

Имя пользователя:
Баранюк Александр Владимирович

ID проверки:
1011581188

Дата проверки:
14.06.2022 21:40:25 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:
14.06.2022 21:45:58 EEST

ID пользователя:
100007114

Название файла: TYa81-RomanchukBV-diploma-2022p,1

Количество страниц: 17 Количество слов: 2282 Количество символов: 16576 Размер файла: 186.61 KB ID файла: 1011450760

10.6% Совпадения

Наибольшее совпадение: 5.65% с Интернет-источником (<https://vdocuments.mx/error-reference-source-not-found.htm..>)

5.65% Источники из Интернета 30 Страница 19

10.6% Источники из Библиотеки 47 Страница 19

0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 2

3 ВПЛИВ ВІДМОВИ САОЗ ВТ НА РОЗВИТОК АВАРІЇ ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯМ ТЕПЛОВІДВЕДЕННЯ ВІД ПЕРШОГО КОНТУРУ РУ ВВЕР-1000

3.1 Актуальність

Атомна енергетика – складний виробничий комплекс, для надійної та безпечної роботи якого необхідне якісне, продумане і відповідальне управління, висококваліфікований персонал, розробка та впровадження новітніх технологій, а також дослідження різної складності аварій, зробленні висновки і вжиті всі можливі дії щодо унеможливлення повторення цих аварій.

Питання підвищення безпеки АЕС набули особливого значення після аварій на АЕС «Три-Майл-Айленд» (США, 1979), Чорнобильській АЕС (УСРСР, 1986) і АЕС «Фукусіма-Даїчі» (Японія, 2011), кожна з яких дала новий поштовх до досліджень аби покращити рівень безпеки АЕС.

Значну увагу на АЕС приділяють аваріям зі збільшенням тепловідведення від другого контуру, в результаті різних вихідних подій. Варто відмітити, що «дефіцит» безпеки, стосовно виконання відводу тепла від АкЗ по другому контуру, був виявлений задовго до аварії на АЕС в Японії. В Україні було реалізовано заходи на багатьох енергоблоках, направлени на його усунення.

В даній роботі розглянута вихідна подія «Розрив паропроводу» та проведений аналіз з визначенням можливості виходу реактора на повторну критичність.

Було проаналізовано – два сценарія розвитку ВП: без урахування роботи САОЗ ВТ та з урахуванням роботи одного каналу САОЗ ВТ, з визначенням можливості виходу реактора на повторну критичність.

3.2 Аналіз вихідних подій, пов'язаних із збільшенням тепловідведення через другий контур

Збільшення тепловідведення через другий контур, викликане вихідними подіями ПНЕ та ПА, в більшій мірі пов'язанні з порушеннями в роботі обладнання, що призводить до часткової або повної втрати примусової циркуляції теплоносія.

Збільшення кількості тепла, що відводиться другим контуром, призводить до зменшення середньої температури теплоносія у першому контурі, супроводжуючись виділенням позитивної реактивності в активній зоні внаслідок негативного температурного коефіцієнта реактивності. Зменшення запасу підкритичності та зростання нейтронної потужності реактора є наслідком збільшення реактивності активної зони, а до пошкодження твел та/або надмірного збільшення тиску реакторної установки призводить будь-яке неконтрольоване збільшення потужності реактора.

Одна з таких аварій – розрив паропроводу, яка обрана для детального розрахункового аналізу в даній роботі.

3.3 Розрив паропроводу

3.3.1 Загальна характеристика вихідної події

Дана вихідна подія розглядається, як двосторонній розрив паропроводу ПГ, що обумовленна при роботі енергоблока на будь-якому рівні потужності реактора. Приховані дефекти труб або зварних з'єднань можуть бути причинами розриву паропроводу.

В порівнянні з іншими ВП цієї групи, розрив паропроводу призводить до найбільшого темпу зниження тиску в другому контурі та найбільшої інтенсивності охолодження теплоносія першого контуру «аварійної» петлі. Також підвищення охолодження теплоносія в межах однієї циркуляційної петлі, є наслідком нерівномірного охолодження теплоносія в реакторі.

У проєкті АЕС [Error: Reference source not found, Error: Reference source not found] реалізовані такі сигнали аварійного та технологічного захисту, що формуються при розривах паропроводів:

- тиск у паропроводі нижче 50 (кгс/ см²) та різниця температур насичення більше 75 (°C) в першому та другому контурах;
- тиск у паропроводі нижче 50 (кгс/ см²), в першому і другому контурах різниця температур насичення більше 75 (°C) і більше 200 (°C) в гарячій нитці циркуляційної петлі;
- тиск у паропроводі нижче 45 (кгс/ см²) і на зворотному клапані перепад тиску ≤ -2 (кгс/ см²);
- в паропроводі ПГ знижується тиск до 55 (кгс/ см²), а також швидкість падіння тиску більше 0,5 (кгс/ (см² ×С));
- в ГО підвищення тиску більше 1,3 (кгс/ см²) (коли стається розрив захисної оболонки всередині).

Отримавши, формування зазначених сигналів та подальшого розвитку перехідного процесу, відбувається:

- спрацьовування АЗ реактора та знижується потужність до рівня залишкових енерговиділень;
- включення механізмів систем безпеки (запуск дизель-генераторів передуює включенню механізмів СБ, при знеструмленні АЕС);
- подача насосами САОЗ ВТ в перший контур борної кислоти;
- закриття ШВЗК на паропроводі «аварійного» ПГ;
- закриття СК ТГ, відключається турбогенератор та ТЖН (за допомогою ДЖЕН або АЖЕН здійснюється підживлення ПГ, крім «аварійного»);

- на трубопроводі живильної води «аварійного» ПГ закриття арматури і з заборною відкриття;
- відключення ГЦН циркуляційної петлі із «аварійним» ПГ.

Під час розвитку перехідного процесу можливо:

- через вихід реактора на повторну критичність в процесі розхолодження після того, як спрацьовує аварійний захист можливе повторне збільшення нейтронної потужності реактора;
- виникнення кризи теплообмінну на зовнішній поверхні найбільш енергонапружених твел, також можливе зростання температури оболок твел та палива.

Аналізуючи вихідні події, пов'язані з розривом паропроводів ПГ, можна виділити такі розташування розривів:

- після ШВЗК (за межами захисної оболонки, в «відсікається» частини паропроводу);
- між ПГ і ШВЗК (всередині захисної оболонки та за межами ГО в «не відсікається» частини паропроводу).

Причиною відключення ГЦНу при розриві паропроводу всередині захисної оболонки є зростання параметрів (температури і тиску) середовища в приміщеннях ЗО.

Коли розрив паропроводу стається за межами ЗО, відключається тільки ГЦН «аварійної» петлі, тому що зростання параметрів ГО не відбувається.

У випадку, коли розрив паропроводу стається в частині, що «відсікається», то після відсікання «аварійного» ПГ від місця розриву і після закриття ШВЗК, в «аварійному» ПГ стабілізується тиск і визначається ступенем відкриття ШРУ-А.

3.3.2 Критерії прийнятності

Для вихідної події, що розглядається «Розрив паропроводу», визначено такі критерії прийнятності при розрахунках:

- в будь-якій точці паливного елемента, максимальна температура палива не має бути більшою температури плавлення UO_2 2800 (°C) [Error: Reference source not found, Табл. 42.99], температура плавлення для палива $UO_2+5\%$ мас. Gd_2O_3 становить 2400 (°C) [Error: Reference source not found, Табл. 42.99];
- максимальна проектна межа пошкодження твел не має бути більшою температури облонок твел - 1200 (°C), в оболонках твел частка прореагувавшего цирконію, не більше 1 % від його маси, трохи більше 18 % локальна глибина окислення оболонки твел від початкової товщини стінки [Error: Reference source not found, Додаток 1];
- враховуючи динаміку перехідних процесів та час спрацювання запобіжної арматури, в обладнанні та трубопроводах першого контуру максимальний тиск не повинен перевищувати робочий більш ніж на 15 % [Error: Reference source not found, п.6.2.2], згідно [Error: Reference source not found, Табл.3.2.1], робочий тиск для першого контуру становить 180 (кгс/см²), (17.65 МПа) (абс.).

Можливість виходу реактора на повторну критичність, потребує окремого аналізу, оскільки в результаті виникнення розглянутої ВП можливе вивільнення позитивної реактивності та некероване охолодження теплоносія першого контуру. Попередні результати розрахункового аналізу сценаріїв показали, що для ВП, яку аналізуємо ефект повторної критичності є досяжним, і при цьому час виходу на повторну критичність і максимальне значення потужності повторної критичності є досліджуваними критеріями.

3.3.3 Опис розрахункової моделі

Для виконання розрахунків була використана теплогідролічна модель енергоблока №1 ПАЕС із РУ ВВЕР-1000/В-302 для комп'ютерного коду RELAP. В даній моделі змодельоване основне обладнання першого да другого

контурів, серед яких РУ, ГЦТ, ГЦН, ГЄ, КТ, ПГ, трубопроводи двох контурів, пароскидні пристрої та ін.

Основні принципи, які були використанні при розробці розрахункової моделі:

- моделювалися всі основні потоки середовища та теплові структури двох контурів;
- щоб розширити можливості моделі в неї була закладена реальна геометрія елементів РУ;
- за замовчуванням використовувалися проектні характеристики для основних елементів систем, зокрема для клапанів та насосів, обговорюється особливо застосування експлуатаційних значень;
- для моделювання технологічних систем першого та другого контурів використовувався спрощений підхід. Особливості фізичної системи, що моделюється, у загальному випадку, розрахункова модель повинна відображати настільки близько, наскільки це можливо. Моделювання всього технологічного обладнання АЕС на практиці, не потрібно робити, а при розробці розрахункової моделі, ступінь деталізації систем ЯПВУ, залежить від завдання, що вирішується. Для прикладу, досліджуючи течу першого контуру, де за сценарієм протікання аварії буде дія САОЗ ВТ, вистачить змоделювати частину системи від бака зберігання концентрованого розчину борної кислоти до місця з'єднання її з першим контуром. Моделюючи, система може бути представлена декількома елементами, зокрема: «часозалежне з'єднання», що імітує насос САОЗ ВТ, разом з заданою таблицею витрати середовища в залежності від тиску першого контуру; «часозалежний обсяг», що імітує бак, при заданих значеннях температури розчину, тиску та концентрації борної кислоти; «branch» - гідродинамічний елемент, що імітує частину трубопроводу між першим контуром та насосом. Використовуючи такі наближення при моделюванні, ми маємо на увазі «спрощений підхід».

Нодалізаційні схеми першого і другого контурів енергоблока № 1 ПАЕС, систем САОЗ ВТ, НТ та ГЕ представленні (додаток В: рис.В.1, рис.В.2).

3.4 Аналіз ВП без урахування роботи САОЗ ВТ

Метою даного розрахунку є аналіз параметрів перехідного процесу.

Критерії прийнятності для даного сценарію:

- передбачається показати, що **максимальна проектна межа не буде порушена, тобто температура оболонок твел буде менша 1200 (°C).**

Початкові умови прийняті для аналізу, представлені в Табл.1.

Табл.1 Початкові умови.

Параметр	Розмірність	Значення параметра	
		значення	значення
Теплова потужність реактора	МВт (%)	3000 (100)	3000.0
		[Error: Reference source not found]	(100%)
Параметр	Розмірність	Значення параметра	
Тиск теплоносія на виході з реактора	кгс/см ²	від 158 до 162	159 (б)
		[Error: Reference source not found]	
Рівень теплоносія в КД	м	8.770 ±150	8.77
		[Error: Reference	

		source not found]	
Витрата теплоносія через реактор	м ³ /год	84800 ⁺⁴⁰⁰⁰ ₋₄₈₀₀ [Error: Reference source not found]	86000
Температура теплоносія на вході в реактор	°C	288 [Error: Reference source not found]	289.4
Підігрів теплоносія на активній зоні	°C	30.5 [Error: Reference source not found]	30.0
Максимальна температура зовнішньої поверхні оболонки твел	°C	350 [Error: Reference source not found]	337.0
Тиск у парогенераторах	кгс/см ²	від 62 до 64 [Error: Reference source not found]	62.7 -63.0 (надл.)
Рівень води в ПГ за рівнем з базою4 м	м	2.25 ±75 [Error: Reference source not found]	2.22

		found]	
Температура живильної води	°C	Не менше 162	164
		[Error: Reference source not found]	

При аналізі даного розрахункового сценарію прийнято такі граничні умови:

- ВП аварії є двостронній розрив паропроводу ПГ № 4, між ПГ і ШВЗК (всередині захисної оболонки та за межами ГО в «не відсікається» частини паропроводу);
- підживлення «аварійного» ПГ (відмова заборони для відкриття арматури аварійної живильної води);
- робота всіх каналів САОЗ ВТ не розглядається, а також «підживлення-продування» першого контуру.

Представимо результати аналізу.

Основні події перехідного процесу представлені в Табл.2.

Табл.2 – Хронологія розвитку аварії

Час, с	Подія	Опис
0	Вихідна подія – розрив паропроводу ПГ-1	Місце течі - між парогенератором та ШВЗК
1,03	Сигнал АЗ . Формування сигналу АСП. Сигнал для закриття ШВЗК-1 . Сигнал відключення ГЦН- 4.	Зниження тиску в паропроводі ПГ- 4 до 50 . ₁ (кгс/см ²) при різниці температур насичення першого і другого контурів більше 75 ^{+2.4} (°C) і температурі першого контуру більше 200 (°C).
1,33	Початок руху ОР СУЗ за	З урахуванням затримки електричних

Час, с	Подія	Опис
	сигналом АЗ	ланцюгах на проходження сигналу АЗ -1
20	Закриття СК ТГ	Зниження тиску пари перед ГПЗ до 55 -1 (КГС/СМ ²) та наявності сигналу АЗ
21	Включення ДЖЕН. Відключення ТЖН.	По факту зменшення рівня в ПГ за рівнем з базою 1 м менше 0,17 м при температурі в гарячих нитках більше 150(°С)
93	Відключення ДЖЕН	За фактом спустошення деаераторів
116	Початок подачі АПВ до ПГ від АЖЕН	Зниження рівня ПГ з базою 4 м до 1.5 м
265	Закриття ШВЗК- 1, 2,3 Відключення ГЦН- 1, 2,3	Зниження тиску в паропроводах ПГ- 1, 2,3 до 55 -1 (КГС/СМ ²) зі швидкістю більше 0.5 (кгс/(см ² × с) За сигналом закриття ШВЗК
11340	Вихід реактора на повторну критичність	
20000	Закінчення розрахунку	

Результати розрахункового аналізу ВП представлені нижче у графічному вигляді, відповідно до переліку:

Рис.1 – Теплова потужність реактора;

Рис.2 – Реактивність реактора;

Рис.3 – Температура теплоносія на вході, виході з активної зони та температура насичення;

Рис.3 – Тиск у паропроводах ПГ;

Рис.5 – Масова витрата через насоси САОЗ ВТ;

Рис.6 – Концентрація бору в теплоносіях першого контуру;

Рис.7 – Масова витрата АЖЕН;

Рис.8 – Масова витрата через СК ТГ.



Рис.1 – Тепловая мощность реактора

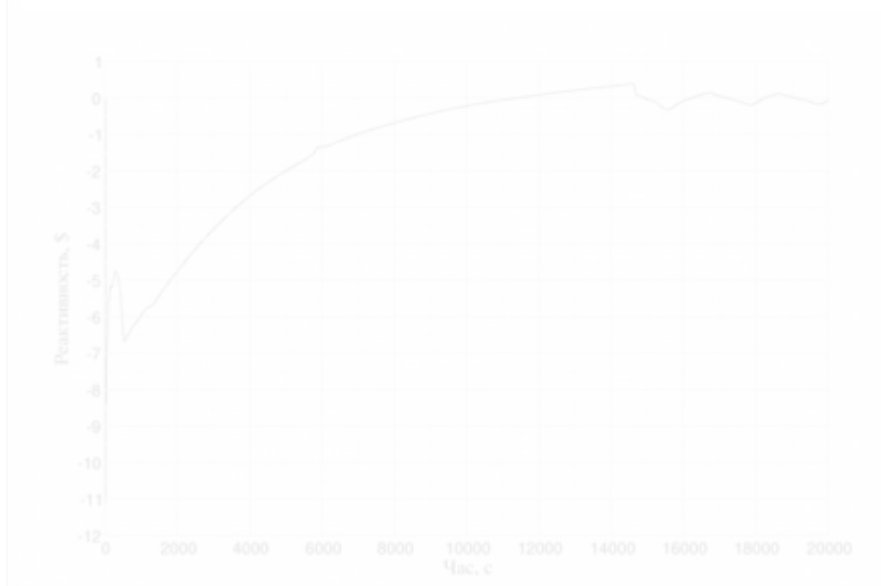


Рис.2 – Реактивность реактора

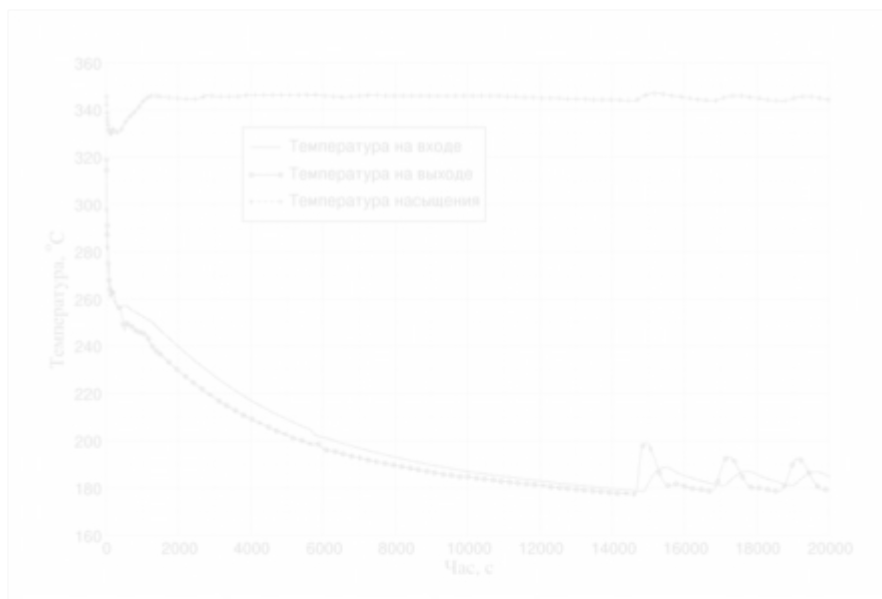


Рис.3 – Температура теплоносителя на входе, выходе з активної зони та температура насичення

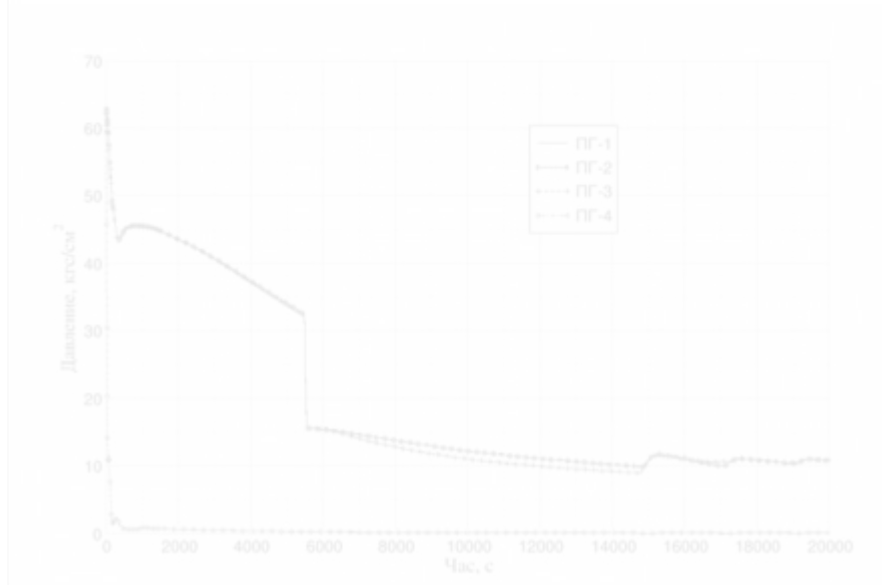


Рис.3 – Тиск у паропроводах ПГ



Рис.5 – Массовая витрата через насосы CAO3 ВТ



Рис.6 – Концентрация бора в теплоносителях первого контура

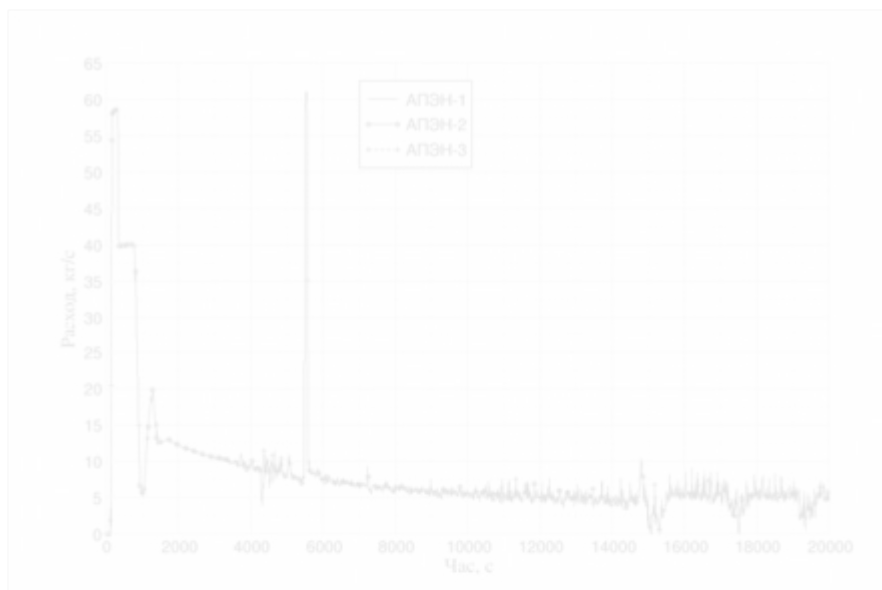


Рис.7 – Массовая витрата АЖЕН

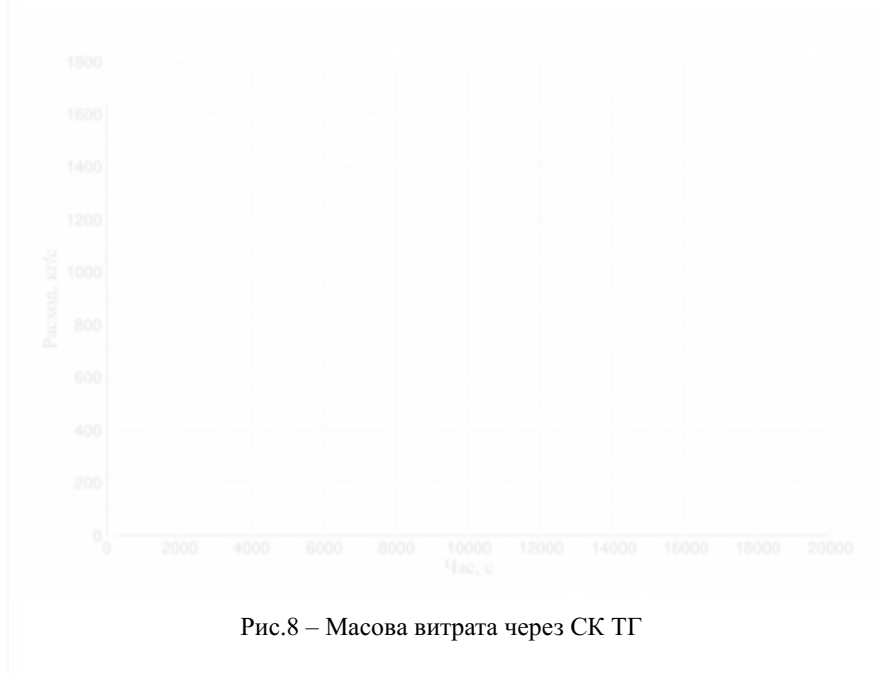


Рис.8 – Массовая витрата через СК ТГ

3.5 Аналіз ВП з урахуванням роботи одного каналу САОЗ ВТ з визначенням можливості виходу реактора на повторну критичність

Аналіз перехідного процесу ВПА «Розрив паропроводу» з підживленням «аварійного» ПГ з урахуванням роботи одного каналу САОЗ ВТ.

Запуск одного насосу САОЗ ВТ з нульової секунди достатньо для недопущення виходу РУ на повторну критичність.

Результати розрахункового аналізу ВП представлені (додаток В) у графічному вигляді, відповідно до переліку:

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not foundT;

Error: Reference source not foundT;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found;

Error: Reference source not found.

Розрахунковий аналіз проводився для ВП розрив паропроводу.

Цілі виконання аналізу полягали в:

- оцінці виконання критеріїв прийнятності;
- визначення послідовності та хронології подій, що характеризують розвиток процесу;
- визначення ВП, що призводять до найтяжчих наслідків.

Для розрахункового аналізу вихідних подій цієї групи були використані критерії прийнятності, зазначені вище в пункті 3.3.2.

Аналіз продемонстрував виконання встановлених критеріїв прийнятності (Табл.3).

Табл.3 – Результати аналізу «Збільшення тепловідведення через другий контур»

Контрольований параметр	Критерій прийнятності i	Розрахункове значення	Запас c
Розрив паропроводу			
Максимальна температура оболонок твел, °С	<1200	315.6	884.4
Максимальний тиск у ГО, (кгс/ см ²) (абс.)	<5.0	4.17	0.83
Максимальна температура в ГО, °С	<150	145	5

3.6 Висновки спецпитання

Було проаналізовано два сценарія ВП:

- без урахування роботи САОЗ ВТ;
- з урахуванням одного канулу САОЗ ВТ.

Результати аналізу показали, що вихідна подія, що викликає збільшення тепловідведення через другий контур, може призвести до досягнення повторної критичності реактора (після спрацьовування АЗ) в результаті дії ефектів реактивності при некерованому заохолодженні теплоносія першого контуру. Однак це не призводить до значного зниження запасів до порушення прийнятих критеріїв прийнятності за температури оболонок твел, запасу до кризи теплообміну. В випадку запуску одного насоса САОЗ ВТ виходу на критику не відбувається.

Результати виконаних розрахунків під час роботи РУ на номінальному рівні потужності показали, що протягом перехідних режимів, викликаних аналізованою вихідною подією, порушень прийнятих критеріїв прийнятності немає, тобто, виконуються основні принципи безпеки, реалізовані у проекті АЕС.

Совпадения

Источники из Интернета 30

1 <https://vdocuments.mx/error-reference-source-not-found.html> 30 источников 5.65%

Источники из Библиотеки 47

2 **Диплом Новоселецкий 02.05** ID файла: 1000040471 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 30 источник 5.65%

3 **Студенческая работа** ID файла: 1000710625 Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University 3 источник 1.84%

4 **TYa42-KalabskiyVV-diploma-2018** ID файла: 5976033 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 1.36%

5 **TYa72mp-GankoTO-thesis-2018** ID файла: 8640697 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 2 источник 0.96%

6 **TYa41-KokorskiyAR-diploma-2018** ID файла: 5976201 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 0.92%

7 **TYa72-ZelentsovD-special-question-2021** ID файла: 1008137902 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 0.48%

8 **Студенческая работа** ID файла: 1008287856 Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University 6 источник 0.44%

9 **TYa52-KovriginVV-diploma-2019** ID файла: 1000053707 Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" 0.35%

10 **Студенческая работа** ID файла: 1000710892 Учебное заведение: National University of Life and Environmental Sciences 2 источник 0.35%