2000.
- [30] ПН-Д.0.08.341-04. План действий ГП НАЭК "Энергоатом" по реализации "Комплексной программы работ по продлению срока эксплуатации действующих энергоблоков атомных станций." – К.: ГП НАЭК "Энергоатом" 2004.
- [31] ПМ-Д.0.08.222-04 Типовая программа по управлению старением элементов блока АЭС. – К.: ГП НАЭК "Энергоатом" 2005.
- [32] ПМ-Т.0.08.127-05 Типовая программа оценки технического состояния и переназначения ресурса строительных конструкций АЭС. Шахта реактора.
- [33] ПМ-Т.0.08.126-06 Типовая программа оценки технического состояния и переназначения ресурса строительных конструкций АЭС. Основания, стены и перекрытия реакторного отделения. – К.: ГП НАЭК "Энергоатом" 2006.
- [34] ПМ-Т.0.08.169-06 Типовая программа оценки технического состояния и переназначения ресурса общестанционных зданий атомных станций, содержащих системы, важные для безопасности. – К.: ГП НАЭК "Энергоатом" 2006.
- [35] ПМ-Т.0.08.170-06 Программа оценки технического состояния и переназначения ресурса фундаментов, закладных деталей и элементов раскрепления оборудования реакторного отделения АЭС – К.: ГП НАЭК "Энергоатом" 2006.
- [36] 1-ПМ-СНРиПЭ Программа мероприятий по продлению сроков эксплуатации энергоблоков Ровенской АЭС (на период 2005–2010 гг.).
- [37] ПНАЭ Г-5-006-87 Нормы проектирования сейсмостойких АС. Утверждены ГАЭН СССР, 1987.
- [38] СТО 22-04-02 Руководство по отбору микропроб, проб и определению механических свойств сталей в металлических конструкциях зданий неразрушающим методом. – М.: Научно-промышленный консорциум Ресурс, 2002.
- [39] НД 306.711-96 Надежность АЭС и оборудования. Продление ресурса средств контроля и управления, входящих в системы, важные для безопасности. Общие требования к порядку и содержанию работ.
- [40] ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Взамін СНиП 2.01.02-85.
- [41] НАПБ А.01.001-2004 Правила пожарной безопасности в Украине (с изменениями), ГУПО МВД Украины, 2002.
- [42] СНиП III-4-80 (ДНАОП 0.07.-1.01-80) Техника безопасности в строительстве. – М.: ЦТП Госстроя СССР, 1989.
- [43] ДНАОП 0.00-1.03-02 Правила устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов. МПСУ 20.08.2002.

- [44] СП АС-88 (ДНАОП 0.03-1.73-88) Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций. Минздрав СССР, 1998.
- [45] ДНАОП 0.03-1.76-89 (ПРБ АС-89) Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций. МЗ СССР 09.01.89.
- [46] ГКД 34.20.507-2003 Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. МПЕ України від 13.06.2003.
- [47] ДНАОП 1.1.10-1.04-01 Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями. МПСПУ 05.06.2001.
- [48] ВБН В.1.1-034-03.307-2003 (НАПБ 03.005-2002) Защита от пожара. Противопожарные нормы проектирования атомных электростанций с водяными электрическими реакторами. Министерство топлива и энергетики Украины. – К.:, 2004.
- [49] НРБУ-97 (ДНАОП 0.03-3.24-97) Норми радіаційної безпеки України. Державні гігієнічні норми. МОЗ України, 2000.
- [50] ДСТУ 2293-99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – К.: Держстандарт України, 1998.
- [51] Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой. В.В.Петров, И.Т.Овчинников, Ю.М.Шихов. – Изд-во Саратовского университета, 1987.
- [52] Комплексная программа снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС, затверджена постановою КМ України від 29.11.2000 № 1747.
- [53] Концепция снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС от 20.08.2004.
- [54] Заходи з реалізації "Програми робіт із встановлення терміну експлуатації блоків ЧАЕС на етапах припинення експлуатації та зняття з експлуатації", введені в дію наказом від 01.08.06 № 581.
- [55] Технічне рішення "О назначении критических элементов для установления нового срока эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС на этапах прекращения эксплуатации и снятия с эксплуатации", інв. № 127-ТО від 12.12.2006.
- [56] Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понад проектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки, НП 306.2.099-2004.
- [57] Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд.
- [58] Основні нормативні вимоги та розрахункові характеристики землетрусів для промайданчиків Чорнобильської АЕС, затверджені листом Держбуду України від 08.07.05 № 3/19-19.
- [59] Основні нормативні вимоги та розрахункові характеристики смерчів для майданчика Чорнобильської АЕС, затверджені наказом Держбуду України від 21.10.02 № 64".
- [60] Технічне рішення "О назначении критических элементов для установления нового срока эксплуатации блоков Чернобыльской АЭС на этапах прекращения эксплуатации и снятия с эксплуатации", інв. № 127-ТО від 12.12.2006.

- [61] ПНАЭ Г-7-01-011-97 (ОПБ-88/97) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. Госатомнадзор России, Москва 1997.
- [62] РД ЭО 0141-98 Технические требования к методикам оценки технического состояния и остаточного ресурса элементов энергоблоков АС. ГОСЭНЕРГОАТОМ, Москва, 1998.
- [63] ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. 1986.
- [64] ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. 1990.
- [65] ПНАЭ Г-7-014-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (АЭУ). Ультразвуковой контроль. Часть 1. Контроль основных материалов (полуфабрикатов).
- [66] ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль.
- [67] ПНАЭ Г-7-017-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиграфический контроль.
- [68] ПНАЭ Г-7-018-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Капиллярный контроль.
- [69] ПНАЭ Г-7-019-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Контроль герметичности. Газовые и жидкостные методы.
- [70] ПНАЭ Г-7-030-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть 2. Контроль сварных соединений и наплавки для ручного контроля.
- [71] ПНАЭ Г-7-031-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть 3. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий.
- [72] РД ЭО 0027-94 Инструкция "Определение характеристик механических свойств металла оборудования атомных станций безобразцовыми методами по характеристикам твердости", ВНИИАЭС, 1994.
- [73] МИ-01-2006 Методика расчета необходимого количества испытаний при контроле по количественному признаку.
- [74] МИ-03-2006 Общая методика статической обработки результатов испытаний.

- [75] МИ-05-2006 Методика определения глубины карбонизации бетона железобетонных конструкций.
- [76] МИ-07-2006 Методика оценки степени коррозионного повреждения арматуры в железобетонных конструкциях по толщине продуктов коррозии.
- [77] МИ-08-2006 Методика построения градуировочных зависимостей при испытании железобетонных конструкций при отсутствии контрольных образцов.
- [78] Коментарі ліцензійного консультанта (Додаток 2 до "Документу з прийняття рішення щодо наданого НАЕК "Енергоатом" "Технічного рішення № 4/00 ОУ "Про робоче проектування для стабілізаційних заходів на об'єкті "Укриття" (регулююче рішення Р1 в рамках Плану Здійснення Заходів на об'єкті "Укриття") від 09.01.2001", "Повідомлення про зміни (зміна В1 від 05.01.01) до документа Завдання 1: "Проектні критерії для інтегрованого проекту стабілізації" WBS A01 13000-Дос. 1.4", "Обґрунтування зміни навантажень від смерчу на навантаження від "сильного вітру" для Чорнобильської зони при проектуванні заходів стабілізації. WBS A01 13000-Дос. 1.4 доповнення (редакція 0 від 08.01.01р.)", "Обґрунтування зміни навантажень від смерчу на навантаження від "сильного вітру" для Чорнобильської зони при проектуванні заходів стабілізації. WBS A01 13000-Дос. 1.4 доповнення (редакція 0 від 08.01.01р.)". – Київ: ДНТЦЯРБ/RISKAUDIT/SCIENTECH, 2001).
- [79] РД 95 10444-91 Рекомендации по определению расчетных характеристик смерчей при размещении атомных станций. - Москва: Минатомэнергопром СССР, 1991.
- [80] Оценка расчетных характеристик вероятного смерча в зоне расположения объекта "Укрытие". Книга 1. Отчет о научно-исследовательской работе (инв. № 1229и). – Киев КИИЗИ "Энергопроект", 1996.
- [81] Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-SG-S11A. Учет экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок АЭС (без учета тропических циклонов). – Вена: Изд-во МАГАТЭ, 1983. – 73 с.
- [82] Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-G-S. Безопасность атомных электростанций. Выбор площадок для АЭС. Свод положений. Нормы МАГАТЭ по безопасности. – Вена: Изд-во МАГАТЭ, 1979. – 44 с.
- [83] Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-SG-D5. Учет внешних событий, вызванных деятельностью человека при проектировании атомных станций. – Вена: Изд-во МАГАТЭ, 1981. – 50 с.
- [84] Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-SG-S1. Анализ и проверка сейсмичности атомных станций. – Вена: Изд-во МАГАТЭ, 1981. – 62 с.
- [85] Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-SG-S5. Учет чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате деятельности человека, при выборе площадок для атомных станций. – Вена: Изд-во МАГАТЭ, 1981. – 70 с.

- [86] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methodology for the Management of Ageing of Nuclear Power Plant Components Important to Safety, Technical Reports Series No. 338, IAEA, Vienna (1992).
- [87] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Data Collection and Record Keeping for the Management of Nuclear Power Plant Ageing, Safety Series No. 50-P-3, IAEA, Vienna (1992).
- [88] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme, Safety Reports Series No. 15, IAEA, Vienna (1999).
- [89] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, AMAT guidelines – IAEA Services Series №4, IAEA, Vienna, 1999.
- [90] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Safety Guide – Safety Standards Series No. NS-G-2.10 2003, IAEA, Vienna, 2003.
- [91] Glossary of Nuclear Power Plant Ageing, OECD/NEA, 2001.
- [92] ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.
- [93] ГОСТ 5640-68 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты.
- [94] ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
- [95] ГОСТ 7122-81 Швы сварные и металл наплавлений. Методы отбора проб для определения химического состава.
- [96] ГОСТ 7268-82 Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб.
- [97] ГОСТ 7564-73 Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.
- [98] ГОСТ 7565-81 Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для химического состава.
- [99] ГОСТ 9012-59 Металлы. Методы испытаний. Измерение твердости по Бринеллю.
- [100] ГОСТ 9013-59 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу.
- [101] ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытаний на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.
- [102] ГОСТ 10243-75 Металлы. Метод испытаний и оценка макроструктуры.
- [103] ГОСТ 12503-75 Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.
- [104] ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение.
- [105] ГОСТ 1778-70 Сталь. Металлографические методы определения металлических включений.