

Имя пользователя:
Баранюк Александр Володимирович

ID проверки:
1011554632

Дата проверки:
13.06.2022 07:59:28 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:
13.06.2022 08:07:51 EEST

ID пользователя:
100007114

Название файла: TYa82-MironovMO-diploma-2022

Количество страниц: 21 Количество слов: 3697 Количество символов: 23528 Размер файла: 973.94 KB ID файла: 1011426324

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

7.2% Совпадения

Наибольшее совпадение: 3.9% с источником из Библиотеки (ID файла: 1011426327)

2.84% Источники из Интернета 104 Страница 23

6.84% Источники из Библиотеки 226 Страница 23

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 126

Подозрительное форматирование 4
страницы

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
Валерій ТУЗ
“ ” 2022 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою *Атомні електричні станції*

спеціальності *143 Атомна енергетика*

на тему: *Розрахунок реакторної установки ВВЕР-1000 з потужністю
990 МВт зі збагачення 3,6 %*

Виконав (-ла): студент (-ка) *4* курсу, групи *ТЯ-82*

Міронов Микита Олексійович

(прізвище ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

асист. *Остапенко І. А.*

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант:

з питань охорони праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. Сергій Каштанов

(посада, вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент (-ка)

(підпис)

Київ - 2022 року

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ САОЗ ВТ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ТИСКОМ НА НАПОРІ ПРИ РОБОТІ НАСОСА СИСТЕМИ НАПЕРШИЙ КОНТУР

3.1 Вступ

Основа стратегії керованого регулювання тиску теплоносія першого контуру полягає в тому, що при течі теплоносія першого контуру розмір течі теплоносія першого контуру, що компенсується, повинен бути мінімізований зниженням тиску в системі першого контуру. Зниження тиску теплоносія має бути автоматизовано таким чином, щоб підтримувався баланс між витратою аварійного підживлення 1 контуру від САОЗ ВТ і витратою на течу теплоносія, за умови збереження безпечного запасу температури гарячих петель до скипання теплоносія.

Реалізація цієї стратегії передбачена чинними інструкціями щодо ліквідації аварій на РУ з ВВЕР-1000. Стратегією передбачається послідовне відключення або переведення на рециркуляцію працюючих на перший контур насосів САОЗ ВТ з метою керованого зниження тиску теплоносія першого контуру з витратою теплоносія, що компенсується САОЗ ВТ, оптимального збереження запасу теплоносія і запобігання надлишковому викиду теплоносія за межі першого контуру.

При цьому, для поточного та відносно стабільного тиску над активною зоною за рахунок розхолодження теплоносія створюється необхідний запас температури до насичення ΔT_s , який є функцією витрати природної або примусової циркуляції через активну зону реактора, кількості насосів САОЗ ВТ, що працюють на перший контур, і витрати від насоса системи підживлення і продувки першого контуру (ТК).

Необхідний запас до насичення перед черговим відключенням насоса САОЗ ВТ оператор забезпечує розхолодження через другий контур і через

течу теплоносія. У разі неможливості розхолодження через другий контур оператор забезпечує розхолодження роботою CAOЗ ВТ через імпульсно-запобіжний пристрій (ІПЗ) компенсатора тиску або систему аварійного газовидалення у режимі Feed&Bleed. Значення створеного запасу має бути таким, щоб після відключення чергового насоса CAOЗ ВТ, для більш низького ступеня тиску в системі першого контуру, забезпечувалося б стійке розхолодження активної зони без кипіння теплоносія. Відключення останнього CAOЗ ВТ виконується після створення умов для включення на аварійне упорскування та розхолодження від насосів CAOЗ НТ.

3.2 Регулятор CAOЗ ВТ TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13)

Захід КЗППБ 23402 передбачає регулювання витрати на РК CAOЗ ВТ для підтримки поточного тиску в системі першого контуру, при якому запас температури теплоносія на виході з активної зони завжди знаходиться у заданому діапазоні значень. Для цього передбачається встановлення на байпасі напірної арматури TJ10(20, 30)S03 регулюючого клапана TJ10(20, 30)S13 на напорі насоса CAOЗ ВТ TJ10 (20, 30)D01 (рис.1 та рис.2)

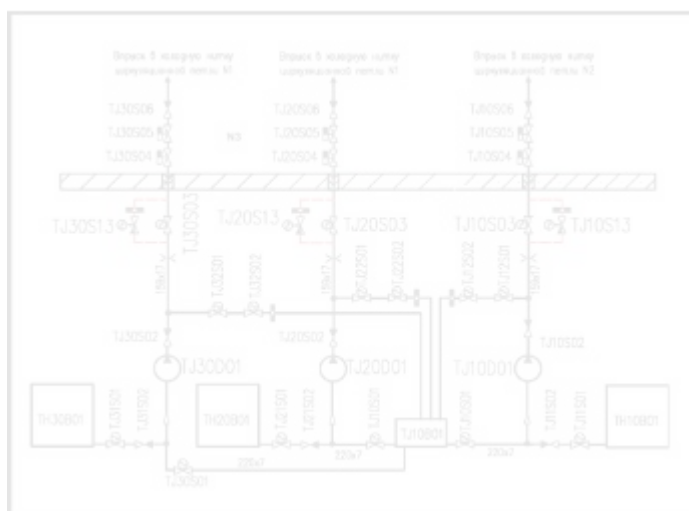


Рисунок 1 – Схема системи каналів CAOЗ НТ із РК на напорі насосів CAOЗ НТ.

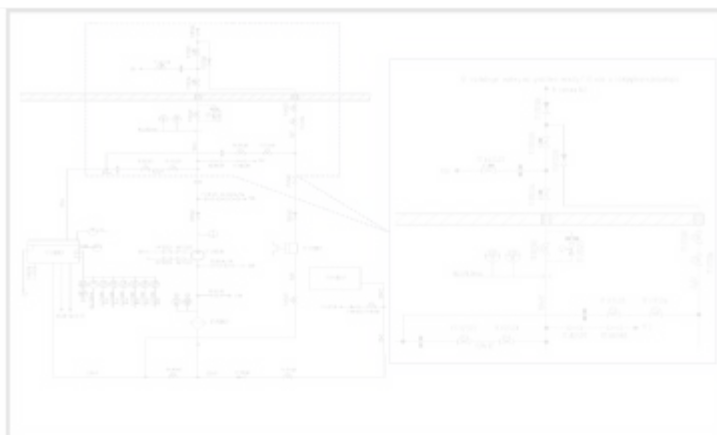


Рисунок 2 – Технологічна схема 1-го каналу CAOЗ НТ із РК TJ10S13 на байпасі напірної арматури TJ10S03 насоса CAOЗ НТ

Даний регулятор призначений для підтримання фіксованого значення запасу температури до температури насичення та підтримання встановленого значення тиску на напорі насоса CAOЗ ВТ TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01). В табл. 1 відображені технічні характеристики РК

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики для РК

Опис	Одиниця виміру	Величина
Позиція РК (технологічне позначення)	1,2TJ10, 20, 30S13	
Призначення РК	Регулювання у проміжному положенні	
Кількість РК	шт	6

Фізичні умови	Борована вода з концентрацією борного розчину $\square 44,5$ г/дм ³	
Протитиск на виході клапана до початку роботи	МПа	атмосферне
Робочий тиск	МПа (кгс/см ²)	10,7 (0-110)
Розрахунковий тиск	МПа (кгс/см ²)	14,3 (145)
Умовний тиск	МПа (кгс/см ²)	12,3 (125)
Розрахунковий перепад тиску на клапані (визначається при розміщенні)	МПа (кгс/см ²)	10,8 (110)

Продовження таблиці 3.1

Опис	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура на міцність корпусу	°С	150
Витрата через клапан при тиску в першому контурі 1 кгс/см ² (атм.) та відкритому РК	т/ч	235
Тиск перед клапаном при максимальній витраті 235 т/год і відкритому РК не нижче	МПа (кгс/см ²)	3,9 (40)
Допустимий пропуск через закритий клапан	л/ч	0,01
Діапазон регулювання витрати	\square	$3 \square 100$
Витратна характеристика		Лінійна
Пропускна характеристика		Лінійна
Внутрішня витратна характеристика	%	<5

відхилення відлінійної пропускної		
Розрахункова температура	°C	150
Спосіб керування силового приводу		Електропривід
Тип електродвигуна силового приводу	Асинхронний, змінного струму, напруга 380 V	
Силовий виконавчий механізм		1-го класу
Час відкриття РК, не більше	сек	20 сек
Час закриття РК, не більше	сек	20 сек
Показчик положення	%	0-100
Положення за відсутності живлення		Відкрито
Спосіб монтажу		Зварювання

Продовження таблиці 3.1

Опис	Одиниця виміру	Величина
Ручний дублер	За домовленістю залежить проекту прив'язки РК за місцем	ві д
Класифікація з ОТТ-87		2ВІа
Вимоги щодо вибухозахисту		вибухозахищений
Категорія сейсмостійкості		I
Вага РК	кг	<300 (за погодженням)
Розрахункова кількість робочих циклів (відкриття- закриття) за робочих параметрів	К-сть	2000

протягом 4 років (30 000 годин)			
Параметри в трубопроводах під час гідравлічних випробувань:			
Тиск при випробуваннях на міцність	МПа (кгс/см ²)	14,3 (145)	
Температура стінки при гідравлічних випробуваннях на щільність, щонайменше	°С	10	
Температура середовища при випробуваннях на міцність	при гідравлічних випробуваннях на міцність	°С	10
Умовний діаметр	мм	125	
Вхідний внутрішній діаметр	мм	125	

Продовження таблиці 3.1

Опис			Одиниця виміру	Величина
Вихідний внутрішній діаметр			мм	125
Зовнішній діаметр та під'єднання до клапана	товщина	трубопроводу	мм	159×17
Матеріал трубопроводів, що приєднуються.				08X18N10T
Клапан повинен бути атестований для роботи в умовах ГО при аварійному режимі "велика" течія, запарювання та пряма затока електроприводу, кінцевих вимикачів				
Кінцеві покажчики - Відкритого положення / Закритого положення				
Роз'єм корпусу клапана шпильковий, гайки				
Ущільнення роз'єму кришки клапана-прокладки				

Ущільнення штока - сальники та графітове ущільнення			
Робочі умови у різних режимах роботи	Режим I	Режим II	Режим III
Температура середовища, °C	до 50	до 50	до 50
Витрата, т/ч	235	130	100
Тиск на вході P1, МПа (кгс/см ²)	4.6 (47)	9.35 (95,4)	10,3(104 ,8)
Перепад тиску, МПа (кгс/см ²)	0,141(1,4 4)	0,043(0,4 4)	0,026(0, 27)

Регулятор САОЗ ВТ реалізує такі режими роботи:

- чергування;
- режим підтримання запасу температури до скипання теплоносія

(ΔT_s);

- підтримання встановленого значення тиску на напорі насоса САОЗ НТ.

Для підвищення надійності при відмові нерезервованих датчиків положення регулюючого клапана (РК) реалізовано модель виконавчого механізму та можливість автоматичного переходу на роботу за моделлю.

Окрім того, вихідні дискретні сигнали управління РК формуються у вигляді "сухих контактів" за схемою "два з трьох". Виробляється діагностика вихідних команд управління РК з відповідною індикацією на відеокадрах.

Автоматичні переходи регулятора з одного режиму до іншого повинні супроводжуватися відповідною індикацією та сигналізацією.

При аваріях з течією теплоносія першого контуру у другий та втраті функцій каналів САОЗ НТ, проектна схема тракту трубопроводів САОЗ НТ та САОЗ ВТ дозволяє використовувати альтернативні схемні рішення підключення САОЗ ВТ до напрямку ГО. Але при цьому повинні враховуватися обмеження витрат на всмоктувальних трубопроводах з мінімальним діаметром 80 мм, як можливої причини кавітації на

всмоктуванні насосів CAO3 BT. При цьому використання альтернативних схем роботи CAO3 BT можливе тільки при використанні РК CAO3 BT як засоби обмеження втрати тиску на всмоктуванні CAO3 BT через надмірну витрату.

На рис.3 показані можливі схеми альтернативного підключення всмоктуючого трубопроводу насоса CAO3 BT до свого або будь-якого напрямку ГО, будь-якого суміжного каналу CAO3 HT на бак або лінії планового розхолодження. Єдиним обмеженням є така робота CAO3 BT, при якій тиск на всмоктуванні працюючого насоса не знижується менш допустимого за умовами кавітації, температура середовища не перевищує 55°C і рівень у баку CAO3 HT, на який скидається теплоносій з ліній планового розхолодження та відкачується CAO3 BT, підтримується постійним, за прийнятних умов радіаційної обстановки та водневої небезпеки.

3.2.1 Робота регулятора CAO3 BT у режимі чергування

Режим чергування (РЧ) включається з дистанційного режиму управління або з режиму " ΔT_s ", за наявності будь-якої з умов:

- відключено насос TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01);
- закрита пневматична арматура TJ10S04 (TJ20S04, TJ30S04);
- закрита пневматична арматура TJ10S05 (TJ20S05, TJ30S05);
- засувка TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03) не закрита.

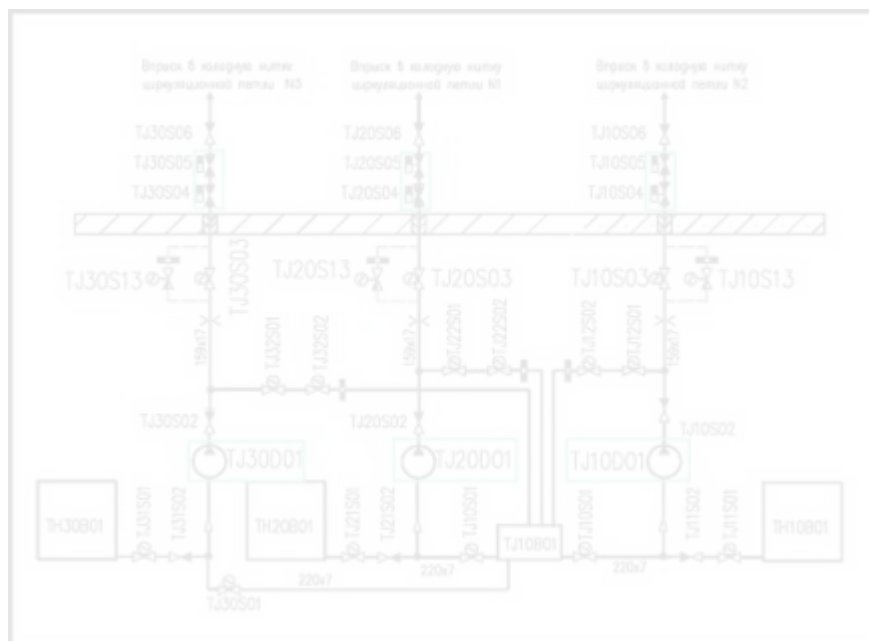


Рисунок 3 – Режим чергування

Регулятор САОЗ ВТ переходить з РЧ в один з режимів "**ΔT_s**" підтримки регульованого параметра за наступним алгоритмом:

- за відкритим положенням пневматичної арматури TJ10S04 (TJ20S04, TJ30S04) та TJ10S05 (TJ20S05, TJ30S05) знімається заборона закриття РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13);
- при включеному стані насоса TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01) та відкритому положенні пневматичної арматури TJ10S04 (TJ20S04, TJ30S04) та TJ10S05 (TJ20S05, TJ30S05) виводяться блокування примусового відкриття засувки TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03);
- після зняття блокування 11.1 (11.10, 11.19) [Д29] з витримкою часу 300 секунд закривається засувка TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03);
- за закритим положенням засувки TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03) регулюючий клапан TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) переходить у режим

підтримки регульованого параметра " ΔT_s ".

3.2.2 Робота регулятора CAO3 BT у режимі " ΔT_s "

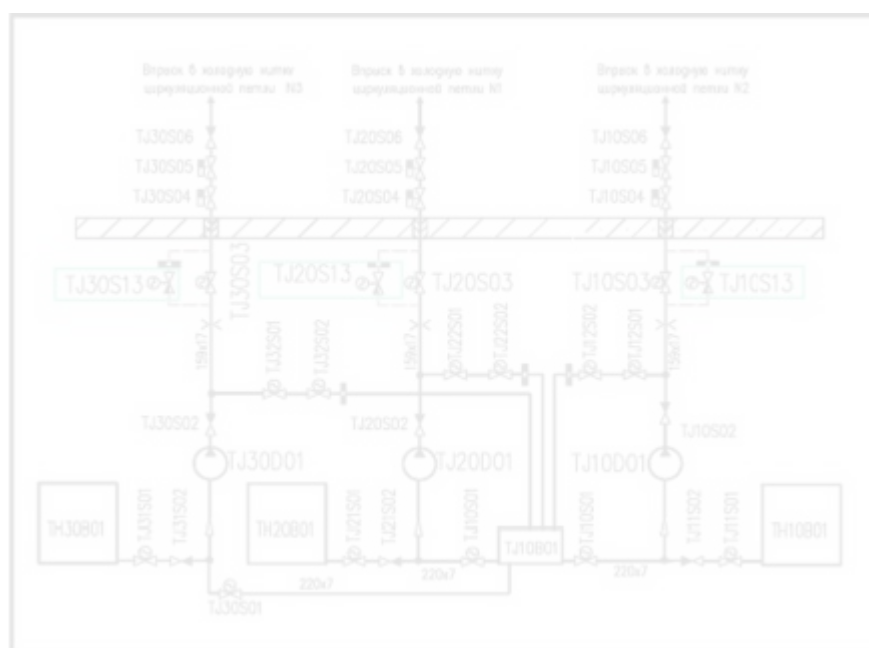
В режимі " ΔT_s " регулятор CAO3 BT підтримує запас температури теплоносія до температури насичення. Уставка за запасом температури " ΔT_s " встановлюється за наступним алгоритмом:

– при температурі відповідної холодної нитки петлі Тх.н.2 (Тх.н.1, Тх.н.3) більше 200 °С, РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) автоматично переключається в режим підтримки уставки " ΔT_s " = 10 °С (15 °С, 20 °С), при цьому оператор має можливість вибрати на пульті управління будь-яку із уставок " ΔT_s " (3 °С, 10 °С, 15 °С, 20 °С, 30 °С);

– при температурі відповідної холодної нитки петлі Тх.н.2 (Тх.н.1, Тх.н.3) від 190 °С до 200 °С, РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) автоматично переключається в режим підтримки уставки " ΔT_s " = 10 °С, при цьому оператор

має можливість (після переходу в " ΔT_s " = 10 °С) вибрати на пульті управління уставку ΔT_s рівну 3°С або 10 °С;

– при температурі відповідної холодної нитки петлі Тх.н.2 (Тх.н.1, Тх.н.3) менше 190 °С, РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) автоматично переключається в режим підтримки уставки ΔT_s = 3 °С, при цьому оператор має можливість (після переходу в ΔT_s = 10 °С) вибрати на пульті керування уставку " ΔT_s " рівну 3°С або 10 °С.

Рисунок 4 – Режим " ΔT_s "

Для вибору оператором режиму ΔT_s необхідно одночасно натиснути на пульті керування кнопку " Деблокировка " та одну з кнопок вибору уставки за

запасом температури до насичення - "3 °C" "10 °C", "15 °C" "20 °C" або "30 °C". Відповідні діапазони підтримки ΔT_s , уст. складають – 3÷5 °C, 10÷12 °C, 15÷17 °C, 20÷22 °C або 30÷32 °C.

Узгодженням (ΔT) для регулятора в даному режимі є різниця між уставкою до насичення теплоносія ($\Delta T_{s,уст.}$) та вимірним значенням запасу до насичення теплоносія ($\Delta T_{s,вим.}$) при поточній температурі над активною зоною ($T_{1к}$) та поточним значенням тиску теплоносія першого контуру ($P_{1к}$):

$$\Delta T = \Delta T_{s,уст} - \Delta T_{s,вим}$$

$$\Delta T_{s, \text{вим}} = T_s - T_{1k},$$

де T_s – температура насичення при заданому тиску P_{1k} ; T_{1k} – температура теплоносія у першому контурі;

$\Delta T_{s, \text{уст}}$

– уставка по запасу температури.

Температура першого контуру може розраховуватись за температурами теплоносія у гарячих нитках циркуляційних петель або за температурами теплоносія на виході з активної зони реактора.

Для вибору розрахунку температури першого контуру (після вибору режиму " ΔT_s ") за температурами теплоносія в гарячих нитках циркуляційних петель оператору необхідно одночасним натисканням кнопки "Деблокування" такнопок "Петля1", "Петля2", "Петля3" встановити активний статус необхідної кількості петель. Активний статус петлі означає, що значення температури теплоносія відповідної петлі бере участь у розрахунку температури теплоносія першого контуру.

Для вибору розрахунку температури першого контуру (після вибору режиму " ΔT_s ") за температурами теплоносія на виході з активної зони реактора оператору необхідно одночасно натиснути кнопку "Деблокування" та кнопку

" $T_{\text{врк}}$ ". По кожному з шести секторів активної зони визначається третє від найбільших достовірних значень температури теплоносія. З шести обраних (по секторам) значень температур теплоносія визначається максимальне значення – T_{1k} .

3.2.3 Работа регулятора CAO3 BT у режимі підтримання встановленого значення тиску на напорі насоса CAO3 BT TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01)

При зниженні тиску на напорі насоса CAO3 BT TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01) до 42 кгс/см², регулятор автоматично з режиму " ΔT_s " переходить на підтримання тиску на напорі насоса CAO3 BT у діапазоні від 42 до 45 кгс/см².

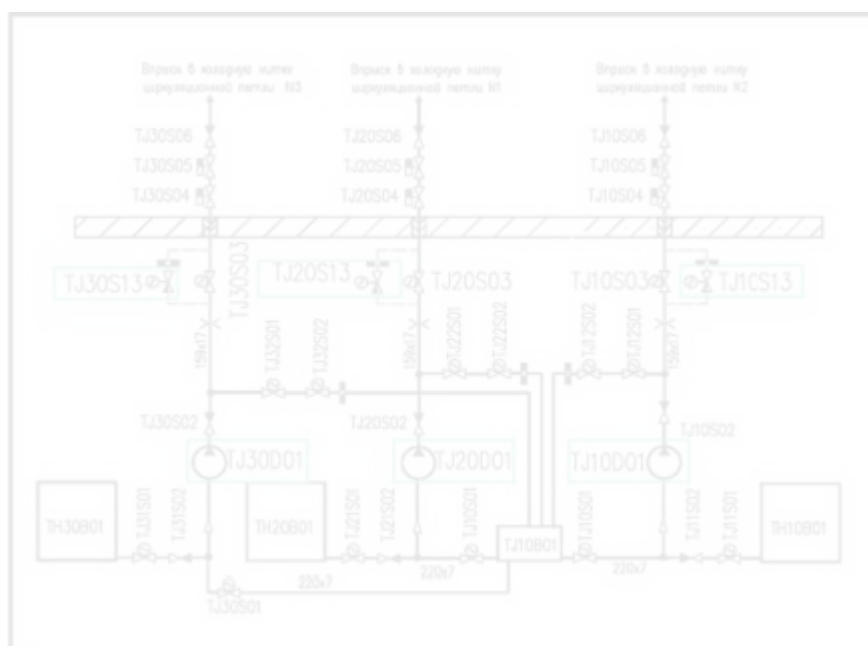


Рисунок 5 – Режим підтримання встановленого значення тиску на напорі насоса

З режиму підтримки тиску на напорі насоса CAO3 BT регулятор автоматично повертається в початковий режим " ΔT_s " якщо $\Delta T_{s, \text{вим}}$ збільшиться до

$\Delta T_{s, \text{уст.}}$ при тиску на тиску насоса TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01) більше 43 кгс/см².

3.3 Работа регулятора CAO3 BT по блокиваниям

В автоматическому режимі керування РК CAO3 BT накладається заборона на відкриття клапана та імпульсна мембрана імпульсно закривається (зі швидкістю 3 % за хв.) за наявності будь-якої з умов:

– зниження тиску на всмоктуванні насоса CAO3 BT TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01) до 0,2 кгс/см² (при підвищенні тиску на всмоктуванні до 0,25 кгс/см² - блокування знімається);

– зниження тиску за гідроп'ятою насоса CAO3 BT TJ10D01 (TJ20D01, TJ30D01) до 2.2 кгс/см² (при підвищенні тиску за гідроп'ятою до 2,5 кгс/см² – блокування знімається);

– тиск теплоносія першого контуру більший за тиск розрахований за певною формулою.

При переведенні РК в автоматичний режим керування засувки рециркуляції TJ12S01, TJ12S02 (TJ22S01, TJ22S02, TJ32S01, TJ32S02)

відкриваються за наявності будь-якої з умов:

– зниження витрати за насосом до 35 т/год тривалістю 30 с (при збільшенні витрати до 60 т/год – блокування знімається);

– підвищення тиску на тиску насоса CAO3 BT більше 108 кгс/см² тривалістю 30 с (при зменшенні тиску до 100 кгс/см² – блокування знімається);

– підвищення тиску за гідроп'ятою насоса до 7 кгс/см² тривалістю 30 с (при зменшенні тиску до 6.5 кгс/см² – блокування знімається);

– закрита арматура TJ10S04 (TJ20S04, TJ30S04);

– закрита арматура TJ10S05 (TJ20S05; TJ30S05);

– температура відповідної холодної нитки петлі T_x.н.2 (T_x.н.1,

T_x.н.3) менше 186 °С та РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) у режимі підтримки " $\Delta T_s = 3$ °С"

– температура відповідної холодної нитки петлі T_x.н.2 (T_x.н.1,

Тх.н.3) менше 179 °С та закрита арматура TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03).

При переведенні РК в автоматичний режим керування засувки рециркуляції TJ12S01, TJ12S02 (TJ22S01, TJ22S02; TJ32S01, TJ32S02)

закриваються якщо витрата за насосом CAO3 BT понад 60 т/год, або відкритий стан арматури TJ10S04 та TJ1005 (TJ20S04, TJ20S05; TJ30S04, TJ30S05), або тиску системі першого контуру менше 108 кгс/см².

Крім того, засувки рециркуляції TJ12S01, TJ12S02 (TJ22S01, TJ22S02; TJ32S01, TJ32S02) закриваються при збігу наступних умов:

– насос CAO3 BT TJ10 (20, 30) D01 у роботі;

– РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) повністю відкритий або відсутній живлення РК (за одночасною відсутністю KB) або ознака автоматичного управління РК;

– протягом 60 с $\Delta T_{s, \text{вим}}$ менше 3 °С.

Задвижка TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03) откривається якщо насос CAO3 BT TJ10 (20, 30) D01 у роботі, РК TJ10S13 (TJ20S13, TJ30S13) повністю відкритий або відсутній живлення РК (за одночасною відсутністю KB) або ознака автоматичного управління РК і якщо протягом 120 с $\Delta T_{s, \text{вим}}$ менше 3 °С.

Засувка TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03) закривається за наявності будь-якої з

умов:

– тиск на напорі насоса CAO3 BT знижується менше 42 кгс/см² (із

заборною відкриття до 45 кгс/см²);

– тиск у системі першого контуру менше 15 кгс/см² (із заборною відкриття до 18 кгс/см²);

– РК в автоматичному режимі управління та температура відповідної холодної нитки петлі $T_{x, \text{н.2}}$ ($T_{x, \text{н.1}}$, $T_{x, \text{н.3}}$) менше 179 °С;

– тиск у системі першого контуру менше 15 кгс/см² (із заборною відкриття до 18 кгс/см²);

Після закриття TJ10S03 (TJ20S03, TJ30S03) РК CAO3 ВТ повертається у ВИХІДНИЙ ДО автоматичного перемикання режим роботи РК.

3.4 Аналіз здійсненої модифікації

Мета стратегії керованого зниження тиску першого контуру полягає у зменшенні витрати на течу теплоносія (при течі теплоносія першого контуру), усунення або пом'якшення умов термоудару на корпус реактора.

Стратегія передбачає наявність тепловідведення з боку другого контуру таке керування тиском, за якого забезпечується допустимий за умовами безпеки запас до стану насичення теплоносія. Відповідно поставлена мета може бути досягнута установкою на напорі насоса CAO3 ВТ регулюючого клапана (РК) та введенням цифрового регулятора та блокування управління витратою впорскування від насосів CAO3 ВТ на перший контур.

Стратегія автоматичного управління процесом аварійного підживлення першого контуру при течах теплоносія 1 контуру з підтриманням допустимого запасу температури теплоносія до насичення полягає в управлінні допустимим запасом температури теплоносія за рахунок двох факторів:

- зниження температури теплоносія першого контуру за рахунок розхолодження через другий контур і впорскування від CAO3 ВТ;
- регулювання тиску теплоносія першого контуру на основі керованої зміни витрати аварійного підживлення першого контуру від CAO3 ВТ, що компенсує витрату теплоносія у течію.

Якщо течія компенсуються витратою від насосів CAO3 BT, то між витратами підживлення та течі теплоносія першого контуру встановиться баланс по тиску, що визначається сумарною характеристикою паралельно працюючих на перший контур насосів CAO3 BT і характеристикою течі.

Якщо температура теплоносія буде знижуватися, то автоматичне керування сумарною витратою аварійного впорскування через РК 1(2)ТЛ10(20,30)S13 від працюючих насосів CAO3 BT забезпечить зниження тиску теплоносія першого контуру без закипання теплоносія.

Кероване зниження тиску в системі першого контуру в режимі компенсованої течі першого контуру з стійким охолодженням активної зони реактора без закипання теплоносія дозволяє обмежити умови виникнення термоудару на корпус реактора від роботи CAO3 BT.

ВИСНОВОК

З використанням РК САОЗ ВТ існує можливість зменшення інтегральної витрати в течу на початку протікання аварії на величину від 3 до 11 т порівняно з випадком без використання РК з одночасним забезпеченням необхідного запасу до насичення в першому контурі. Окрім того, у разі подачі теплоносія від САОЗ ВТ тиск у першому контурі збільшується на меншу величину порівняно з конфігурацією без РК, що дає змогу зменшити витрату через систему аварійного газовидалення при зрівнюванні тисків між першим контуром та аварійним ПГ. У свою чергу автоматизація роботи РК дозволить максимально використати його переваги, оскільки в такому випадку робота починається до моменту дій персоналу з управління аварією та не потребує його участі. [3]

Отже, мета модифікації - підвищення безпеки реакторних установок В-302і В-338 при течі теплоносія першого контуру компенсованих САОЗ ВТ, на основі стратегії керованого зниження тиску теплоносія в системі першого контуру регулюванням витрати аварійного упорскування реакторної установки без кипіння теплоносія.

Основа стратегії керованого регулювання тиску теплоносія першого контуру в тому, що розмір компенсованої САОЗ ВТ течі теплоносія першого контуру повинен бути мінімізований за рахунок зниження тиску теплоносія в системі першого контуру. При цьому зниження тиску теплоносія повинно забезпечуватися таким чином, щоб не порушувалися критерії безпеки умов запасу температури теплоносія на виході з ТВС і гарячих петель до закипання.

Найбільш оптимальною та безпечною стратегією обмеження витрати аварійного підживлення від САОЗ ВТ на перший контур є плавна його зміна на тлі розхолодження теплоносія першого контуру. У такому разі, зворотний зв'язок з контролю запасу теплоносія і запасу до насичення буде

безперервним на всіх етапах плавного обмеження витрати САОЗ ВТ на перший контур. При цьому, при

перших ознаках закипання теплоносія або зниження його запасу, кероване обмеження витрати аварійного підживлення може бути припинено з відновленням до безпечного тиску в системі першого контуру за рахунок збільшення аварійного підживлення та темпу розхолодження через другий контур. Плавне обмеження витрати останнього працюючого на перший контур САОЗ ВТ забезпечить умови безударного переходу аварійного підживлення від САОЗ ВТ до аварійного підживлення першого контуру насосами САОЗ НТ або системи підживлення та продувки (ТК).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Широков С.В., Гальченко В.В. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу „Теорія ядерних реакторів” - Теплогідравлічний розрахунок.
2. Широков С.В., Гальченко В.В. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу „Теорія ядерних реакторів” - Нейтронно-фізичний розрахунок.
3. Про затвердження Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій : Постанова КМУ від 07.12.2011 №1270. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1270-2011-п>.
4. КЗППБ 23402 "Модернизация САОЗ ВД для обеспечения возможности управления давлением на напоре при работе насоса системы на 1-й контур".
5. Nosovsky A., A. Guryev, R. Serafyn, і O. Ivaniuk, Особливості управління аварією з течею теплоносія з першого контуру в другий з використанням регулюючого клапана на напорі САОЗ ВТ, NRS, № 2(70), pp 27-31, 2016.
6. Каштанов С. Ф. Методичні вказівки до розробки розділу «Охорона праці» в дипломних проектах (роботах) для студентів ТЕФ освітнього рівня – бакалавр [Текст] /С.Ф. Каштанов, О.І. Полукаров, І.І. Чернушак. — Київ : НТУУ ”КПІ”. — 2011 р. — 22 с.

4	TYa-Matkovsky-diploma-2019	ID файла: 1000032436	Учебное заведение: National Technical University	42 Источник	2.43%
5	TYa41-BryzhukEV-diploma-2018	ID файла: 5976028	Учебное заведение: National Technical University of	2 Источник	2.38%
8	TYa91mp-TkachOS-thesis-2020	ID файла: 1005659263	Учебное заведение: National Technical University	29 Источник	1.24%
9	TYa41-ProkopchukAA-diploma-2018	ID файла: 5975967	Учебное заведение: National Technical University of Ukra...		1.05%
10	TYA01mn-PetrychukIO-diploma-2022	ID файла: 1011350665	Учебное заведение: National Technical University of ...		0.76%
21	TYa81mn-KvitkaVA-thesis-2020-mod	ID файла: 1003073298	Учебное заведение: National Technical Univ	2 Источник	0.46%
26	Студенческая работа	ID файла: 1000087482	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National Universit	30 Источник	0.32%
28	Студенческая работа	ID файла: 1000093976	Учебное заведение: Donetsk National Technical University		0.24%
30	Лавринович П В	ID файла: 1000078189	Учебное заведение: National Technical University of Ukraine	29 Источник	0.22%
31	Студенческая работа	ID файла: 1000304502	Учебное заведение: Yuriy Fedkovych Chernivtsi Nationa	2 Источник	0.22%
32	TYa81mn-ShulhachDA-thesis_2020-mod	ID файла: 1002932014	Учебное заведение: National Technical University ...		0.22%