

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.02.04 Návrh komponentov
primárneho okruhu

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC							
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval		Approved by / Schválil	
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N/N	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P	
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu			
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.									
EPS No / Číslo EPS: PNM34360053		Revision index / Index revízie: 10		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne	
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361037			A4	6.01	RS	Z	3	
 * P N M 3 4 3 6 1 0 3 7 1 0 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	141		PS3,4.01	DPS 3,4.01.02-07	

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436103710_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 17.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0520	17.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:							
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a. s.	0520	17.07.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a. s.	0720	17.07.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a. s.	1703	17.07.2019		

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

Revision record / Záznam o revízii

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavec)	Brief description of modification / Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	Reason of modification / Dôvod úpravy (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 06.02.04 Návrh komponentov primárneho okruhu	• PNM3436103710_S_C00_V	• 10
2.	• Kapitola 06.02.04 Návrh komponentov primárneho okruhu	• PNM3436103710_S_C01_V	• 10
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	10
6.2.4 Návrh komponentov primárneho okruhu.....	13
6.2.4.1 Hlavné cirkulačné čerpadlá.....	22
6.2.4.1.1 Opis systému hlavných cirkulačných čerpadiel.....	22
6.2.4.1.1.1 Opis konštrukcie a funkčnosti systému hlavných cirkulačných čerpadiel.	23
6.2.4.1.1.1.1 Bezpečnostné funkcie.	24
6.2.4.1.1.1.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	24
6.2.4.1.1.1.3 Systém hlavných cirkulačných čerpadiel.....	25
6.2.4.1.1.1.4 Osobitné požiadavky na systém HCČ.....	27
6.2.4.1.1.1.5 Elektrické napájanie.	28
6.2.4.1.1.1.6 Systém kontroly a riadenia.	28
6.2.4.1.1.2 Činnosti obsluhy.	29
6.2.4.1.1.3 Prevádzkové stavy.	29
6.2.4.1.1.3.1 Normálna prevádzka.	29
6.2.4.1.1.3.2 Prevádzka za abnormálnych podmienok.	30
6.2.4.1.1.3.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.	30
6.2.4.1.1.4 Detailné prvky projektu.....	30
6.2.4.1.1.4.1 Dispozičné riešenie.	31
6.2.4.1.1.4.2 Materiály HCČ.....	31
6.2.4.1.1.4.3 Hlavné komponenty systému.	31
6.2.4.1.2 Technické hodnotenie systému HCČ.....	38
6.2.4.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.	38
6.2.4.1.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.	38
6.2.4.1.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.	38
6.2.4.1.2.3.1 Kritérium jednoduchšej poruchy.....	38
6.2.4.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.	39
6.2.4.1.2.4 Analýza spoľahlivosti.....	39
6.2.4.1.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.....	39
6.2.4.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie.....	39
6.2.4.2 Parogenerátory.	43
6.2.4.2.1 Opis systému.....	43
6.2.4.2.1.1 Účel systému PG.....	43
6.2.4.2.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti parogenerátorov.	43
6.2.4.2.1.2.1 Bezpečnostne funkcie vykonávané PG.....	45
6.2.4.2.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	45
6.2.4.2.1.2.3 Parogenerátory.....	46
6.2.4.2.1.2.4 Osobitné požiadavky.	47
6.2.4.2.1.2.5 Elektrické napájanie.	47
6.2.4.2.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.	47
6.2.4.2.1.3 Činnosti obsluhy.	48
6.2.4.2.1.4 Prevádzkové stavy.	48
6.2.4.2.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.	48
6.2.4.2.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.	49
6.2.4.2.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	49

6.2.4.2.1.5	Detailné prvky projektu.....	49
6.2.4.2.1.5.1	Dispozičné riešenie.....	49
6.2.4.2.1.5.2	Materiály PG.....	49
6.2.4.2.1.5.3	Hlavné komponenty systému.....	49
6.2.4.2.2	Technické hodnotenie systému.....	51
6.2.4.2.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.....	51
6.2.4.2.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	51
6.2.4.2.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.....	52
6.2.4.2.2.3.1	Kritérium jednoduchej poruchy.....	52
6.2.4.2.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	52
6.2.4.2.2.3.3	Analýza spoľahlivosti.....	52
6.2.4.2.2.3.4	Preukázanie kvalifikácie systému.....	53
6.2.4.2.3	Bezpečnostné zhodnotenie.....	53
6.2.4.3	Potrubie primárneho okruhu.....	57
6.2.4.3.1	Opis systému.....	57
6.2.4.3.1.1	Účel systému.....	57
6.2.4.3.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.....	57
6.2.4.3.1.2.1	Bezpečnostne funkcie.....	58
6.2.4.3.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	58
6.2.4.3.1.2.3	Hlavné cirkulačné potrubie.....	62
6.2.4.3.1.2.4	Osobitné požiadavky na HCP.....	63
6.2.4.3.1.2.5	Elektrické napájanie.....	63
6.2.4.3.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.....	63
6.2.4.3.1.3	Činnosť obsluhy.....	64
6.2.4.3.1.4	Prevádzkové stavy.....	64
6.2.4.3.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.....	64
6.2.4.3.1.4.2	Abnormálna prevádzka JZ.....	64
6.2.4.3.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	64
6.2.4.3.1.5	Detailné prvky projektu.....	64
6.2.4.3.1.5.1	Dispozičné riešenie.....	64
6.2.4.3.1.5.2	Hlavné komponenty systému.....	65
6.2.4.3.2	Technické hodnotenie systému.....	65
6.2.4.3.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.....	65
6.2.4.3.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	66
6.2.4.3.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.....	66
6.2.4.3.2.3.1	Kritérium jednoduchej poruchy.....	66
6.2.4.3.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	66
6.2.4.3.2.4	Analýza spoľahlivosti.....	67
6.2.4.3.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.....	67
6.2.4.3.3	Bezpečnostné zhodnotenie.....	67
6.2.4.4	Hlavné uzatváracie armatúry.....	70
6.2.4.4.1	Opis systému.....	70
6.2.4.4.1.1	Účel systému.....	70
6.2.4.4.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.....	70
6.2.4.4.1.2.1	Bezpečnostne funkcie ktoré plní systém.....	71
6.2.4.4.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	71
6.2.4.4.1.2.3	Systém HUA.....	72

6.2.4.4.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém HUA.	72
6.2.4.4.1.2.5	Elektrické napájanie.	73
6.2.4.4.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.	73
6.2.4.4.1.3	Činnosti obsluhy.	73
6.2.4.4.1.4	Prevádzkové stavy.	73
6.2.4.4.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.	73
6.2.4.4.1.4.2	Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.	74
6.2.4.4.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.	74
6.2.4.4.1.5	Detailné prvky projektu.	74
6.2.4.4.1.5.1	Dispozičné riešenie.	74
6.2.4.4.1.5.2	Materiál HUA.	74
6.2.4.4.1.5.3	Hlavné komponenty systému.	75
6.2.4.4.2	Technické hodnotenie HUA.	76
6.2.4.4.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.	76
6.2.4.4.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.	76
6.2.4.4.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.	76
6.2.4.4.2.3.1	Kritérium jednoduchšej poruchy.	76
6.2.4.4.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.	76
6.2.4.4.2.4	Analýza spoľahlivosti.	76
6.2.4.4.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.	77
6.2.4.4.3	Bezpečnostné zhodnotenie.	77
6.2.4.5	Parné a napájacie potrubie PG.	80
6.2.4.5.1	Opis systému.	80
6.2.4.5.1.1	Účel systému.	80
6.2.4.5.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.	80
6.2.4.5.1.2.1	Bezpečnostne funkcie.	82
6.2.4.5.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.	82
6.2.4.5.1.2.3	Systém parného a napájacieho potrubia.	83
6.2.4.5.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém parného a napájacieho potrubia.	83
6.2.4.5.1.2.5	Elektrické napájanie.	83
6.2.4.5.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.	84
6.2.4.5.1.3	Činnosti obsluhy.	84
6.2.4.5.1.4	Prevádzkové stavy.	84
6.2.4.5.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.	84
6.2.4.5.1.4.2	Abnormálna prevádzka JZ.	84
6.2.4.5.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.	84
6.2.4.5.1.5	Detailné prvky projektu.	84
6.2.4.5.1.5.1	Dispozičné riešenie.	84
6.2.4.5.1.5.2	Materiály.	84
6.2.4.5.1.5.3	Hlavné komponenty systému.	85
6.2.4.5.2	Technické hodnotenie systému.	85
6.2.4.5.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.	85
6.2.4.5.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.	85
6.2.4.5.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.	86
6.2.4.5.2.3.1	Kritérium jednoduchšej poruchy.	86
6.2.4.5.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.	86
6.2.4.5.2.4	Analýza spoľahlivosti.	86

6.2.4.5.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.....	86
6.2.4.5.3	Bezpečnostné zhodnotenie.....	87
6.2.4.6	Kompenzátor objemu.....	88
6.2.4.6.1	Opis systému.....	88
6.2.4.6.1.1	Účel systému.....	88
6.2.4.6.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti kompenzátora objemu.....	89
6.2.4.6.1.2.1	Bezpečnostne funkcie.....	90
6.2.4.6.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	91
6.2.4.6.1.2.3	Kompenzátor objemu.....	91
6.2.4.6.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém KO.....	93
6.2.4.6.1.2.5	Elektrické napájanie.....	93
6.2.4.6.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.....	94
6.2.4.6.1.3	Činnosti obsluhy.....	94
6.2.4.6.1.4	Prevádzkové stavy.....	95
6.2.4.6.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.....	95
6.2.4.6.1.4.2	Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.....	95
6.2.4.6.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	95
6.2.4.6.1.5	Detailné prvky projektu.....	95
6.2.4.6.1.5.1	Dispozičné riešenie.....	95
6.2.4.6.1.5.2	Materiál KO.....	95
6.2.4.6.1.6	Hlavné komponenty systému.....	96
6.2.4.6.1.6.1	Popis konštrukcie kompenzátora objemu.....	96
6.2.4.6.1.6.2	Popis konštrukcie barbotážnej nádrže.....	96
6.2.4.6.1.6.3	Popis chladiča paroplynnej zmesi BN.....	96
6.2.4.6.2	Technické hodnotenie systému KO.....	98
6.2.4.6.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.....	98
6.2.4.6.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	98
6.2.4.6.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.....	98
6.2.4.6.2.3.1	Kritérium jednoduchej poruchy.....	98
6.2.4.6.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	99
6.2.4.6.2.4	Analýza spoľahlivosti.....	99
6.2.4.6.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.....	99
6.2.4.6.3	Bezpečnostné hodnotenie.....	99
6.2.4.7	Uzol PV KO a vstrekov do KO.....	102
6.2.4.7.1	Opis systému PV KO a vstrekov do KO.....	102
6.2.4.7.1.1	Účel systému PV KO a vstrekov do KO.....	102
6.2.4.7.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.....	102
6.2.4.7.1.2.1	Bezpečnostne funkcie.....	103
6.2.4.7.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	103
6.2.4.7.1.2.3	Uzol PV KO a vstrekov do KO.....	104
6.2.4.7.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém uzla PV KO a vstrekov do KO.....	106
6.2.4.7.1.2.5	Elektrické napájanie.....	106
6.2.4.7.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.....	106
6.2.4.7.1.3	Činnosti obsluhy.....	107
6.2.4.7.1.4	Prevádzkové stavy.....	107
6.2.4.7.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.....	107
6.2.4.7.1.4.2	Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.....	108

6.2.4.7.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	108
6.2.4.7.1.5	Detailné prvky projektu.....	108
6.2.4.7.1.5.1	Dispozičné riešenie uzla PVKO.	108
6.2.4.7.1.1	Materiál poistných ventilov.	108
6.2.4.7.1.1.1	Hlavné komponenty systému.	108
6.2.4.7.2	Technické hodnotenie systému.....	108
6.2.4.7.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.	108
6.2.4.7.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.	109
6.2.4.7.2.2.1	Kritérium jednoduchej poruchy.....	109
6.2.4.7.2.2.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.	109
6.2.4.7.2.3	Analýza spoľahlivosti.	110
6.2.4.7.2.4	Preukázanie splnenia legislatívnych požiadaviek.	110
6.2.4.7.3	Bezpečnostné hodnotenie.....	110
6.2.4.8	Systému drenáže a odvodu I.O.	114
6.2.4.8.1	Opis systému.....	114
6.2.4.8.1.1	Účel systému.	114
6.2.4.8.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.	114
6.2.4.8.1.2.1	Bezpečnostné funkcie ktoré plní systém.....	115
6.2.4.8.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	115
6.2.4.8.1.2.3	Systém drenáže a odvodu I.O.	116
6.2.4.8.1.2.4	Väzby na iné systémy	116
6.2.4.8.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém drenáže a odvodu I.O.	117
6.2.4.8.1.2.5	Elektrické napájanie.	117
6.2.4.8.1.2.6	Systém kontroly a riadenia.	118
6.2.4.8.1.3	Činnosti obsluhy.	118
6.2.4.8.1.4	Prevádzkové stavy.	118
6.2.4.8.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.	118
6.2.4.8.1.4.2	Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.	118
6.2.4.8.1.4.3	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	118
6.2.4.8.1.5	Detailné prvky projektu.....	118
6.2.4.8.1.5.1	Dispozičné riešenie.	118
6.2.4.8.1.5.2	Materiály systému drenáže a odvodu I.O.	118
6.2.4.8.1.5.3	Hlavné komponenty systému.	118
6.2.4.8.2	Technické hodnotenie systému drenáže a odvodu I.O.	120
6.2.4.8.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.	120
6.2.4.8.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.	120
6.2.4.8.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.	121
6.2.4.8.2.3.1	Kritérium jednoduchej poruchy.....	121
6.2.4.8.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.	121
6.2.4.8.2.4	Analýza spoľahlivosti.	121
6.2.4.8.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.....	121
6.2.4.8.3	Bezpečnostné hodnotenie.....	121
6.2.4.9	Systém organizovaných únikov.....	124
6.2.4.9.1	Opis systému.....	124
6.2.4.9.1.1	Účel systému.	124
6.2.4.9.1.2	Opis konštrukcie a funkčnosti systému.	124
6.2.4.9.1.2.1	Bezpečnostné funkcie.	125

6.2.4.9.1.2.2	Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.....	125
6.2.4.9.1.2.3	Systém organizovaných únikov.....	126
6.2.4.9.1.2.4	Osobitné požiadavky na systém organizovaných únikov.....	127
6.2.4.9.1.2.5	Systém kontroly a riadenia.....	128
6.2.4.9.1.3	Činnosti obsluhy.....	128
6.2.4.9.1.4	Prevádzkové stavy.....	129
6.2.4.9.1.4.1	Normálna prevádzka JZ.....	129
6.2.4.9.1.4.2	Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.....	130
6.2.4.9.1.5	Prevádzka JZ za havarijných podmienok.....	130
6.2.4.9.1.6	Detailné prvky projektu.....	130
6.2.4.9.1.6.1	Dispozičné riešenie.....	130
6.2.4.9.1.6.2	Materiály systému organizovaných únikov.....	131
6.2.4.9.1.6.3	Hlavné komponenty systému.....	131
6.2.4.9.2	Technické hodnotenie systému.....	132
6.2.4.9.2.1	Požiadavky na vybrané zariadenia systému.....	132
6.2.4.9.2.2	Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	132
6.2.4.9.2.3	Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.....	133
6.2.4.9.2.3.1	Kritérium jednoduchkej poruchy.....	133
6.2.4.9.2.3.2	Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.....	133
6.2.4.9.2.4	Analýza spoľahlivosti.....	134
6.2.4.9.2.5	Preukázanie kvalifikácie systému.....	134
6.2.4.9.3	Bezpečnostné hodnotenie.....	134
6.2.5	Záver.....	137
LITERATÚRA.....		138
ZOZNAM TABULIEK		140
ZOZNAM OBRÁZKOV		141

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AO HCČ	- autonómny okruh HCČ
ATWS	- očakávané udalosti so zlyhaním automatického odstavenia reaktor
AZ	- aktívna zóna
BD	- bloková dozorňa
BN	- barbotážna nádrž
BT	- bezpečnostná trieda
cVP	- koncentrácia pri výmene paliva
ČK	- čistý kondenzát
DN	- menovitá svetlosť
EBO	- JE J. Bohunice
EDU	- JE Dukovany
EMO12	- JE Mochovce 1. a 2. blok
EOZ	- elektromagnetické odľahčovacie zariadenie
ESFAS	- systém zaistenia bezpečnosti
HCČ	- hlavné cirkulačné čerpadlo
HCP	- hlavné cirkulačné potrubie
HNČ	- havarijné napájacie čerpadla
AO	- automatická ochrana reaktora
HP	- hermetický priestor
HPK	- hlavný parný kolektor
HPV	- hlavný poistný ventil
HUA	- hlavná uzatváracia armatúra
HVB	- hlavný výrobný blok
HZ	- hermetická zóna
ENČ	- elektro napájacie čerpadla
I.O.	- primárny okruh
II.O.	- sekundárny okruh
IPV	- impulzný poistný ventil
JE	- jadrová elektrárňa
KO	- kompenzátor objemu
KP	- kontrolované pásmo
LaP	- limity a podmienky

LBB	- únik pred porušením potrubia
LOCA	- havária s úplnou stratou chladenia I.O.
MO34	- JE Mochovce 3. a 4. blok
ND	- núdzová dozorňa
NOP	- neobslužný priestor
OH	- olejové hospodárstvo
OP	- obslužný priestor
OPO	- operátor I.O.
OV	- odľahčovací ventil
OVKO	- odľahčovací ventil kompenzátora objemu
OTV	- otvorené
PČČ	- pomocné cirkulačné čerpadlo
PČ	- palivový článok
PG	- parogenerátor
POP	- poloobslužný priestor
PP	- prevádzkový predpis
PpBS	- predprevádzková bezpečnostná správa
PSA	- prepúšťacia stanica do atmosféry na parovodoch
PSK	- prepúšťacie stanice do kondenzátora
PV	- poistný ventil
PV PG	- poistné ventily parogenerátora
PV KO	- poistný ventil kompenzátora objemu
SE	- slovenské elektrárne
SHN	- superhavarijné napájacie čerpadla
R	- reaktor
RČA	- rýchločinná armatúra
RLS	- systém obmedzenia výkonu reaktora
RS	- radiaci systém
RTS	- systém havarijného odstavenia reaktora - AO
RV	- regulačný ventil
SNVS	- strata napájania vlastnej spotreby (tiež aj strata vonkajších a vnútorných zdrojov el. napájania)
SKR	- systém kontroly a riadenia
SSEL	- Seismic Shutdown Equipment List - zoznam zariadení pre odstavenie reaktora

ŠK	- špeciálna kanalizácia
TK	- systém doplňovania I.O.
TNR	- tlaková nádoba reaktora
TP	- technické podmienky
TS	- technická správa
TVD	- technická voda dôležitá
UA	- uzatváracia armatúra
ÚJD SR	- úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
UV	- uzatvárací ventil
VP	- vykonávací projekt
VTO	- vysokotlaká regenerácia

6.2.4 Návrh komponentov primárneho okruhu.

Kapitola 6.2.4 PpBS je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [II.4]. Pri jej vypracovávaní boli v primeranom rozsahu zohľadnené požiadavky platného bezpečnostného návodu BNS I.1.2/2014 [II.9] a pripomienky k predbežnej bezpečnostnej správe uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [II.13].

Rozsah hodnotených komponentov primárneho okruhu MO34 je v súlade s metodikou.

Primárny okruh sa skladá z týchto zariadení:

- tlakovodný reaktor
- parogenerátory
- hlavné cirkulačné čerpadlá
- hlavné cirkulačné potrubie
- kompenzátor objemu
- poistné ventily KO
- barbotážna nádrž
- systém kontinuálneho čistenia chladiva PO
- parovody a napájacie potrubie

Tlaková nádoba reaktora.

Tlaková nádoba reaktora je určená k rozmiestneniu vnútorných reaktorových častí, aktívnej zóny a k udržaniu vnútorného prevádzkového tlaku. Veko nádoby reaktora je odnímateľná časť TNR. Veko je výkovok polguľovitého tvaru s nerezovou výstelkou z vnútornej strany. V hornej časti má 37 nátrubkov na ktoré sú navarené puzdrá pohonov HRK. Na obvode veka reaktora je 12 nátrubkov pre vyvedenie merania teploty na výstupe z palivových kaziet, 6 nátrubkov pre vyvedenie merania n-toku v AZ a výstupok na obvode telesa veka reaktora slúži na utesnenie HDR reaktora.

Tlaková nádoba je vyrobená z ocele. Vnútorný povrch telesa i veka je pokrytý austenitickou nerezovou výstelkou.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie tlakovej nádoby reaktora je uvedené v kap. 06.02.03 PpBS.

Hlavné cirkulačné čerpadlá.

Hlavné cirkulačné čerpadlá slúžia k zabezpečeniu nútenej cirkulácie chladiva I.O. cez AZ reaktora v nominálnej prevádzke. V havarijných situáciách zabezpečuje HCČ dobehom odvedenie zbytkového výkonu z AZ až po nábeh prirodzenej cirkulácie.

Pre jeden reaktorový blok pripadá šesť HCČ, ktoré sú umiestnené za PG na studenej slučke HCP (reaktor - horúca slučka - HUA - PG - studená slučka - sanie HCČ - výtlak HCČ - HUA - reaktor) výtlak je orientovaný smerom do reaktora.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie hlavných cirkulačných čerpadiel je uvedené v podkap. 6.2.4.1 tejto kapitoly PpBS.

Parogenerátory.

Parogenerátory sú tepelné výmenníky, ktoré slúžia k výrobe suchej sýtej pary o tlaku. V PG sa teplo odvádzané z reaktora odovzdáva napájacej vode II.O., ktorá sa premení na paru pre pohon turbín. Chladivo I.O. vstupuje z horúcej slučky do horúceho kolektora PG, prúdi cez systém teplovýmenných rúrok a studeným kolektorom sa vracia do hlavného cirkulačného potrubia. Napájacia voda je privádzaná do medzirúrkového priestoru telesa PG napájacím potrubím do priestoru pod hladinu. V medzirúrkovom priestore prebieha produkcia pary. Nad vodnou hladinou v PG je umiestnený separátor na zachytávanie vodných kvapiek. Separovaná para je odvádzaná parovodmi do hlavného parného kolektora (HPK) a odtiaľ k turbínam.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie parogenerátorov je uvedené v podkap. 6.2.4.2 tejto kapitoly PpBS.

Potrubia primárneho okruhu.

Hlavné cirkulačné potrubie (ďalej HCP) je integrálnou súčasťou primárneho okruhu a patrí medzi jeho najdôležitejšie komponenty. Spája reaktor s parogenerátorom, slúži k vedeniu a prenosu tepla pomocou horúcej vody z primárneho do sekundárneho okruhu. HCP je tvorené šiestimi slučkami z ktorých každá tvorí samostatný chladiaci okruh reaktora. V každej slučke sú dve vetvy – horúca a studená. Na oboch vetvách sú osadené HUA. Narušenie celistvosti, príp. deštrukcie HCP by patrili medzi najťažšie projektové havárie celej elektrárne.

Spojovacie potrubie vodného priestoru KO s horúcou vetvou primárnej cirkulačnej slučky sa po výstupe z KO sa vetví na dve paralelné vetvy.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie potrubia primárneho okruhu je uvedené v podkap. 6.2.4.3 tejto kapitoly PpBS.

Hlavné uzatváracie armatúry.

Hlavné uzatváracie armatúry sú určené k odpojeniu cirkulačnej slučky I.O. od reaktora v týchto prípadoch:

- čiastočné uzavretie slučky pri nabíhaní HČČ a udržiavanie slučky v horúcej rezerve
- uzatvorenie beztlakovej slučky v prípade potreby práce v parogenerátore a udržania hydrostatického tlaku v TNR
- pri úniku chladiča z I.O. do II.O. a po odstavení reaktora na zabezpečenie oddelenia porušenej slučky
- počas výmeny paliva na výkon údržbárskych prác

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie hlavných uzatváracích armatúr je uvedené v podkap. 6.2.4.4 tejto kapitoly PpBS.

Parné a napájacie potrubie PG.

Účelom parného potrubia v normálnej prevádzke je vedenie sekundárneho média - pary - z parogenerátora k turbínam. PSA zabezpečujú regulované prepúšťanie pary, parovodnej zmesi do atmosféry v prípade nemožnosti použiť obtokových ventilov turbíny (PSK), ktoré odvádzajú ostrú paru priamo do kondenzátora. PSA sú určené k tomu, aby vypúšťali ostrú paru pri spúšťaní, alebo odstavení energetického bloku, kedy je potreba pary pre TG menšia ako je parný výkon PG a pri nadbytočnom zvýšení tlaku ostrej pary po náhlom znížení záťaže TG.

Na každom parovode z PG je jedna PSA, ktorá pozostáva z jedného uzatváracieho ventilu a jedného regulačného ventilu.

Za normálnej prevádzky sú PSA zatvorené a jedna z nich je navolená v automatickom ovládaní. PSA sa otvára automaticky, pri zvýšení tlaku v PG nad projektovo nastavený. Pri poklese tlaku v PG nad určený sa zatvárajú.

PSA sú nainštalované na parovodoch mimo hermetickú zónu, pred RČA. Výfukové potrubie je zavedené do spoločného výfukového potrubia s PV PG vedúceho do atmosféry na strechu strojovne. V abnormálnej prevádzke je odvod tepla z primárneho okruhu zabezpečovaný cez PSK do kondenzátora TG resp. PSA do atmosféry, čím sa zabezpečí chladenie reaktora.

Účelom napájacieho potrubia je prívod kondenzátu II.O. z napájacej nádrže a regeneračných ohrievačov do parogenerátorov a pri abnormálnych režimoch prívod chladiaceho média od HNC.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie parného a napájacieho potrubia je uvedené v podkap. 6.2.4.5 tejto kapitoly PpBS.

Kompenzátor objemu.

Kompenzátor objemu je základným zariadením systému kompenzácie objemu. KO je valcová vertikálna tlaková nádoba s eliptickými dnami vyrobená z uhlíkovej ocele s vnútornou nerezovou výstelkou. V hornej časti nádoby je montážny prielez pre kontrolu KO, nátrubok vstreku chladiva, nátrubky pre odvod pary k impulzným ventilom a nátrubok pre odvod pary k hlavným poistným ventilom. Na KO sú ďalej nátrubky pre meranie hladiny, elektroohrievače, nátrubok pre odber vzoriek a v spodnom dne sú nátrubky pre pripojenie KO k I.O.. Vo vrchnej vnútornej časti KO sa nachádza kolektor zabezpečujúci dobré rozptýlenie chladnej vody do parného priestoru KO. Vstrek chladnej vody zabezpečuje kondenzáciu pary a tým dochádza k zníženiu tlaku v KO. V KO 2/3 objemu tvorí voda a 1/3 objemu tvorí para zohriata na medzu sytosti (resp. dusík v niektorých špeciálnych režimoch).

Barbotážna nádrž je horizontálna tlaková nádoba. V spodnej časti vnútri BN sú dva kolektory na rozdelenie pary z KO. Para prebubláva cez vodu v BN. Chladenie BN sa vykonáva vodou vloženého chladiaceho okruhu. Zmenou prietoku chladiva sa reguluje teplota BN.

BN je zaplnená roztokom H_3BO_3 . Pre riedenie plynov sa do BN privádza dusík. Plynná zmes sa odvádza do systému spaľovania vodíka.

V hornej časti nádoby je otvor s tromi poistnými membránami, ktoré chránia BN v prípade neúspešného skondenzovania pary v BN. Pri prekročení poistného tlaku dochádza k prasknutiu poistných membrán a výfuku pary z BN do priestorov kontajmentu.

BN slúži k prijímaniu a kondenzácii pary prichádzajúcej z KO pri skúške poistných ventilov KO a pri ich uvedení do činnosti v abnormálnej prevádzke. V režime spúšťania a odstavovania bloku slúži BN k prechodnému zhromažďovaniu dusíka vytesňovaného z KO.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie kompenzátoru objemu je uvedené v podkap. 6.2.4.6 tejto kapitoly PpBS.

Uzol poistných ventilov KO a vstrekov do KO.

Uzol PV KO je určený k potlačeniu nežiadúceho zvýšenia tlaku v I.O. pri poruche technologického zariadenia a bezpečnostných systémov. Súbor zahŕňa dve poistňovacie skupiny s dvomi PV KO, ktoré sú ovládané pomocou riadiacich ventilov a jedným OV KO s dvojicou riadiacich armatúr. Výfuk z PV KO je zavedený do BN, kde para kondenzuje pri prebublávaní prechodom chladenou náplňou nádrže. V nominálnom prevádzkovom režime sú PV KO ako aj OV KO v polohe - zatvorené.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie uzla poistných ventilov KO a vstrekov do KO je uvedené v podkap. 6.2.4.7 tejto kapitoly PpBS.

Systém drenáží a odvzdušnení.

Systém drenáží a odvzdušnení I.O. je určený na:

- odvzdušnenie zariadení a potrubí primárneho okruhu
- odvodnenie zariadení a potrubí I.O.
- drenáž a odvod prepadu z odplyňovačov dopĺňovania a bórovej regulácie
- drenáž trasy spaľovania vodíka odvod plynov pri prevetrávaní nádrží a chladiča organizovaných únikov do systému spaľovania vodíka

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému drenáží a odvzdušnení je uvedené v podkap. 6.2.4.8 tejto kapitoly PpBS.

Systém organizovaných únikov.

Systém organizovaných únikov primárneho okruhu je určený k:

- odvodu a návratu organizovaných únikov z HCČ, HUA, drenáží barbotážnej nádrže KO, drenáží potrubia systému kontinuálneho čistenia vody I. O. a potrubia havarijných systémov
- odvodu upchávkového vody HCČ
- odvodu z čerpadiel dopĺňovania a bórovej regulácie.

Podrobný popis a bezpečnostné hodnotenie systému drenáží a odvzdušnení je uvedené v podkap. 6.2.4.9 tejto kapitoly PpBS.

V kapitole 06.02.04 PpBS je poskytnutý opis a sú uvedené dôkazy preukazujúce správnosť projektových vlastností a správania sa komponentov primárneho okruhu a k nemu pripojených systémov, ktoré sú použité na zaistenie splnenia bezpečnostných požiadaviek.

Požiadavky a predpisy pre pevnostné analýzy.

Pri projektovaní a výstavbe 3. a 4. bloku JE Mochovce boli platné právne predpisy, zákony a normy.

Pôvodné pevnostné analýzy systémov, konštrukcií a komponentov I.O. boli urobené v súlade s vtedy platnými technickými normami a predpismi. Pri spracovaní projektovej, výrobnéj a sprievodnej dokumentácie pre zariadenia primárneho okruhu boli pre pevnostné analýzy uplatňované najmä ustanovenia nasledujúcich dokumentov:

Predpisy pre výstavbu a bezpečnú prevádzku zariadení jadrových elektrární, experimentálnych a výskumných reaktorov a súborov vrátane dodatkov (Gosgortekhnadzor ZSSR, 1973 a Dodatok predpisov, Gosgortekhnadzor ZSSR, 1975). Tieto predpisy obsahujú záväzné požiadavky na výstavbu a bezpečnú prevádzku zariadení jadrových elektrární a okrem iného zahŕňajú:

- všeobecné ustanovenia
- požiadavky na konštrukciu
- materiály
- výrobu a montáž zariadení a potrubí

- kontrolu zvarových spojov
 - technické prehliadky zariadení
 - údržbu a obsluhu zariadení
 - kontrolu a dodržiavanie predpisov
1. Normy výpočtov na pevnosť elementov reaktorov, PG, nádob a potrubí atómových elektrární, experimentálnych a výskumných jadrových reaktorov a zariadení, Gosgortekhnadzor ZSSR, 1973
 2. Normy pevnostných výpočtov zariadení a potrubí atómových elektrární s vodnými reaktormi proti seizmickému pôsobeniu, Moskva 1980
 3. Základné predpisy pre zváranie a naváranie uzlov a konštrukcií jadrových elektrární, experimentálnych a výskumných reaktorov a súborov, OP 1513-72, Moskva 1974

Tieto predpisy sú usmerňujúcim podkladom pre projektovanie, výrobu, montáž a opravy zváraných dielov, potrubí primárneho a sekundárneho okruhu, platia i pre antikoročné a tesniace návary, vrátane ich tepelného spracovania pred a po zváraní resp. naváraní. Obsahujú zásadné technologické požiadavky a pokyny pre zváranie a naváranie, ktorých splnenie je nevyhnutné pre zaistenie spoľahlivej funkcie zvarových spojov a návarov. Taktiež obsahujú formou náčrtkov prehľad úprav zvarových hrán pre používané typy a hrúbky zvarových spojov používaných ocelí, vždy pre jednotlivé technológie zvárania.

- Predpisy pre kontrolu zvarových spojov a návarov uzlov a konštrukcií jadrových elektrární, experimentálnych a výskumných jadrových reaktorov a súborov PK 1514-72, Moskva 1974

Sú usmerňujúcim podkladom pre projektovanie, výrobu, montáž a opravy zváraných dielov a potrubí primárneho a sekundárneho okruhu jadrových elektrární. Určujú metódy, rozsah a kritériá hodnotenia akosti zvarových spojov a návarov, vykonávaných podľa požiadaviek OP-1514/72

- Špecifikácia materiálov SM 567/84

Charakterizuje základné a zvaracie materiály použité pre výrobu parogenerátorov, uvádza ich požadované chemické zloženie, hodnoty ich mechanických a iných špecifických vlastností.

- Program kontroly kvality PKK 567/84

Stanovuje zoznam kontrolných operácií, rozsah a metodiku kontrol, požiadavky na kontroly, kritériá hodnotenia výsledkov kontrol a spôsob záznamu o vykonaných kontrolných operáciách v priebehu celého výrobného cyklu parogenerátora.

Prílohou PKK sú schémy kontrol základných materiálov a zvarových spojov, ktoré v tabuľkovej forme jednoznačne určujú vykonanie kontrolných operácií jednotlivých dielov, zvarov a návarov, počínajúc vstupnou kontrolou a končiac expedíciou z výrobného závodu.

Program kontroly kvality, špecifikácia materiálov a schémy kontrol sú dokumenty, ktoré sa vzájomne dopĺňajú a je nutné ich posudzovať spoločne.

- Špecifikácia materiálov SM 336/75-04

Charakterizuje základné a zvaracie materiály použité pre výrobu kompenzátora objemu, uvádza ich požadované chemické zloženie a hodnoty ich mechanických a iných špecifických vlastností.

- Program kontroly kvality PKK 336/75-04

Dokument stanovujúci zoznam kontrolných operácií, rozsah a metodiku kontrol, požiadavky na kontroly a spôsob záznamu o vykonaných kontrolných operáciách v priebehu celého výrobného cyklu kompenzátora objemu. Program kontroly kvality, špecifikácia materiálov a schémy kontrol sú dokumenty, ktoré sa vzájomne dopĺňajú a je nutné ich posudzovať spoločne.

Pôvodná sprievodná technická dokumentácia každého systému, konštrukcie a komponentu primárneho okruhu obsahuje kontrolný pevnostný výpočet, urobený podľa požiadaviek vo vyššie popísaných predpisoch a normatívnych dokumentoch. V týchto pevnostných výpočtoch je dokladované, že počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bude s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť, funkčná spoľahlivosť častí a zariadení primárneho okruhu a tak bude zachovaná ich integrita.

V rámci dostavby 3. a 4. bloku JE Mochovce boli dodávané chýbajúce komponenty I.O.. Na niektorých systémoch I.O. boli realizované rôzne konštrukčné úpravy. Tieto zmeny konštrukcií boli zohľadnené v sprievodnej dokumentácii pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti systémov, konštrukcií a komponentov I.O. Pri niektorých konštrukciách (napr. PG) bolo nutné revidovať aj pôvodný návrhový výpočet rozmerov (pôvodne spracovaný podľa ruskej normy z roku 1973). Nový návrh základných rozmerov bol urobený podľa NTD A.S.I. SEKCE III. Vypočítané základné rozmery boli porovnané so skutočnými rozmermi už dodaných komponentov I.O. a ich navrhovanými konštrukčnými zmenami.

Súčasne s návrhom základných rozmerov boli vypracované aj nové kontrolné výpočty pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti. Tieto výpočty preukázali splnenie všetkých predpísaných a požadovaných limitov podľa v súčasnosti platných noriem a predpisov pre normálne prevádzkové podmienky (NPP), abnormálne prevádzkové podmienky (APP) a projektové havárie (HP). V týchto pevnostných výpočtoch bolo tiež zohľadnené plánované predĺženie životnosti JE z 30 na 40 rokov.

Pre systémy, konštrukcie a komponenty I.O. MO34 boli urobené nasledovné pevnostné výpočty:

- Kontrolní výpočet šoupátka HUA DN500
- Souhrnná závěrečná správa analýzy KO V-213
- Analýza parogenerátoru PGV-213 vč. uložení JEA
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systém HCP
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systém napájania a odvodu pary PG
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systém VT HSCHZ
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systém špeciálnej očistky vôd
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systému organizovaných únikov
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systému drenáží
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systému odvodu vzduchu
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systému prepracovania Ra vôd
- Výpočty pevnosti, seizmickej odolnosti a životnosti, systému organizovaných únikov HCČ
- Vykonávací projekt MO34, Kontrolný výpočet na statickú pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť, Výpočtový potrubný systém 3025/EM3

Materiály, postupy zhotovenia a metódy inšpekcie.**Špecifikácia materiálov komponentov primárneho okruhu.**

Všetky konštrukčné materiály použité na výrobu častí primárneho okruhu sú dané pôvodným sovietskym technickým projektom a vychádzajú z príslušnej normatívno-technickej dokumentácie dodanej sovietskou stranou.

Okrem normatívnych dokumentov popísaných v kap. 2.1 tejto PpBS platia pre materiály častí primárneho okruhu nasledovné normatívno-technické dokumenty (NTD):

Materiály pre zariadenia a potrubia JE.

- NTD A.S.I. Sekcia II, Charakteristiky materiálov pre zariadenia a potrubia JE typu VVER.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Všeobecné požiadavky na základné materiály. – NTD IAE 440.51-84.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Kontrola akosti základných materiálov. Základné požiadavky. – NTD IAE 440.52-84.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Polotovary. Všeobecné technické požiadavky. – NTD IAE 440.53-85.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Požiadavky na použitie a atestáciu nových materiálov. – NTD IAE 442.50-85.
- Materiály pre zariadenia a potrubia jadrových elektrární. Stanovenie charakteristík. Kritická teplota krehkosti základných materiálov, zvarových spojov a návarov. – NTD IAE 443.51-84.
- Materiály pre zariadenia a potrubia jadrových elektrární. Stanovenie charakteristík. Vplyv tepelného starnutia na posuv kritickej teploty krehkosti základných materiálov, zvarových spojov a návarov. – NTD IAE 443.52-81.
- Materiály pre zariadenia a potrubia jadrových elektrární. Stanovenie charakteristík. Vplyv cyklického poškodenia na posuv kritickej teploty krehkosti základných materiálov, zvarových spojov a návarov. – NTD IAE 443.53-81.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Stanovenie charakteristík základných materiálov, zvarových spojov a nataveného kovu. Odolnosť proti krehkému porušeniu. – NTD IAE 443.56-86.
- Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Stanovenie charakteristík. Vplyv pracovného prostredia na nízkocyklovú únavu základných materiálov, zvarových spojov a navareného kovu. – NTD IAE 443.60-84.
- Stanovenie charakteristík základných materiálov, zvarových spojov a zvarového kovu zariadenia a potrubí jadrových elektrární. – NTD RVHP 05.07.57.

Uvedené normatívno-technické dokumenty stanovujú nasledovné všeobecné požiadavky na použitie základných materiálov na výrobu zariadení a potrubí jadrových elektrární, na ktoré sa vzťahujú požiadavky NTD MHS Interatomenergo „Predpisy pre výstavbu a bezpečnú prevádzku zariadení a potrubí JE: Všeobecné ustanovenia.“

- Pri voľbe materiálov na výrobu zariadení a potrubí JE sa prihliada na ich fyzikálne a mechanické vlastnosti, chemické zloženie, technológičnosť, zveriteľnosť a spôsobilosť na prevádzku v podmienkach využitia zariadenia počas výpočtovej doby životnosti.

- Na výrobu zariadení a potrubí jadrových elektrární sa používajú materiály, ktorých značky a charakteristiky sú uvedené v normatívno technickej dokumentácii MHS Interatomenergo "Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Značky a charakteristiky materiálov prípustných pre použitie". Pri použití materiálov neuvedených v tejto normatívno technickej dokumentácii sa postupuje podľa normatívno technickej dokumentácie MHS Interatomenergo "Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Požiadavky na použitie a atestáciu nových materiálov".
- Chemické zloženie materiálov musí vyhovovať požiadavkám noriem alebo technických podmienok na materiály a polotovary uvedených na výkresoch výrobku.
- Kontrola akosti materiálov prípustných pre použitie sa robí metódami uvedenými v normatívno technickej dokumentácii MHS Interatomenergo "Materiály pre zariadenia a potrubia JE. Kontrola akosti základných materiálov. Všeobecné požiadavky" a v prípustných normách a technických podmienkach na materiály alebo polotovary uvedených na výkresoch výrobku.
- Odberateľ má právo robiť vstupnú kontrolu materiálu metódami uvedenými v normatívno technickej dokumentácii alebo inými metódami odsúhlasenými medzi dodávateľom a odberateľom. Ak sú výsledky vstupnej kontroly nevyhovujúce, potom sa materiály nepripúšťajú pre použitie.
- Materiály používané na výrobu zariadení a potrubí JE musia mať atesty, ktoré potvrdzujú súlad medzi používanými materiálmi a normami alebo technickými podmienkami na tieto materiály /polotovary/.
- Atesty musia obsahovať minimálne tieto údaje:
 - názov (ochrannú značku) výrobného podniku
 - názov materiálu (polotovaru) s uvedením jeho druhu, normy alebo technických podmienok a v prípade potreby označenie výkresu (napríklad pre tvarované výkovky a odliatky)
 - značku materiálu (oceľ alebo zliatiny) s uvedením normy alebo technických podmienok
 - číslo série
 - číslo tavby alebo pretavenia
 - chemické zloženie a druh vytavenia alebo pretavenia
 - spôsob tepelného spracovania
 - výsledok skúšok, ktoré boli urobené v súlade s normami a technickými podmienkami na materiály a polotovary
 - pečiatku príslušného OTK
- V závislosti na požiadavkách noriem alebo technických podmienok na materiály alebo polotovary môže byť rozsah údajov uvedených v atestoch rozšírený. V akomkoľvek prípade musí byť zaistená príslušnosť atestu k danej partii materiálov (polotovarov) alebo konkrétnemu polotovaru.
- Ak chýbajú atesty, alebo sú neúplné, je možno materiál použiť až po urobení nevyhnutných skúšok potvrdzujúcich súlad medzi materiálmi a požiadavkami noriem alebo technických podmienok. Stanovené skúšky materiálu a polotovarov je dovolené robiť, pokiaľ sú materiály a polotovary označené.
- Obsah, rozsah, miesto a spôsob značenia sa stanoví v normách, technických podmienkach alebo konštrukčnej dokumentácii na materiály a polotovary.

- Značenie materiálov musí byť zreteľné a trvanlivé, ale použité spôsoby značenia nesmú negatívne pôsobiť na akosť týchto materiálov.
- V prípade, že je materiál alebo polotovár počas výroby rozdelený na časti je nutné preniesť úplné značenie na oddelené časti. Správnosť preneseného značenia sa potvrdzuje značkou orgánu technickej kontroly (vyrazením alebo iným spôsobom).
- Ak nie je možné preniesť značenie na oddelené časti kvôli nedostatočným rozmerom alebo z iných príčin, dovoľuje sa urobenie skráteného alebo zmluvného značenia (vrátane štítkov upevnených na jednotlivých dieloch).
- Materiály a polotovary, ktoré nie sú označené, sú na použitie neprípustné.

Systémy, komponenty a konštrukcie (SKK) I.O. sú zvárané z jednotlivých konštrukčných častí a polotovarov výrobnými zvarmi resp. spojené s ostatnými časťami montážnymi zvarmi. Pri zváraní a naváraní musia byť splnené požiadavky nasledovných predpisov a normatívnych dokumentoch:

Základné predpisy pre zváranie a naváranie.

- BNS II.5.1/2007 Zváranie jadrových zariadení. Základné požiadavky a pravidlá.
- BNS II.5.2/2007 Kontrola zvárania a kvality zvarových spojov strojno-technologických komponentov jadrových elektrární typu VVER 440. Požiadavky.
- BNS II.5.3/20011 Zváracie materiály na zváranie strojno-technologických komponentov jadrových elektrární. Technické požiadavky a pravidlá výberu.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Požiadavky na konštrukciu zvarových spojov a ich základné typy. – NTD IAE 460.50-87.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Prídavné materiály. Všeobecné požiadavky. – NTD IAE 462.51-83.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Príprava a zostavenie dielcov na zváranie a naváranie. – NTD IAE 463.50-83.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Požiadavky na postupy zvárania -NTD IAE 464.50-84.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Naváranie nehrdzavejúcej výstelky. – NTD IAE 465.50-84.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Tepelné spracovanie zvarových spojov a navarených výrobkov. - NTD IAE 466.50-84.
- Základné predpisy pre zváranie a naváranie. Oprava chýb zvarových spojov a navarených súčiastok. – NTD IAE 467.50-84.
- Výrobná atestácia technológie výroby zvarových spojov a navárania výrobkov–NTD IAE 468.50-85.
- Stanovenie charakteristík zvarových spojov a zvarového kovu. – NTD IAE 469.52-84.

6.2.4.1 Hlavné cirkulačné čerpadlá.

6.2.4.1.1 Opis systému hlavných cirkulačných čerpadiel.

Pre jeden reaktorový blok je zabudovaných šesť HCČ, ktoré sú umiestnené za PG na studenej slučke HCP (reaktor - horúca slučka - HUA - PG - studená slučka - sanie HCČ - výtlak HCČ - HUA - reaktor).

Účel systému hlavných cirkulačných čerpadiel.

Hlavné cirkulačné čerpadlo (HCČ) zabezpečuje nútenú cirkuláciu chladiva I.O. cez AZ reaktora. Pre jeden reaktorový blok je zabudovaných šesť HCČ. Umiestnené sú za PG na studenej vetve každej zo šiestich cirkulačných slučiek HCP.

Hlavné cirkulačné čerpadlo GCN-317 je vertikálne odstredivé jednostupňové čerpadlo s jednotkou čelnej upchávky hriadeľa, s letmo upevneným obežným kolesom, axiálnym prívodom čerpanej kvapaliny a asynchrónnym elektromotorom.

Systém HCČ zaisťuje cirkuláciu chladiva I.O. a potrebné prietokové množstvo chladiva cez AZ reaktora v súlade s tepelným výkonom vo všetkých režimoch prevádzky JZ.

Pre „Hlavné cirkulačné čerpadlá“ je nutná práca nasledovných systémov:

- systém dopĺňovania a bórovej regulácie zaisťuje prívod upchávkového kondenzátu na upchávky HCČ a cez systém organizovaných únikov prijíma organizovaný únik z upchávok HCČ do sania DČ
- systém organizovaných únikov:
 - odvádza beztlakový organizovaný únik z koncového stupňa upchávok HCČ do špeciálnej kanalizácie
 - odvádza tlakový organizovaný únik za hydrostatickým stupňom upchávok HCČ do sania DČ
 - zabezpečuje odvzdušnenie AO HCČ a PCČ
- systém odberu vzoriek umožňuje odber vzoriek a odvzdušnenie AO HCČ pri nominálnych parametroch I.O.
- systém čistého kondenzátu zaisťuje preplach koncového stupňa upchávok HCČ
- olejové hospodárstvo HCČ zaisťuje prívod a odvod oleja k jednotlivým HCČ na mazanie horného axiálnoradiálneho ložiska HCČ a ložísk elektromotora
- systém vloženého okruhu chladenia HCČ zaisťuje chladenie upchávkového kondenzátu pre upchávky HCČ, chladenie kondenzátu autonómneho okruhu, chladenie odľahčovacieho elektromagnetu HCČ a chladenie vzduchu v elektromotore HCČ

Predmetom tejto podkapitoly je hodnotenie hlavných cirkulačných čerpadiel.

V nasledovných kap. PpBS je hodnotenie systémov potrebných pre prácu HCČ:

- Systém normálneho dopĺňovania a bórovej regulácie kapitola 06.07.02.02
- Rozvod technickej vody dôležitej v primárnej časti kapitola 06.04.05.05

Pre jeden reaktorový blok je zabudovaných šesť HCČ, ktoré sú umiestnené za PG na studenej slučke HCP (reaktor - horúca slučka - HUA - PG - studená slučka - sanie HCČ - výtlak HCČ - HUA - reaktor).

V prechodových a havarijných situáciách, spojených so stratou el. napájania zabezpečuje odvod zbytkového výkonu z AZ mechanický dobeh HCČ až po nábeh prirodzenej cirkulácie.

6.2.4.1.1.1 Opis konštrukcie a funkčnosti systému hlavných cirkulačných čerpadiel.

Opis konštrukcie.

HCČ je odstredivé, jednostupňové, vertikálne čerpadlo s utesneným hriadeľom. Hriadeľ čerpadla prechádza cez spodné radiálne ložisko, uzol tesnenia hriadeľa horné axiálnoradiálne ložisko a pomocou lamelovej spojky, je spojený s hriadeľom elektromotora. Nasávacia časť čerpadla je konštrukčne riešená ako koleno s ohybom 90° čím je čerpadlo napojené HCP bez vybočenia z horizontálnej roviny. Výtlačné hrdlo čerpadla je vyvedené horizontálne, pričom jeho os je na úrovni roviny studených nátrubkov TNR.

HCČ je uložené na opornej konštrukcii vybavenej tromi guľovými oporami, umožňujúcimi voľný horizontálny posuv telesa čerpadla, vyvolaný tepelnými dilatáciami HCP.

Autonómne chladenie a mazanie spodného radiálneho ložiska HCČ je zabezpečené autonómnym okruhom HCČ. Cirkuláciu kondenzátu v autonómnom okruhu počas prevádzky HCČ zabezpečuje pomocné obehové koleso na hriadeľ čerpadla. Pri odstavenom HCČ cirkuláciu zabezpečuje PCČ.

Elektromotor, lamelová spojka, horné axiálnoradiálne ložisko a upchávkový blok sú umiestnené v HVB. Teleso čerpadla (hydraulická časť) s oporou je v boxe PG a HCČ. Prestup medzi týmito dvoma priestormi je realizovaný otvorom v strope. Ich hermetické oddelenie zabezpečuje gumový prstenec kužeľového tvaru, ktorý je upevnený na čerpadle v prestupovom otvore. Vzhľadom k neobslužnému charakteru je prestupový otvor vybavený aj vnútorným osadením na uloženie dosiek biologického tienenia.

Odchýlky od úvodného projektu realizované v rámci modernizácie HCČ-317:

- Modernizácia bloku pomocných systémov HCČ.
- Modernizácia telesa elektromagnetu HCČ.
- Modernizované upevnenie obežného kola.
- Modernizácia utesnenia rozvádzacieho kola.
- Náhrada zubovej spojky HCČ za lamelovú.
- Náhrada niklových tesniacich krúžkov za hrebeňové tesnenie z expandovaného grafitu.

Opis funkčnosti.

HCČ zabezpečuje cirkuláciu chladiaceho média v hlavnom cirkulačnom potrubí primárneho okruhu a potrebné prietokové množstvo chladiwa cez aktívnu zónu reaktora vo všetkých režimoch bloku. HCČ pripojené na primárny okruh.

Základný pracovný režim je dlhodobá paralelná práca šiestich HCČ pri nominálnych parametroch chladiwa I.O.

Dlhodobá práca HCČ je zabezpečená aj pri okrajových podmienkach chladiaceho média a okolitého prostredia v miestnosti obsluhy HCČ.

Olejové hospodárstvo.

Systém olejového hospodárstva je určený k mazaniu a chladeniu horného radiálnoaxiálneho ložiska HCČ a ložísk elektromotora HCČ olejom a zaisťuje skladovanie, čistenie, chladenie a rozvod oleja k jednotlivým

HCČ. Systém olejového hospodárstva pozostáva z dvoch skupín čerpacích staníc a každá z nich zaisťuje prívod oleja k trom HCČ. Olejové hospodárstvo HCČ je doplnené potrubným prepojením odvzdušnenia, účelom ktorého je zamedziť vytlačenie oleja z priestoru ložisiek pri zvýšení tlaku v boxe PG.

Prívod čistého kondenzátu k HCČ.

K systému HCČ je priradená trasa prívodu čistého kondenzátu. Tento sa privádza ku všetkým šiestim HCČ k chladeniu posledného stupňa upchávok a k zamedzeniu úniku tesniaceho kondenzátu.

Trasa čistého kondenzátu nadväzuje na trasu spojovacieho potrubia primárnej časti a privádza cez rotametre ku všetkým šiestim HCČ, kde slúži k zahľteniu posledného stupňa upchávok a k zamedzeniu úniku tesniaceho kondenzátu s obsahom roztoku H_3BO_3 .

6.2.4.1.1.1.1 Bezpečnostné funkcie.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], systém HCČ vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňovania chladiva.
- 3l) plnenie bezpečnostných funkcií pre zabezpečenie funkčnej schopnosti ostatných komponentov zaradených do bezpečnostnej triedy I až III, ktoré sa netýkajú kontrolných systémov alebo dodávky energie

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom HCČ v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS.

- odvod tepla
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

6.2.4.1.1.1.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Systém HCČ pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a bodu I. prílohy č. 1 sú hydraulické komponenty systému HCČ klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňovania chladiva.
 - hlavné cirkulačné čerpadlá
 - pomocné cirkulačné čerpadlá

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy BT III sú zariadenia

- 3l) nevyhnutné z hľadiska plnenia bezpečnostných funkcií na zabezpečenie funkčnej schopnosti ostatných komponentov zaradených do bezpečnostnej triedy I až III, ktoré sa netýkajú systémov a kontroly riadenia alebo dodávok energií,
 - Systém vloženého okruhu chladenia HCČ

- Systém olej. hospodárstva HCČ

V porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006, vyhláška č. 430/2011 obsahuje zmenu značenia bezpečnostnej funkcie na 3k.

Zariadenia systému HCČ sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému HCČ, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému HCČ, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.1.1.1.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému HCČ požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Systém hlavných cirkulačných čerpadiel je seizmicky odolný a aj jeho podporné systémy sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Podstatná časť zariadenia je zatriedená v seizmickej kategórii 1a/1b a 2a. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

- hlavné cirkulačné čerpadlá zaradené do seizmickej triedy 1b
- pomocné cirkulačné čerpadlá zaradené do seizmickej triedy 1a, 2a
- Systém vloženého okruhu chladenia HCČ 1a
- Systém olej. hospodárstva HCČ 1b

6.2.4.1.1.1.3 Systém hlavných cirkulačných čerpadiel.

Hlavné zariadenia tj. 6 hlavných cirkulačných čerpadiel je umiestnené z časti v boxe parogenerátorov a z časti v boxu obsluhy elektromotorov HCČ. Obidve tieto miestnosti sú utesnené v mieste prestupu HCČ podlahou boxu obsluhy elektromotorov pomocou tesniaceho vlnovca. Guľové opory čerpadla sú umiestnené v boxe PG. Elektromotor a pomocné systémy HCČ sú umiestnené v miestnosti obsluhy nad podlahou. Každé hlavné cirkulačné čerpadlo je proti mimoriadnemu seizmickému pôsobeniu zaistené trojicou viskózných tlmičov fy GERB, ktoré sú ukotvené do podlahy v obslužnej miestnosti okolo HCČ po 120° a s čerpadlom spojené pomocou tuhého tiahla.

Čerpadlo je umiestnené na tzv. studenej vetve slučky I.O., tzn. za parogenerátorom v smere toku média. Základné parametre HCČ sú uvedené v kapitole 7.2.1.3.1, základné parametre pomocného čerpadla VCEN-315 sú uvedené v kapitole 7.2.1.3.2 technickej správy.

Parametre okolitého prostredia za normálnej prevádzky a v režime malej a veľkej havárie sú uvedené v kapitole 7.10 technickej správy.

Olejové hospodárstvo HCČ.

Systém olejového hospodárstva je určený k mazaniu a chladeniu horného radiálnoaxiálneho ložiska HCČ a ložísk elektromotora HCČ olejom a zaisťuje skladovanie, čistenie, chladenie a rozvod oleja k jednotlivým HCČ.

Systém olejového hospodárstva je zložený z dvoch skupín čerpacích staníc každá z nich zaisťuje prívod oleja k trom HCČ, odpad oleja od HCČ a havarijného prelivu oleja do nádrže. Olejové hospodárstvo HCČ je doplnené potrubným prepojením odvzdušnení, ktorého účelom je zamedziť vytlačeniu oleja z priestoru ložísk v obslužnej miestnosti pri zvýšení tlaku v boxe PG.

Podrobný popis olejového hospodárstva HCČ je v prevádzkovom predpise.

Prívod čistého kondenzátu k HCČ.

K systému HCČ je priradená trasa prívodu čistého kondenzátu. Tento sa privádza cez rotametre ku všetkým šiestim HCČ k chladeniu posledného stupňa upchávok a k zamedzeniu úniku tesniaceho kondenzátu s obsahom roztoku H_3BO_3 .

Pomocné systémy umožňujúce prácu HCČ.

Systém prívodu čistého kondenzátu.

Potrubnou trasou je čistý kondenzát (ČK) privádzaný na koncový (posledný) stupeň upchávok. ČK omýva a riedi unikajúcu upchávkovú kondenzát cez posledný stupeň upchávok. Tým zamedzuje usadzovaniu kryštalickej H_3BO_3 z unikajúcej na posledný stupeň upchávok.

ČK dodávajú k poslednému stupňu upchávok čerpadlá kondenzátu vlastnej spotreby, ktoré zabezpečujú aj ČK v celom dvojbloku HVB.

Podrobnosti prevádzky čerpadiel kondenzátu vlastnej spotreby a nádrží ČK (NČK) sú popísané v príslušnom technologickom predpise pre systém ČK.

Systém tlakových a beztlakových organizovaných únikov.

Tlakový únik upchávkového kondenzátu je odvádzaný z telesa upchávok potrubnou trasou, pripojenou k telesu upchávky za hlavným upchávkovým stupňom HCČ.

Beztlaký únik upchávkového kondenzátu a odpad ČK sú odvádzané do systému ŠK potrubnou trasou, pripojenou k telesu upchávky za prvým koncovým stupňom upchávky.

Pre tento systém je vypracovaný samostatný technologický predpis pre systém organizovaných únikov, odvzdušnení a drenáží PO.

Systém upchávkového kondenzátu.

Upchávkový kondenzát je privádzaný zo systému doplňovania a bórovej regulácie primárneho okruhu.

V hydrocyklóne sa odlúči z upchávkového kondenzátu nečistota a táto je odvádzaná s časťou upchávkového kondenzátu do AO. Upchávková voda zbavená nečistôt je odvedená z hydrocyklónu iným potrubím do chladiča a odtiaľ je privedená do rozdeľovacieho stupňa upchávky pod tlakom vyšším ako je tlak na výtlaku HCČ pri akomkoľvek režime práce HCČ a I.O.. Pretlak upchávkového kondenzátu oproti výtlaku HCČ sa nastavuje regulačným ventilom.

Pre prípad zlyhania funkcie pomocného čerpadla a zabráneniu poškodenia HCČ je v rámci modernizácie agregátu HCČ doplnený prívod havarijnej upchávkového kondenzátu do autonómneho okruhu HCČ medzi hydrocyklón a škrtiacu clonu. Ku koncovému stupňu upchávok je privádzaný čistý kondenzát, ktorý slúži na zamedzenie úniku upchávkového kondenzátu s obsahom roztoku H_3BO_3 . Upchávková voda a čistý

kondenzát sú z telesa upchávok odvádzané trasami odvodu organizovaných únikov za hlavným stupňom upchávky a beztlakým odvodom upchávkového kondenzátu.

Pre tento systém je vypracovaný samostatný technologický predpis pre systém doplňovania PO, bórovej regulácie a upchávkového kondenzátu HCČ.

Systém autonómneho okruhu HCČ.

Systém AO HCČ je určený na chladenie a mazanie spodného radiálneho ložiska. Pri práci HCČ sa voda AO prečerpáva pomocným kolesom umiestneným pod spodným radiálnym ložiskom. Kondenzát AO sa ochladzuje v chladiči AO vodou vloženého okruhu HCČ. Po dobu odstavenia HCČ cirkuláciu kondenzátu AO zabezpečuje pracujúce PCČ. Pri zapnutí HCČ sa PCČ automaticky vypína.

Systém vloženého okruhu HCČ.

Kondenzát vloženého okruhu je privádzaný do chladiča upchávkového kondenzátu, chladiča AO, chladiča vzduchu elektromotora a chladiča EOZ. Tu chladí upchávkový kondenzát, kondenzát AO, vzduch elektromotora a elektromagnet. Tým sa udržiava pracujúce i odstavené HCČ v medziach prevádzkovej teploty.

Pre systém vloženého okruhu HCČ je vypracovaný samostatný technologický predpis.

Systém olejového hospodárstva HCČ.

Olejové hospodárstvo HCČ slúži na mazanie a chladenie axiálnoradiálneho ložiska HCČ a tiež horného a dolného ložiska elektromotora HCČ.

Systém TVD

Systém TVD nesúvisí priamo s činnosťou HCČ, ale je to systém, ktorý je pre prácu HCČ veľmi dôležitý a bez neho HCČ nemôže pracovať. Tento systém, okrem chladenia iných systémov, zabezpečuje chladenie oleja olejového systému HCČ a tiež vloženého okruhu HCČ.

6.2.4.1.1.1.4 Osobitné požiadavky na systém HCČ.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.1.1.1.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému HCČ, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10], Príloha č. 3, v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]
- B/II/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.1.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému HCČ (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.1.3 nižšie.

HCČ zaisťuje prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukciou HCČ je zaistená jeho pevnosť a technickými podmienkami stanovený dobeh pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do

maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane), po ktorom je nutná revízia HCČ. Pri súčasnom výskyte maximálneho výpočtového zemetrasenia a maximálnej projektovej havárie je zaistená celistvosť konštrukcie HCČ s ohľadom na okolité prostredie.

Šesť hlavných cirkulačných čerpadiel HCČ zaisťuje pomocou cirkulácie média v primárnom okruhu odvod požadovaného množstva tepla z aktívnej zóny reaktora a jeho odovzdanie médiu sekundárneho okruhu. Pritom je zaistený minimálny tlak na saní nad sýtosťou pár média primárneho okruhu pri všetkých prevádzkových režimoch JZ.

Dobeh čerpadla HCČ.

Potrebná zotrvačnosť dobehu čerpadla pri výpadku napájania je zaistená zotrvačníkom umiesteným na elektropohone čerpadla.

6.2.4.1.1.1.5 Elektrické napájanie.

Elektrické napájanie je pre každý systém HCČ zabezpečený z príslušnej redundancie systému ZN I a II. Kategórie.

Zosúladenie prenášaného výkonu z I.O. do II.O. je riešené prostredníctvom RLS a RTS a prechodové procesy spojené s výpadkom HCČ sú riešené zotrvačnosťou rotujúcich častí HCČ.

Elektrické napájanie pohonu PCČ je z II. kategórie zaisteného napájania.

Elektrické napájanie elektromagnetu HCČ je z I. kategórie zaisteného napájania.

Elektrické napájanie pohonov elektroarmatúr na odvode tlakových organizovaných únikov je z II. kategórie zaisteného napájania.

Elektronapájanie je popísané v nasledovných PP:

- Elektrické napájanie zariadení I.O. za úsekovými rozvádzačmi

Systém zaisteného napájania má v kapitole 06.06 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.06.02.04.

6.2.4.1.1.1.6 Systém kontroly a riadenia.

Dôležité meracie zariadenia, ktoré patria do tohto súboru sú ovládané z signálov RTS, RLS, ESFAS. Tieto systémy SKR majú v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS, podkapitolu 06.05.02 - Systém automatických ochrán reaktora (RTS, DRTS, EXCORE, SMS, RTB), podkapitolu 06.05.05.05 - Limitačný systém reaktora - RLS.

Ovládanie sa vykonáva ručne diaľkovo z BD alebo od ochrán.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O
- Systém EXCORE
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS, DRTS

- Zoznam meraní a signálov I.O.
- U3. RDPS. I&C Funkčná špecifikácia

6.2.4.1.1.2 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s príslušným prevádzkovým predpisom.

Práca HCČ je kontrolovaná a riadená z BD a ND.

Systém HCČ je prevádzkový systém. V normálnej prevádzke a počas abnormálnych prevádzkových stavoch je riadený automaticky alebo obsluhou a je kontrolovaný a riadený z BD a ND.

6.2.4.1.1.3 Prevádzkové stavy.

6.2.4.1.1.3.1 Normálna prevádzka.

Tlakové skúšky.

HCČ pripojené na primárny okruh dovoľuje vykonať prvú hydroskúšku primárneho okruhu JE tlakom na kontrolu pevnosti, (ostatné hydroskúšky budú vykonané zníženým tlakom). Tlaková skúška sa vykonáva podľa programu skúšok.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

Nominálny režim HCČ.

Základný (nominálny) režim práce je nepretržitý paralelný chod šiestich HCČ pri nominálnych parametroch média na studenej slučke I. O.

Limitný výkon bloku pri rôznom počte pracujúcich slučiek I.O. nesmie prevyšovať výkony pri pomernej práci počtu HCČ.

Prevádzka elektromotora HCČ.

Zapnutie elektromotora HCČ sa uskutočňuje priamym pripojením na sieť do otvoreného alebo uzatvoreného výtlaku, ako v prípade chladného, tak aj horúceho média primárneho okruhu. Celkový počet zapnutí za dobu prevádzky HCČ je max. 2000.

HCČ sa môže spustiť len pri menovitom napätí U_n na svorkách elektromotora a napätí.

Nominálna prevádzka olejového hospodárstva.

V normálnom režime sú v prevádzke obidve skupiny olejového hospodárstva.

V každej skupine je v prevádzke:

- Navolené čerpadlo oleja 1, alebo 2.
- Filter oleja na výtlaku pracujúceho čerpadla .
- Chladič oleja 1 a 2.
- Nádrž oleja.
- Zásobná nádrž oleja .
- Čerpadlá prepadu.

Každá skupina olejového hospodárstva zabezpečuje prívod oleja k trom HCČ a jeho návrat do nádrže oleja.

Pri práci HCČ musia byť dodržané parametre uvedené v prevádzkových predpisoch.

Počty dovolených režimov HCČ.

Počet dovolených režimov, ktoré sú pre HCČ povolené, je uvedený v príslušnej dokumentácii.

Po vyčerpaní dovolených počtov cyklov pre jednotlivé HCČ musí byť urobená úplná revízia tohto zariadenia.

6.2.4.1.1.3.2 Prevádzka za abnormálnych podmienok.

Kritická rýchlosť.

Hriadeľ HCČ je navrhnutý tak, že jeho pracovné otáčky ležia pod hranicou prvých kritických otáčok. Hriadeľ čerpadla je dynamicky vyvažovaný v zostave rotora bez bloku upchávok.

Pri zvýšenom opotrebení ložísk, prípadne porušení upchávkových súčastí je signalizovaná zvýšená teplota ložísk, prípadne zvýšený prietok cez upchávky. Pri signalizácii nadmerných vibrácií je čerpadlo odstavené z prevádzky, pre potreby vykonania jeho revízie.

Kavitácia čerpadla.

Pri všetkých prevádzkových režimoch musí byť hodnota tlaku na saní nad krivkou minimálneho tlaku na saní v prevádzkovom stave. Pri dodržaní vyššie uvedených požiadaviek nedôjde ku vzniku kavitácie.

Úniky cez mechanické upchávky.

Mechanické upchávky zabraňujú presakovaniu kondenzátu primárneho okruhu z čerpadla.

Pri normálnom prevádzkovom režime HCČ a pri tlaku hydroskúšky nepresiahne priesak koncovým stupňom upchávky projektové parametre. Za normálneho prevádzkového režimu sa tlak tesniacej kvapaliny rozdeľuje rovnomerne medzi hydrostatické stupne. V prípade poruchy niektorého hydrostatického stupňa bude ostatná časť škrtiť pretlak, čím sa prietok upchávkou zväčší dvojnásobne.

Upchávková voda je privádzaná zo systému normálneho dopĺňovania I.O. cez spätný ventil je voda privedená do hydrocyklónu. Voda s nečistotami, ktorých veľkosť nie je pre upchávku prípustná je odvedená z hydrocyklónu do autonómneho okruhu. Čistá upchávková voda sa chladí v chladiča a je privedená do upchávok. Ku koncovému stupňu upchávok je privedený kondenzát, ktorý slúži k zamedzeniu úniku upchávkového kondenzátu s obsahom roztoku H_3BO_3 . Upchávková voda a čistý kondenzát sú z telesa upchávok odvádzané trasami odvodu organizovaných únikov za hlavným stupňom upchávok a beztlakým odvodom upchávkového kondenzátu.

6.2.4.1.1.3.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

V havarijných podmienkach je odstavenie HCČ riadené ESFAS signálmi, a následné je ich prevádzka riadená predpismi EOP. Scenáre havárií hodnotené v kap. 07.02.01PpBS uvažujú HCČ konzervatívnym spôsobom, t.j. vtedy keď ich prevádzka zhoršuje priebeh havárie.

Po ukončení režimu „veľkej“ LOCA a po deaktivácii HCČ musí byť vykonaná úplná revízia za účelom zistení možných defektov a rozsahu opráv.

Zmena teploty média čerpadla dovoľuje havarijnú zmenu teploty média primárneho okruhu o vysokej rýchlosti. Po tomto režime musí byť vykonaná úplná revízia.

6.2.4.1.1.4 Detailné prvky projektu.

6.2.4.1.1.4.1 Dispozičné riešenie.

Jednotlivé komponenty HCČ sú rozmiestnené nasledovne:

Tabuľka 1 Rozmiestnenie komponentov HCČ

podlažie [m]	názov zariadenia	priestor
+6,0	Ulita HCČ s obežným kolesom	neobslužný
+10,5	Elektromotor, HCČ, upchávka, spojka	poloobslužný
+10,5	PCČ	poloobslužný
+10,5	Chladič upchávkového vody	poloobslužný
+10,5	Chladič autonómneho okruhu HCČ	poloobslužný
+10,5	Chladič vzduchu elektromotora	poloobslužný
+10,5	Hydrocyklón	poloobslužný
+6,0	Guľové opory čerpadla	neobslužný

6.2.4.1.1.4.2 Materiály HCČ.

Materiály HCČ sú z vysokolegovaných ocelí podľa noriem: GOST 5632-72, GOST 4543-71, GOST 2176-67

6.2.4.1.1.4.3 Hlavné komponenty systému.

Popis konštrukcie hlavného cirkulačného čerpadla.

HCČ je navrhnuté ako vertikálne odstredivé jednostupňové čerpadlo s jednotkou čelných upchávok hriadeľa, s letmo upevneným obežným kolesom, axiálnym prívodom čerpanej kvapaliny a asynchrónnym elektromotorom.

HCČ sa skladá z nasledujúcich základných častí:

- ulita čerpadla
- horná príruha hlavného prírubového spoja
- hriadeľ
- rozvádzacie koleso
- obežné koleso
- spodné radiálne klzné ložisko
- nosné axiálno-radiálne ložisko
- elektromagnetické zariadenie na odľahčenie axiálneho ložiska
- zariadenie, ktoré zabraňuje spätnému otáčaniu obežného kolesa čerpadla
- teleso upchávok s upchávkami

- pomocné koleso (impeler)
- spojovacie súčiastky (závrtné skrutky, podložky, čapy, matice, atď...)
- tesnenie
- lamelová spojka
- medzikus (tzv. lucerna)
- oporný rám pohonu
- oporné zariadenie čerpadla
- hnací elektromotor HCČ

Teleso ulity čerpadla sa skladá z privareného sacieho a výtlačného nátrubku a obežného kolesa s rozvádzačou hydraulickou časťou HCČ.

Horná príruha slúži ako veko telesa HCČ. Tesnosť deliacej roviny medzi telesom a prírubou je zaistená tesnením. Tesniaca sila sa dosahuje tridsiatimi závrtnými skrutkami, maticami cez nastaviteľné podložky, pružné tanierové podložky na hornú prírubu a prítlačnými skrutkami na prítlačný prstenec. Tanierové podložky zaisťujú hermetickosť spoja v rôznych teplotných režimoch práce HCČ.

Hriadeľ HCČ je celokovaný. Na jeho obidvoch koncoch sú drážky, na ktoré sa nasadí obežné koleso a drážkové puzdro. Na dvoch malých valcovitých nákrúžkoch hriadeľa je osadený náboj a kotúč axiálneho ložiska.

Rozvádzacie koleso je pripevnené skrutkami k hornej prírubu. Medzera medzi obidvoma zariadeniami je utesnená tesnením. V kanáloch tvorených lopatkami rozvádzacieho kolesa sa mení rýchlostná energia chladiva na tlakovú, čo sa dosahuje poklesom rýchlosti prúdenia a zmenou smeru pohybu chladiva I.O. Do výkružku v hornej časti rozvádzacieho zariadenia sú namontované lamely tepelnej izolácie tzv. tepelné bariéry. Tepelná izolácia slúži ako ochrana spodného radiálneho ložiska pred horúcim chladivom I.O.. Nad tepelnou bariérou je nasadené na hriadeľ pomocné koleso, ktoré zaisťuje cirkuláciu vody v autonómnom okruhu HCČ. Cirkulujúca voda AO a cez rozdeľovací stupeň unikajúca upchávková voda chladí a maže spodné radiálne klzné ložisko. Vytvára tým druhú tepelnú bariéru proti horúcemu chladivu I.O.. Vlastné pomocné koleso tvorí tretiu tepelnú bariéru proti horúcemu chladivu I.O..

Obežné koleso je nasadené na strediacich kuželoch a evolventných drážkach hriadeľa bez vôle. V osovom smere je obežné koleso zaistené maticou, ktorej vonkajší povrch má prúdnicový tvar. Obežné koleso zaisťuje cirkuláciu chladiva v I.O..

Spodné radiálne ložisko je tvorené puzdrom ložiska s prírubou, ložiskovou panvou z lisovaného grafitofluoroplastu a oceľovým puzdrom nasadeným na hriadeľ. Povrch oceľového puzdra je tepelne spracovaný. Spodné klzné radiálne ložisko je mazané a chladené vodou AO, ktorej cirkuláciu počas práce HCČ zabezpečuje pomocné obežné koleso nasadené na spodnej časti hriadeľa.

Osové a radiálne sily pôsobiace na hriadeľ HCČ sú zachytávané nosným radiálnoaxiálnym ložiskom. Radiálnoaxiálne ložisko sa skladá z telesa axiálneho ložiska, rotujúceho kotúča axiálneho ložiska s nábojom, horných a spodných oporných objímok, horných a spodných segmentov, prstenca, horného radiálneho ložiska a stieracej podložky oleja. Krútiaci moment sa z hriadeľa prenáša cez drážkovanú časť hriadeľa a drážkované puzdro na náboj. Mazanie nosného axiálnoaxiálneho ložiska sa vykonáva turbínovým olejom pod tlakom.

Pre zaistenie ľahkého spustenia HCČ pri vyššom tlaku v I.O. a tiež pre odľahčenie axiálneho ložiska pri prevádzke HCČ je na hornej časti telesa axiálneho ložiska namontované EOZ (elektromagnetické odľahčovacie zariadenie). EOZ vytvára axiálnu (osovú) silu, pôsobiacu v smere od elektromotora HCČ k obežnému kolesu.

EOZ sa skladá z telesa elektromagnetu, odľahčovacieho disku, dvoch cievok, chladiča a prítlačného prstenca.

Za účelom zabránenia spätného otáčania obežného kolesa pri odstavenom HCČ je nad EOZ namontovaný systém rohatka - západka. Toto zariadenie sa skladá z rohatkového krúžku priskrutkovaného na telese elektromagnetu, dvoch západiek voľne otočných na čapoch v držiakoch, ktoré sú umiestnené protiľahlo na odľahčovacom disku. Po spustení HCČ sa západky odstredivou silou vysunú zo zubov rohatkového krúžku. Pri zastavení HCČ západky vplyvom vlastnej hmotnosti zapadnú do ozubenia rohatkového krúžku a tým zaistia hriadeľ spolu s obežným kolesom proti spätnému otáčaniu, ku ktorému by inak došlo vplyvom spätného prúdenia chladiča v slučke I.O. s odstaveným HCČ.

Hriadeľ je utesnený mechanickými upchávkami a tlakovou upchávkovou vodou, ktorej tlak je vyšší ako je tlak chladiča v I.O.. V telese je uložené tiež puzdro s prírubou spodného radiálneho ložiska. Mechanické tesnenie hriadeľa HCČ sa skladá (poradie od čerpadla po elektromotor) z rozdeľovacieho upchávkového stupňa čelného typu, 2x hlavné upchávkové stupne hydrostatického typu (obidva sú rovnaké) a koncový upchávkový stupeň čelného typu. Za koncovým stupňom upchávky je atmosférický tlak upchávkového vody. Pri normálnej funkcii upchávok HCČ, pri normálnych parametroch v I.O. a tiež pri skúšobnom tlaku neprevyšuje prietok koncovým stupňom upchávky projektovú hodnotu.

Krútiaci moment sa z hriadeľa rotora elektromotora prenáša na hriadeľ čerpadla pomocou lamelovej spojky typu. Spojky sú celokovové s pružnými kruhovými membránami. Tieto spojky sú bezúdržbové a ekologické - nevyžadujú mazanie. Jedno puzdro je upevnené pomocou príruby a pera na hriadeľ rotora elektromotora, druhé puzdro je upevnené na náboji axiálnoradiálneho ložiska pomocou príruby a pera.

Lucerna sa skladá zo spodného a z horného medzikusu. Spodný medzikus je dutý valec s otvormi v plášti, ktorý umožňuje montáž prírodných a odvodných potrubí na teleso upchávky. Horný medzikus je tiež dutý valec po obvode vystužený rebrami a s otvormi na valcovom plášti, ktoré umožňujú prístup ku svorkovnici EOZ a k zubovej spojke HCČ.

Čerpadlo sa prírubou telesa (ulity) upevňuje na oporný rám. Oporný rám je zváraná konštrukcia opierajúca sa o tri guľové opory. To umožňuje HCČ a všetkým pomocným systémom HCČ pohyb v akomkoľvek horizontálnom smere. Opory umožňujú reguláciu výšky a každá má špeciálne zariadenie (tzv. košielku) na ochranu svojej valivej plochy proti vlhkosti a mechanickým nečistotám.

Elektromotor HCČ je asynchrónny, trojfázový, typu chladený vzduchom. Vzduch sa ochladzuje vo dvoch rúrkových chladičoch vzduchu. V chladiči sú dva ťahy, cez ktoré prúdi voda. Chladiče vzduchu sú chladené vodou vloženého okruhu, ktorá prúdi vo vnútri trubiek.

Pomocné zariadenia HCČ.

Pre prácu HCČ sú potrebné nasledovné pomocné zariadenia:

- pomocné cirkulačné čerpadlo
- systém olejového hospodárstva HCČ
- chladič tesniacej vody a autonómneho okruhu

- odstredivý zahusťovač
- izolácia a plášť izolácie telesa čerpadla
- biologické tienenie
- tesniaci vlnovec
- samonasávacie čerpadlo
- zariadenie na tlmenie účinkov zemetrasenia

Pomocné cirkulačné čerpadlo.

PCČ je vertikálne, jednostupňové, odstredivé čerpadlo s elektropohonom. Elektromotor aj čerpadlo sú konštruované ako jeden celok.

Pracovným médium je voda AO, ktorá sa do AO dostane pri plnení primárneho okruhu medzerou medzi obežným kolesom, rozvážiacim kolesom a tepelnou bariérou. Cirkulujúce pracovné médium chladí a maže spodné radiálne ložisko HCČ. Využíva sa tiež na mazanie, chladenie axiálneho a radiálnych ložísk rotora PCČ a chladenie vlastného rotora elektromotora.

Pracovné médium postupuje z dutiny za obežným kolesom, prechádza medzerou medzi vložkou a puzdrom spodného radiálneho ložiska, okolo rotora elektromotora, medzi vložkou a puzdrom horného radiálneho ložiska, cez axiálne ložisko a odtiaľ otvorom do priestoru sania obežného kolesa.

Všetky súčiastky PCČ, ktoré sú v styku s pracovným médium. Vyrobené z nerezovej ocele, ktorá dobre odoláva medzikryštalickej korózii.

Systém olejového hospodárstva HCČ.

Potrubné trasy zaisťujú rozvod oleja k jednotlivým HCČ a zabezpečujú mazanie a chladenie horného radiálneaxiálneho ložiska a ložísk elektromotora a ďalej zabezpečujú jeho skladovanie, čistenie, chladenie.

Systém olejového hospodárstva HCČ pre jeden blok zahŕňa nasledujúce hlavné stroje a zariadenia:

- 6 ks olejových čerpadiel
- 4 ks chladičov oleja
- 6 ks olejových filtrov
- 2 ks nádrží oleja 8 m³
- 2 ks zberná nádrž oleja 0,8 m³
- 2 ks zubové čerpadlá

Systém olejového hospodárstva pozostáva z dvoch skupín čerpacích staníc z ktorých každá zaisťuje prívod oleja k trom HCČ. Odpady oleja od HCČ a havarijného prelivu oleja sú zaústené do nádrže 10 m³. Olejové hospodárstvo HCČ je doplnené potrubím, ktoré je prepojené s odvzdušnením, ktorého účelom je zamedziť vytlačeniu oleja z priestoru ložísk v miestnosti pri zvýšení tlaku v boxe PG.

Olejové hospodárstvo - nehermetická zóna.

Zariadenie pre čerpanie, chladenie a regeneráciu mazacieho oleja HCČ je umiestené v nehermetickú zónu. Podlaha miestností a steny sú do výšky cca 350 mm vyložené plechom.

Každé HCČ má samostatný odpad oleja do nádrže 8 m³.

Potrubie havarijného prelivu oleja nadväzuje svojím potrubím na potrubné trasy základného olejového hospodárstva sifónov. Ďalej pokračuje potrubie havarijného prelivu do havarijnej nádrže. Pri nádrži je umiestnené havarijné čerpadlo oleja, ktorým sa olej späťne prečerpáva cez sifóny do nádrží v kobkách. Trasa potrubí spätného plnenia je vedená súbežne s potrubím havarijného prelivu.

Systém prepojení odvodu vzduchu je realizovaný nerezovým potrubím, ktoré vzájomne prepojuje odvodu vzdušňovacie potrubia havarijného prelivu, odvodu vzduchu nádrže havarijného prelivu a odvodu vzduchu expanzných nádrží.

Chladič upchávkového vody a vody autonómneho okruhu.

Chladiče vody AO a upchávkového vody sú umiestnené na konzole vrchnej časti horného medzikusu a sú konštrukčne riešené ako jeden montážny celok, ktorý je chránený biologickým tienением, ktoré je z oceľových plechov.

Každý chladič sa skladá z dvoch sekcií tvaru „U“. Každá sekcia sa skladá z telesa tvaru „U“ a zväzku U - trubiek umiestnených vo vnútri telesa. Dve sekcie sú chladienie vody AO a druhé dve pre chladienie upchávkového vody. Voda AO a upchávková voda prúdi vo vnútri U-trubiek a z vonkajšej strany sú U - trubky omývané vodou vloženého okruhu HCČ.

Odstredivý zahusťovač - hydrocyklón.

Je určený na odstránenie mechanických nečistôt z upchávkového vody pred vstupom do upchávky HCČ. Odľučuje mechanické nečistoty, ktoré by mohli spôsobiť poškodenie upchávkových kremíkografitových krúžkov.

Izolácia a plášť izolácie telesa čerpadla.

Plášť izolácie ulity (telesa) čerpadla sa skladá zo štyroch nerezových vodotesných sekcií a dvoch nerezových vodotesných krytov na sacom hrdle čerpadla. Pred montážou plášťa izolácie na teleso a sacie hrdlo čerpadla je plášť zaplnený tepelnou izolačnou hmotou. Jednotlivé sekcie tepelnej izolácie sú zospodu na ulite pridržiované konzolami priskrutkovanými na oporný rám čerpadla. Jednotlivé časti tepelnej izolácie sú vzájomne zoskrutkované. Tepelná izolácia sacieho hrdla je priskrutkovaná na izoláciu telesa čerpadla.

Biologické tienenie.

Biologická ochrana je z oceľových dosiek namontovaná na chladiči AO. Miestnosť HCČ, ktorá je poloobslužným priestorom a je oddelená od boxu PG oceľovými segmentovými tieniacimi doskami s vyvŕtanými otvormi pre odvod vody organizovaných beztlakých únikov a odvod organizovaných únikov oleja (tzv. priesak oleja).

Tesniaci vlnovec.

Tesniaci vlnovec slúži na hermetické oddelenie priestoru obsluhy elektromotora HCČ od boxu PG. Tesniaci vlnovec je gumový prstenec tvaru kužela, ktorý je horným koncom upevnený na spodnú časť biologickej ochrany a spodným koncom na HCČ. Vlnovec je vyrobený zo silikónkaučuku odolného proti rádioaktívnemu žiareniu. Svojou konštrukciou dovoľuje pohyb HCČ v horizontálnej rovine každým smerom a vo vertikálnom smere.

Oporný rám HCČ.

Čerpadlo je pripevnené prírubou telesa na oporný rám HCČ. Oporný rám je zváraná konštrukcia opierajúca sa o tri guľové opory, umiestnené na základových doskách. Základové dosky sa nadstavujú pomocou klinov na podlahe boxu parogenerátorov. Uloženie na guľových oporách umožňuje pohyb HCČ v ľubovoľnom

horizontálnom smere. Pomocou nastavovacích skrutiek na guľových oporách je možné regulovať výškové umiestnenie oporného rámu. Zaradenie guľových opôr je chránené proti vlhkosti a znečisteniu krytom.

Zariadenie na tlmenie účinkov zemetrasenia.

Viskózne tlmiče slúžia na zabezpečenie systému HCČ proti mimoriadnym seizmickým účinkom. Materiál tlmičov, vrátane pracovného média, je odolný voči rádioaktívnemu žiareniu a tlmiace vlastnosti sa v celom pracovnom rozsahu teplôt nemenia. Každé HCČ je zaistené tromi tlmičmi, ktoré sú rozmiestnené po 120°. Piest tlmiča je spojený s okom telesa lucerny HCČ a valec tlmiča je ukotvený do podlahy v miestnosti HCČ. Konštrukcia viskózných tlmičov zaisťuje účinné tlmenie zodpovedajúce hodnotám v piatich stupňoch voľnosti (t.j. 3 posuvy a 2 klopne rotácie voľne statické posuvy). Viskózne tlmiče sú opatrené kontrolnou mriežkou pre limitované statické dilatácie a ako pomôcka na nastavenie tlmičov.

Voči pôvodnému projektu sú zrealizované nasledovné technické vylepšenia:

- odvzdušnenie výtlaku čerpadiel olejového hospodárstva HCČ
- náhrada zubovej spojky HCČ
- zámena Ni tesnení za expandovaný grafit na prírubových spojoch tlakových zariadení I.O.
- modernizácia bloku pomocných systémov HCČ
- modernizácia telesa elektromagnetu HCČ
- modernizácia upevnenia obežného kola
- modernizácia utesnenia rozvážacieho kola

Tepelný výmenník.

Tepelný výmenník trubkového typu, vloženého okruhu chladenia slúži na chladenie pracovného média VO HCČ.

Tlak TVD vo výmenníku musí byť vyšší ako tlak vody VO HCČ.

Olejové čerpadlo .

Čerpadlo typu je konštrukčne riešené ako vertikálny objemový -trojvretenový agregát, s náhonom na stredné vreteno. Vretená majú tvar závitovky. Pohon čerpadla je zabezpečený asynchrónnym elektromotorom.

Olejové hospodárstvo je vybavené dvomi trojicami čerpadiel tohto typu. Každá trojica čerpadiel plní prevádzkové funkcie v rámci jedného systému.

Čerpadlá sú vybavené drenážou zaústenou do spoločného drenážneho zvodu, zvedeného do zbernej nádrže oleja príslušného systému. Priesaky z upchávok sú zaústené do trasy odvzdušnenia systému.

Olejový filter.

Filter je určený k čisteniu oleja od mechanických nečistôt pred vstupom na ložiská HCČ. Filter má štrbinovú konštrukciu s mechanickým čistením lamiel.

Filter je namontovaný na výtlaku hlavných olejových čerpadiel, t.j. celkove olejové hospodárstvo obsahuje 6ks filtrov.

Každý filter má vlastnú drenáž a odvzdušnenie a olej sa zachytáva do prenosnej nádoby.

Olejový chladič.

Chladič je určený na chladenie oleja pred vstupom na ložiská HCČ. Ako chladiace médium je použitá technická voda dôležitá. Chladič oleja je trubkový výmenník s priamymi trúbkami. Chladiaca technická voda prúdi v trúbkách a olej v medzitrubkovom priestore. Olejové hospodárstvo obsahuje štyri olejové chladiče, po dva na každý systém.

Drenáž olejovej strany chladičov je zaústená do spoločnej drenážnej trasy a zvedená do zbernej nádrže oleja príslušného systému. Drenáž vodnej strany je pre každý chladič vyvedená samostatne a voda sa zachytáva do prenosnej nádoby.

Nádrž havarijného prepadu oleja.

Nádrž je určená na zachytenie havarijného prepadu oleja z hydrouzáverov na odvode oleja z jednotlivých HCČ a slúži ako zberač priesaku oleja z ložísk HCČ.

Nádrž havarijného prepadu oleja nepatrí medzi párové zariadenia olejového hospodárstva. Vyššie uvedené technologické funkcie zabezpečuje spoločne pre obidva olejové systémy.

Odčerpávanie oleja z nádrže je zabezpečené havarijným olejovým čerpadlom. Dokončovaciu drenáž do prenosnej nádoby možno vykonať cez armatúru. Vzduchový objem nádrže je zavzdušňovacou trúbkou prepojený s priestorom miestnosti HCČ.

Havarijné olejové čerpadlo.

Je odstredivé čerpadlo určené pre odčerpávanie oleja z nádrže havarijného prepadu oleja cez hydrouzávery na trasách odvodu oleja z HCČ do nádrže, resp. cez hydrouzávery na trasách odvodu oleja z HCČ do nádrže. Havarijné olejové čerpadlo je jedno pre celé olejové hospodárstvo HCČ. Vyššie uvedené technologické funkcie čerpadlo zabezpečuje pre obidva systémy spoločne.

Zberná nádrž oleja.

Nádrž je určená na zhromažďovanie únikov oleja z upchávok olejových čerpadiel. Slúži k zachyteniu oleja pri drenážovaní potrubných trás, chladičov oleja čerpadiel na zachytenie oleja pri odvzdušňovaní potrubných trás systému mimo hermetickej zóny.

Olejové hospodárstvo HCČ obsahuje dve nádrže tohto typu, z ktorých každá je určená pre jeden zo systémov.

Nádrže sú samostatné a nemajú priamy technologický prepoj. Vyprázdňovanie sa vykonáva zubovým olejovým čerpadlom, vlastnú drenáž nádrže nemajú.

Zubové olejové čerpadlo.

Čerpadlo je určené na odčerpanie oleja zo zbernej nádrže oleja a na dopravu oleja do olejovej nádrže. Na olejovom hospodárstve sú dve čerpadlá tohto typu t.j. každá z nádrží má svoje čerpadlo.

Drenáž čerpadla je zabezpečená cez armatúru do prenosnej nádoby. Výtlač čerpadla chráni poistný ventil.

6.2.4.1.2 Technické hodnotenie systému HCČ.

6.2.4.1.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému HCČ sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému HCČ a patria do PS3(4).01 je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém HCČ a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky a v abnormálnych stavoch bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.1.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém HCČ a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné. HCČ a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné za účelom zabezpečenia tesnosti počas a po seizmickej udalosti a zabezpečujú odvod tepla svojim dobehom v úvodných fázach po seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému HCČ je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení HCČ je uvedená v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom. Analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.1.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií“ (s činnosťou systému HCČ ako prevádzkového systému sa uvažuje len do hodnôt havarijného režimu „malej“ LOCA). Pri výpadku napájania a „veľkej“ LOCA HCČ vypína a uvažuje sa s dobehom čerpadla.

6.2.4.1.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém HCČ je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie kapitola 06.07.02.02
- Rozvod technickej vody dôležitej v primárnej časti kapitola 06.04.05.05.

6.2.4.1.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém HCČ je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Systém normálneho doplňovania a bórovej regulácie kapitola 06.07.02.02
- Rozvod technickej vody dôležitej v primárnej časti kapitola 06.04.05.05.

6.2.4.1.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systému HCČ postačujúca z hľadiska výkonu svojej projektovej a bezpečnostnej funkcie.

Zariadenia HCČ sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie a zariadenia do BT1 a 3I a plnia bezpečnostnú vid' kap. 6.2.4.2.1.2.1. Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti 6.2.4.1.1.1.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti

6.2.4.1.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém HCČ sú definované v príslušnom dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti od ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii zariadení pre systém HCČ a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie.

Systém HCČ môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém HCČ musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, Časť B/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly):

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení, b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva, c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

bod C. Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [II.10]

- (3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiva a možnosť ich zachytenia tak, aby systém odvodu zostatkového tepla pracoval spoľahlivo aj v prípade jednoduchšej poruchy a strate vonkajšieho elektrického napájania.
- (4) Projekt sekundárneho okruhu musí zabezpečiť:
- a) spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu
 - b) zisťovanie prípadných únikov z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu, a ak sa tieto úniky zistia, zabrániť ich ďalšiemu šíreniu.
- (5) Projekt musí zahŕňať riešenie spoľahlivého konečného odvodu tepla z vybraných zariadení počas stavov normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky, projektových havárií a počas vybraných ťažkých havárií čiastočne prispievať k odvodu tepla. Konečným odvodom tepla sa rozumie odvod zostatkového tepla do atmosféry alebo do vody, alebo ich kombinácia.
- (6) Spoľahlivosť systémov podieľajúcich sa na finálnom odvode tepla jeho prenosom, zabezpečením energie alebo dodávaním médií do systémov konečného odvodu tepla sa musí dosiahnuť napríklad výberom osvedčených zariadení a systémov, ich zálohovaním, rôznorodosťou, fyzickým oddelením, prepojeniami, izoláciou.
- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukciou HCČ je zabezpečená jeho pevnosť, tesnosť a technickými podmienkami stanovený dobeh pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane), po ktorom je nutná revízia HCČ.

Konštrukčné hodnotenie HCČ zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení.

V prípade vzniku iniciačnej udalosti „Rôzne kombinácie výpadkov hlavných cirkulačných čerpadel“, zaradenej do kategórie očakávaných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

HCČ zabezpečuje cirkuláciu teplotnosného média v hlavnom cirkulačnom potrubí I.O. s potrebným prietokovým množstvom v súlade s tepelným výkonom bloku vo všetkých normálnych prevádzkových režimoch bloku.

Konštrukčné hodnotenie HCČ zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukčne je každé HCČ pred účinkami seizmického pôsobenia zabezpečené pomocou 3 ks viskózných tlmičov.

Pred účinkami maximálnej projektovej havárie je každé HCČ zabezpečené pomocou havarijných obmedzovačov, ktoré zabráňujú čerpadlu v neprípustnom pohybe v zvislom a vodorovnom smere pre dané zrýchlenie.

- odvod tepla,

Hodnotenie: HCČ zabezpečuje cirkuláciu teplotnosného média v hlavnom cirkulačnom potrubí I.O. s potrebným prietokovým množstvom v súlade s tepelným výkonom bloku vo všetkých normálnych prevádzkových režimoch bloku.

Elektromotor čerpadla je testovaný podľa GOST 183-74 s 20 % zvýšením otáčok oproti nominálnym otáčkam.

Konštrukciou HCČ je zabezpečená jeho pevnosť a technickými podmienkami stanovený dobeh pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane), po ktorom je nutná revízia HCČ.

Pred účinkami maximálnej projektovej havárie je každé HCČ zabezpečené pomocou havarijných obmedzovačov, ktoré zabraňujú čerpadlu v neprípustnom pohybe v zvislom a vodorovnom smere pre dané zrýchlenie.

Potrebná zotrvačnosť dobehu čerpadla pri výpadku napájania je zabezpečená zotrvačníkom umiestneným v elektropohone čerpadla, cez spojku spojenú s rotorom čerpadla.

V rámci riešení pre prípad úplnej straty napájania bloku (blackout) bolo vykonaných veľa štúdií chovania upchávok HCČ výpočtových, ako aj experimentálnych pri strate chladenia.

Upchávka HCČ bola dostatočne tesná po dobu 24 - hodinového testu pri podmienkach blackout a zavretom odvode organizovaných únikov

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému HCČ.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

HCČ vyhovujú podmienkam a sú projektované tak, vrátane všetkých zmien, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení HCČ zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

- počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení

Hodnotenie: Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení HCČ. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systém HCČ je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby, kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukčné hodnotenie HCČ zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

Hodnotenie: HCČ vyhovujú podmienkam HCČ a sú projektované tak, vrátane všetkých zmien, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení HCČ zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému HCČ.

Potrúbia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna zaručujú vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch,

Hodnotenie: Zariadenia HCČ sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvaracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Chemické zloženie je zvolené tak, aby ocel mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Ocel je testovaná na odolnosť proti inter-kryštalickej korózii. Obsah feritu je testovaný magneticko metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém HCČ spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

6.2.4.2 Parogenerátory.

6.2.4.2.1 Opis systému.

6.2.4.2.1.1 Účel systému PG.

Parogenerátory slúžia na výrobu suchej sýtej pary. Na ohrev sa využíva chladivo primárneho okruhu. V každej zo šiestich cirkulačných slučiek primárneho okruhu je jeden parogenerátor (PG). Všetky parogenerátory sú oddeliteľné od reaktora hlavnými uzatváracími armatúrami a chránené proti neprípustnému zvýšeniu tlaku systémom poistných ventilov. Parogenerátor slúži na výrobu suchej nasýtenej pary a tvorí rozhranie medzi primárnym a sekundárnym okruhom jadrovej elektrárne. Primárna časť PG tvorená primárnymi kolektormi a zväzkom teplovýmenných rúrok, je napojená na hlavné cirkulačné potrubie. Sekundárna časť tvorená plášťom s nátrubkami, vnútornou zostavou, ktorá je spojená s potrubiami sekundárneho okruhu a s potrubiami čistiacich, pomocných a bezpečnostných systémov.

Primárne chladivo je do PG privádzané primárnym potrubím, vstupuje do horúceho primárneho kolektora, odkiaľ je rozvádzané teplovýmennými rúrkami. Prechodom rúrkami odovzdáva teplo sekundárnej vode, ochladzuje sa, vstupuje do studeného primárneho kolektora a odchádza studenou vetvou primárneho potrubia na sanie hlavného cirkulačného čerpadla.

Zo sekundárnej strany sú teplovýmenné rúrky obklopené parovodnou zmesou. Konštrukcia rúrkového zväzku a napájania umožňuje prirodzenú cirkuláciu a vylučuje blanový var na rúrkach. Para vystupujúca z hladiny sekundárnej vody odparovaním sa v priestore vplyvom gravitácie vysušuje a vstupuje do žalúziového separátora, kde dochádza ku konečnému odlúčeniu vody. Sýta para potom cez dierovaný plech vychádza piatimi nátrubkami do kolektora pary a je odvádzaná parným potrubím k turbíne. Dopĺňovanie sekundárnej vody sa uskutočňuje pomocou rozvodu napájacej vody.

Všetky potrubia nadväzujúcich potrubných systémov sú pripojené k nádobe parogenerátora zvarovými spojmi. Zvarovými spojmi sú taktiež pripevnené kontrolné a meracie zariadenia. Rozoberateľným spojom je realizovaný tesniaci uzol prielezu a tesniace uzly primárnej a sekundárnej strany primárnych kolektorov.

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba parogenerátorov.

Hodnotenie zostávajúcich systémov parogenerátorov je v nasledovných kap. PpBS:

- systém havarijného odvzdušnenia slúži na odvod paroplynnej zmesi z priestoru pod vekom reaktora a z primárnych kolektorov parogenerátorov v havarijných režimoch - Kapitola 06.04.05.01 Systém havarijného odvodu paroplynovej zmesi z primárneho okruhu
- superhavarijné napájanie - Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG
- trvalý odluh PG - Kapitola 06.07.02.10 Systém čistenia odluhov PG ŠOV 5

Hodnotenie zostávajúcich systémov parogenerátorov je v nasledovných podkapitolách tejto PpBS:

- hlavné cirkulačné potrubie I.O. 6.2.4.3
- systém drenáží a odvzdušnení - 6.2.4.8
- systém organizovaných únikov - 6.2.4.9
- parné potrubie PG a - napájacie potrubie PG 6.2.4.5

6.2.4.2.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti parogenerátorov.

Väzby na iné systémy.

Na PG nadväzujú systémy a komponenty:

- hlavné cirkulačné potrubie I.O.,
- systém drenáží a odvzdušnení ,
- systém organizovaných únikov,
- parné potrubie PG a jeho oddeľovací systém
- napájacie potrubie PG a jeho oddeľovací systém
- trvalý odluh a periodický odkal PG.

Opis konštrukcie.

Vlastný parogenerátor je horizontálna valcová tlaková nádoba uzavretá eliptickými dnami. V strednej časti telesa PG sú umiestnené dva kolektory, ku ktorým sú pripojené slučky primárneho okruhu. Do kolektorov sú zaústené teplovýmenné trubky tvoriace teplovýmennú plochu pre výmenu tepelnej energie medzi I.O. a II.O. okruhom. Chladivo I.O. prechádza z horúcej vetvy slučky HCP do vstupného (horúceho) kolektora, prúdi cez teplovýmenné trubky do výstupného (studeného) kolektora a vracia sa do studenej vetvy slučky HCP. PG má prirodzenú cirkuláciu sekundárnej vody. V trubkovom výmenníku je teplo odvádzané chladivom z reaktora predávané parovodnej zmesi II.O., ktorá sa nachádza v priestore medzi trubkami a generuje sa suchá sýta para. Vzniknutá para prechádza separátorom pary do parného kolektora je odvádzaná parovodmi k turbínam. Parný kolektor je umiestnený nad PG v smere pozdĺžnej osy spojený s PG piatimi nátrubkami.

Vo vnútri telesa PG je umiestnený systém rozvodu napájacej vody. Napájanie PG je zaisťované trasou normálneho napájania a trasou superhavarijného napájania. Normálne napájanie PG zaisťuje dodávku takého množstva napájacej vody, aby bol zaistený požadovaný parný výkon. Napájacia voda sa privádza na horúcu stranu potrubného zväzku. Tým sa dosiahne parného zaťaženia vplyvom kondenzácie časti pary. Trasou superhavarijného napájania PG je privádzané chladivo pri dochladzovaní.

V rámci bezpečnostných vylepšení projektu parogenerátora MO34 boli urobené nasledovné konštrukčné vylepšenia:

- Konštrukčná úprava primárneho veka
- Úprava závitových hniezd
- Výmena niklového tesnenia za hrebeňové grafitové tesnenie
- Separátor hladiny
- Úprava tesniacich uzlov na sekundárnej strane PG
- Monitorovanie korózie v sekundárnom okruhu parogenerátora
- Koncepcia riešenia rozvodu napájacej vody PG

Opis funkčnosti.

Parogenerátory využívajú teplo chladiva primárneho okruhu na výrobu suchej sýtej pary. Chladivo primárneho okruhu prechádza z horúcej vetvy HCP do horúceho kolektora PG, prúdi cez trubkový výmenník tvaru U do studeného kolektora PG a vracia sa späť do studenej vetvy HCP. V trubkovom výmenníku je teplo odvádzané do vody sekundárneho okruhu, ktorá tvorí v PG hladinu. Voda sa v priestore medzi

trubkami premieňa na paru, prechádza separátorom pary, zhromažďuje sa v parnom zberači a je odvádzaná parovodmi do hlavného parného kolektora (HPK) a odtiaľ k turbínam.

V nominálnom režime je udržiavaná rovnováha medzi množstvom pary generovanej v PG a množstvom privádzanej napájacej vody z výtlaku hlavných napájacích čerpadiel na základe pôsobenia regulátora hladiny v PG. Pôsobením na regulačné ventily na hlavnom prívode napájacej vody udržiava regulátor hladinu vody v PG v rozmedzí zaručujúcim spoľahlivú prevádzku separačných zariadení aj úplné využitie prestupu tepla teplovýmennou plochou.

Napájanie PG je zaistené trasou normálneho napájania, havarijného napájania a trasou superhavarijného napájania PG.

Za účelom udržania soľného režimu a hladiny iontov chlóru vo vode II.O. sa vykonáva trvalý odluh PG. K odstráneniu kalu a produktov s vysokým obsahom solí sa vykonáva periodický odkal. Odkal a odluh sa vykonáva zo spodnej časti telesa PG pod zväzkom teplovýmenných trubiek trasou do systému odluhu PG. Vyprázdňovanie PG sa vykonáva trasou periodického odkalu.

6.2.4.2.1.2.1 Bezpečnostné funkcie vykonávané PG.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom PG v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňovania chladiva.
- zabezpečuje odvod zostatkového tepla pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a havarijných podmienkach, keď nedošlo k porušeniu integrity chladiaceho okruhu jadrového reaktora.

6.2.4.2.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Parogenerátory pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentu. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a bodu I. prílohy č. 1 sú komponenty systému PG klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I a II.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy BT I sú zariadenia

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňovania chladiva.
- systém teplovýmennej plochy, tvorený dvoma kolektormi („studeným“ a „horúcim“) a teplovýmennými trubkami

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy II sú zariadenia

- 2e) zariadenia na odvod zostatkového tepla pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a havarijných podmienkach, keď nedošlo k porušeniu integrity chladiaceho okruhu jadrového reaktora,
- Sekundárna strana PG vrátane pripojovacích potrubí po oddeľovacie armatúry

Zariadenia systému PG sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia

systému PG, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému PG, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.2.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému PG požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie" platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Parogenerátory sú **seizmicky odolné**, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Parogenerátory sú zaradené 1b kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.2.1.2.3 Parogenerátory.

Odvod tepla z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu je uskutočňovaný cez parogenerátory, ktorých je pre jeden blok inštalovaných celkom šesť. Odvod vyvíjanej pary z parogenerátorov je na nominálnom výkone zaistený na dva turbogenerátory. V prípade výpadku turbogenerátorov je odvod pary po zapôsobení RLS resp. RPS v prechodovom procese zaistený cez prepúšťacie stanice do kondenzátorov.

Teplovýmenná plocha.

Teplovýmenná plocha je tvorená trubkami, ohnutými do tvaru "U". Rúrky sú z dôvodu možnosti vypúšťania vedené v miernom spáde ku kolektorom. Privarenie trubiek ku kolektorom je z vnútornej strany metódou WIC. Po privarení všetkých trubiek sú tieto zavalcované po celej hrúbke kolektora metódou tvarovania výbuchom. Teplovýmenná plocha sa skladá z 88 typov ohnutých rúr o dĺžke maximálne 13 m. Použitým materiálom je austenitická oceľ.

Pre prevádzkové charakteristiky je potrebné uvažovať aj so zmenou (zmenšením) teplovýmennej plochy, ku ktorej dochádza zaslepením príslušných trubiek pri ich poškodení. Uvedené zmenšenie počtu trubiek má za následok zníženie odovzdaného výkonu, ktoré je úmerné počtu zaslepených trubiek.

V prípade úniku v teplovýmenných rúrkach musí nasledovať odstavenie bloku a oprava defektného PG. Podľa charakteru úniku a rýchlosti rastu aktivity vody II. O. môže byť oprava PG zlúčená s plánovanou odstávkou bloku.

Vyskytujú sa dva druhy poškodenia teplovýmenných trubiek - defekt zvaru a defekt na trubke. Identifikácia a opravy defektov teplovýmennej plochy PG sa vykonávajú podľa inštrukcie pre prevádzku a údržbu PG.

Spoľahlivosť odvodu tepla je podmienená zaistením prívodu dostatočného množstva napájacej vody a odvodu vyvíjanej pary. Dodávka napájacej vody do PG je zaistená hlavnými napájacími čerpadlami (bez zaisteného elektrického napájania), havarijnými napájacími čerpadlami (so zaisteným elektrickým napájaním).

V prevádzkových režimoch so seizmickou udalosťou a stratou napätia vlastnej spotreby sú pre odvod tepla z primárneho okruhu cez sekundárny okruh k dispozícii bezpečnostné systémy PSA a SHN, ktoré sú riešené

s redundanciou 3×100%, so seizmickou odolnosťou a so zaisteným elektrickým napájaním z troch nezávislých systémov SZN.

Parogenerátory jadrovo-energetických blokov VVER-440 predstavujú jedno z kritických miest bloku z hľadiska jeho životnosti a prevádzkovej kapacity. Ako ukazuje súčasná celosvetová prax na parogenerátoroch rôznych konštrukcií boli detekované defekty, ktoré znižujú časové využitie blokov JE.

6.2.4.2.1.2.4 Osobitné požiadavky.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.2.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému PG, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006 [II.10]**, Príloha č. 3, v častiach

- B/II/A - B/III/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]
- B/III/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.2.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému PG (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.2.3 nižšie.

Osobitné požiadavky na parogenerátory - odviešť zvyškové teplo v prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou primárneho okruhu.

6.2.4.2.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov je uvedené v súbore – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Elektronapájanie je popísané v nasledovných PP:

- Elektrické napájanie zariadení I.O. za úsekovými rozvádzačmi

Systém zaisteného napájania má v kapitole 06.06 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.06.02.04.

6.2.4.2.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

Prehľad základných meraní na PG:

- Tlak v PG
- celková hladina v PG
- stredná hladina v PG
- Prietok napájacej vody
- Prietok pary
- Kontrola tesnosti PG

Hlavné blokovacie podmienky sú závislé na meraní hladiny napájacej vody v PG a tlaku pary.

V prípade porušenia parného potrubia rýchločinné armatúry odpoja PG a odstaví sa HCČ.

Dôležité meracie zariadenia, ktoré patria do tohto súboru sú ovládané z signálov RTS, RLS, ESFAS. – tieto systémy SKR majú v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS, podkapitolu 06.05.02 - Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB), podkapitolu 06.05.05.05 .- Limitačný systém reaktora - RLS.

Ovládanie sa vykonáva ručne diaľkovo z BD alebo od ochrán.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O
- Systém EXCORE
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS, DRTS
- FUNK. SKUPINA C3 LOGICKÁ SCHÉMA

6.2.4.2.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Činnosť systému PG pracuje v trvalom stave a je kontrolovaný a riadený z BD a ND. Vlastný chod je riadený automaticky alebo obsluhou.

6.2.4.2.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.2.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

V nominálnom stave je v prevádzke:

- šesť PG
- systém regulácie hladiny PG
- odluh a odkal PG

Regulácia hladiny v PG.

V nominálnom režime je udržiavaná rovnováha medzi nominálnou produkciou pary generovanej v PG a množstvom privádzanej napájacej vody z výtlaku hlavných napájacích čerpadiel na základe pôsobenia regulátora hladiny v PG. Pôsobením na regulačné ventily na hlavnom prívode napájacej vody udržiava regulátor hladinu vody v PG v rozmedzí zaručujúcich spoľahlivú prevádzku separačných zariadení a úplné využitie prestupu tepla teplovýmennou plochou.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

Odluh a odkal PG.

Za účelom udržania solného režimu a hladiny iontov chlóru vo vode II.O. sa za prevádzky PG v nominálnom režime vykonáva trvalý odľuh.

Za účelom odstránenia kalu a produktov s vysokým obsahom solí sa 1x za deň vykonáva za prevádzky PG periodický odkal.

6.2.4.2.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

Prevádzka PG je ako pri normálnych podmienkach.

6.2.4.2.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

Podrobný popis je v príslušnom prevádzkovom predpise

6.2.4.2.1.5 Detailné prvky projektu.

6.2.4.2.1.5.1 Dispozičné riešenie.

Parogenerátory sú umiestnené v boxe PG v neobslužnej časti reaktorovne.

6.2.4.2.1.5.2 Materiály PG.

Materiály PG sú hlavne kotlová oceľ 22K, austenitická oceľ, parný kolektor - uhlíková oceľ

6.2.4.2.1.5.3 Hlavné komponenty systému.

Parogenerátor PG je horizontálna celozvarovaná jednoplášťová tlaková nádoba s eliptickými dnami. Vo vnútornom priestore parogenerátora sa nachádza systém teplovýmennej plochy (s horizontálne položenými trúbkami, sústavenými do trúbkovníc primárnych kolektorov), systém rozvodu napájacej vody, systém havarijného napájania, systém separácie pary a systém oplachov.

Plášť parogenerátorov je zložený z valcovej časti zvarenej zo 6 kruhov (z dvojice centrálnych kruhov z plechu, dvoch krajných dvojíc kruhov z plechu) a z dvoch eliptických dien vylisovaných z kruhoviek.

Hrúbky stien plášťa sú stanovené výpočtom sa zahrnutím korózneho prídavku pre projektovanú dobu životnosti PG. Na plášť sú pripojené zvarovými spojmi tieto diely:

• príelaz (na jednom z dien) na obsluhu sekundárneho priestoru vrátane plochých viek, tesniaceho a spojovacieho materiálu

• dva nátrubky na strednej časti plášťa vrátane eliptických viek, tesniaceho a spojovacieho materiálu na obsluhu primárnych kolektorov (v hornej časti telesa)

• päť nátrubkov v hornej časti plášťa pre odvod systému pary do kolektora pary

• nátrubok pre prívod napájacej vody (bočná časť plášťa)

• nátrubok pre havarijné napájanie sekundárneho priestoru PG (bočná časť plášťa)

• dva nátrubky s prírubou pre systém oplachov (spodná časť plášťa)

• dva nátrubky s prírubou pre odvodnenie (spodná časť plášťa)

• dva nátrubky pre odvod kotlovej vody do potrubia kontinuálneho odľuhu (spodná časť krajných

trúbkov)

6.2.4.2.1.5.3

6.2.4.2.1.5.3

6.2.4.2.1.5.3

- osem dvojíc nátrubkov pre pripojenia vyrovnávacích nádob
- dva nátrubky pre indikáciu hladiny (príruba prielezu veka plášťa)
- nátrubok kontroly hermetickosti kolektora I.O.
- dva nátrubky pre kontrolu tesnosti II. O.
- dva nátrubky pre odvzdušnenie II.O.
- dva podložné plechy
- päť kociek pre termočlánky
- tri nátrubky pre meranie tlaku (na parnom kolektore)

Kolektory I.O. sú vložené v nátrubkoch a spojené s nimi zvarovými spojmi.

Spodná časť kolektorov je vybavená prechodovým krúžkom pre pripojenie potrubia hlavnej cirkulačnej slučky, dvomi nátrubkami pre odkalovanie, nátrubkom pre kontrolu tesnosti prírubového spoja kolektora a nátrubkom pre odvzdušnenie kolektora I.O. V hornej časti sú kolektory zosilnené, vybavené hrdlami a spojené prírubovými spojmi s plochými vekami.

Trubkový zväzok tvoria trubky zostavené do slučiek tvaru U, uložené za sebou s horizontálnym a s vertikálnym rozstupom. Konce trubiek sú v kolektoroch I.O. upevnené pomocou tvárnenia výbuchom v celej hrúbke steny kolektora a utesnené zvarovým spojom čela trubky s vnútrom povrchom kolektora.

Trubky sú uchytené v podpornom systéme tvorenom stenami zloženými z dištančných vložiek dvoch typov:

- tvarové vložky sú dištančné vlnovce pre uloženie trubiek s predpísaným rozstupom
- rovné vložky sú podložné plechy slúžiace ako nosný medzikus

Systém separácie pary je tvorený žalúziovým separátorom a dierovaným plechom. Sekcie žalúzií sú postavené so sklonom k horizontálnej osi parogenerátora a sú umiestnené po celej dĺžke parného priestoru. Nad žalúziami v smere toku pary je umiestnený dierovaný plech určený na vyrovnanie rýchlosti prúdenia.

Systém rozvodu napájacej vody nainštalovaný vo vnútornom priestore PG je napojený na nátrubok. Pôvodným napájaním z uhlíkovej ocele, sa voda privádzala do dvoch vodorovných vetví, umiestnených uprostred trubkového zväzku. Do medzitrubkového priestoru vytekala horizontálne cez trysky. Zo skúseností so vznikom porúch a nemožnosti ich odstránenia bola navrhnutá zmena konštrukcie.

Nový rozvod napájacej vody je vyrobený z austenitickej ocele, tvorený potrubím umiestneným nad trubkovým zväzkom, rozdeleným do dvoch nerovnako dlhých vetví, čo je dané konštrukciou telesa PG. Z ľavej vetvy vyúsťujú dve sekcie, z pravej vetvy štyri sekcie ohnutých trubiek. Tieto trubky sú vybavené na vstupe clonkami, upravujúcimi prietok vody jednotlivými trúbkami. Na výstupe sú trubky zaústené do zmiešavacích krabíc. Pre zabránenie lokálneho ochladzovania plášťa PG je v trubkovom zväzku umiestnený usmerňovací plech.

Systémom havarijného napájania sa v prípade nutnosti privádza voda cez nátrubok do kolektora umiestneného v parnom priestore na jednej polovici PG zo strany dna s prielezom vybaveným po celej dĺžke otvormi.

Systém oplachu sa nachádza v spodnej časti telesa PG pod trubkovým zväzkom. Skladá sa zo štyroch oválnych trubiek s tryskami. Prívod oplachovacej vody je riešený dvomi nátrubkami v spodnej časti plášťa PG.

Pôvodné utesnenie všetkých prírubových spojov bolo vyhotovené dvomi niklovými tesniacimi krúžkami, uloženými v sústredných profilových drážkach. Niklové tesniace krúžky používané pre utesnenie primárneho kolektora bolo zamenené tesnením z expandovaného grafitu, ktoré sa vkladá do pôvodných klinových drážok. Pri použití tesnenia z expandovaného grafitu je nutné použiť veko I.O. s úpravou dosadacej plochy tesniaceho návaru.

Indikácia netesností prírubových spojov primárneho a sekundárneho okruhu je počas ohrevu, pri nábehu i počas prevádzky umožnená trúbkami systému indikácie netesností.

Prírubový spoj kolektora I.O. sa montuje závrtnými svorníkmi. Rovnako je zmontovaný prírubový spoj sekundárneho prielezu.

Súčasťou dodávky boli jednokomorové a dvojkomorové vyrovnávacie nádoby slúžiace na meranie výšky hladiny v PG pomocou diferenčných manometrov. Jednokomorové nádoby sú pripojené k nátrubkom potrubia a sú umiestnené mimo PG. Dvojkomorové nádoby sú vybavené vstavbou a sú umiestnené na konzolách privarených k plášťu PG.

K plášťu sú v mieste podložných plechov privarené dve pätky spojené pomocou skrutiek so spodnou podperou závesu.

Parogenerátory sú osadené v boxoch na závesoch upevnených v hornej časti na základných nosníkoch konštrukcie stropu boxu a v spodnej časti spojené so spodnými podperami PG. Závesy sú ohybné, dĺžkovo nastaviteľné a ukončené kĺbovým spojením umožňujúcim voľný pohyb PG pri tepelnej dilatácii k nadväzujúcim potrubiam.

Na bokoch plášťa sú k podperným plechom privarené konzoly pre viskózne tlmiče.

Proti pohybu nahor (napr. pri roztrhnutí primárneho potrubia) je parogenerátor vybavený lanovými obmedzovačmi. Lanové obmedzovače sa skladajú z oceľových lán umiestnených pri obvodových zvaroch stredných kruhov na pomocnej oceľovej konštrukcii a ukotvených na podlahe boxu v konzolách lanových obmedzovačov. Napnutie lán musí umožňovať pohyb PG pri tepelnej dilatácii nadväzných potrubných systémov.

6.2.4.2.2 Technické hodnotenie systému.

6.2.4.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému PG pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému PG je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém PG a je uvedená v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky, v abnormálnych a havarijných stavoch bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systémy PG sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému PG. je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky - Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení PG a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií. PG odvádza zvyškové teplo v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou primárneho okruhu.

6.2.4.2.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy.

Pre PG je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchkej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- systém havarijného odvzdušnenia slúži na odvod paroplynnej zmesi z priestoru pod vekom reaktora a z primárnych kolektorov parogenerátorov v havarijných režimoch - Kapitola 06.04.05.01 Systém havarijného odvodu paroplynovej zmesi z primárneho okruhu
- superhavarijné napájanie - Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG
- trvalý odluh PG - Kapitola 06.07.02.10 Systém čistenia odluhov PG ŠOV 5

6.2.4.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre PG je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- systém havarijného odvzdušnenia slúži na odvod paroplynnej zmesi z priestoru pod vekom reaktora a z primárnych kolektorov parogenerátorov v havarijných režimoch - Kapitola 06.04.05.01 Systém havarijného odvodu paroplynovej zmesi z primárneho okruhu
- superhavarijné napájanie - Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG
- trvalý odluh PG - Kapitola 06.07.02.10 Systém čistenia odluhov PG ŠOV 5

6.2.4.2.2.3.3 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systému PG je dostatočná pre podmienky MO34.

Zariadenia PG sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. ÚJD SR č. 50/2006 [II.2] zaradené do bezpečnostných tried do BT1 a 2e a plnia bezpečnostnú funkciu viď kap. 6.2.4.2.1.2.1. Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v zozname potrubných trás tohto súboru.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti viď kap. 6.2.4.2.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach tohto súboru
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti.

6.2.4.2.2.3.4 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky, ako aj abnormálnej prevádzky pre systém PG sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém PG j a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie.

Systém PG môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém PG musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3 (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

bod A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou

rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

bod C. Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [II.10]

(3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiva a možnosť ich zachytenia tak, aby systém odvodu zostatkového tepla pracoval spoľahlivo aj v prípade jednoduchšej poruchy a strate vonkajšieho elektrického napájania.

(4) Projekt sekundárneho okruhu musí zabezpečiť:

a) spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu

- b) zisťovanie prípadných únikov z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu, a ak sa tieto úniky zistia, zabrániť ich ďalšiemu šíreniu.
- (5) Projekt musí zahŕňať riešenie spoľahlivého konečného odvodu tepla z vybraných zariadení počas stavov normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky, projektových havárií a počas vybraných ťažkých havárií čiastočne prispievať k odvodu tepla. Konečným odvodom tepla sa rozumie odvod zostatkového tepla do atmosféry alebo do vody, alebo ich kombinácia.
- (6) Spoľahlivosť systémov podieľajúcich sa na finálnom odvode tepla jeho prenosom, zabezpečením energie alebo dodávaním médií do systémov konečného odvodu tepla sa musí dosiahnuť napríklad výberom osvedčených zariadení a systémov, ich zálohovaním, rôznorodosťou, fyzickým oddelením, prepojeniami, izoláciou.
- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukciou parogenerátorov je zabezpečená jeho pevnosť, tesnosť a technickými podmienkami pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia.

Konštrukčné hodnotenie parogenerátorov zabezpečuje prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení.

V prípade vzniku iniciačnej udalosti, zaradených do kategórie očakávaných udalostí, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov. Poškodený parogenerátor je možno po znížení tlaku v príslušnej slučke primárneho okruhu izolovať na strane pary i napájacej vody.

Konštrukčné hodnotenie PG zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Poškodený parogenerátor je možno po znížení tlaku v príslušnej slučke primárneho okruhu izolovať na strane pary i napájacej vody.

- odviešť zvyškové teplo v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou primárneho okruhu

Hodnotenie: PG zabezpečuje odvod tepla z teplotného média v I.O. s potrebným prietokovým množstvom v súlade s tepelným výkonom bloku vo všetkých režimoch bloku.

Doplňovanie sekundárnej vody do PG je pomocou rozvodu napájacej vody. V prípadoch narušenia normálneho režimu napájania (výpadok napájania vodou, náhly pokles hladiny vody v PG, obmedzenie vývinu pary apod.) je PG vybavený havarijným napájaním.

V prípade seizmickej udalosti s výpadkom elektrického napájania napájanie PG zaisťujú superhavarijné napájacie čerpadlá z 3 zásobných nádrží demivody napájané z dieselgenerátorov.

- odvod tepla,

Hodnotenie: Počas práce výrobného bloku sú všetky parogenerátory, prípadne ich zvolený počet (minimálne 3) v trvalej prevádzke, ktorá je riadená prevádzkovým predpisom. Pri prevádzke bloku na nominálnom výkone pracujú všetky parogenerátory na nominálnych parametroch, vyrábajú nominálne množstvo pary bez nekontrolovaných únikov. Pri normálnej prevádzke bloku na zníženom výkone pracujú minimálne tri parogenerátory na nominálnom výkone.

Pri riešení havarijných situácií vedúcich k odstaveniu bloku sa parogenerátory odstavujú spolu s blokom postupmi podľa prevádzkového predpisu pre likvidáciu poruchových stavov. Havarijné podmienky nemusia

viest' k odstaveniu bloku a všetkých PG, ale iba k úprave prevádzkového režimu (zníženie výkonu) a zníženiu počtu pracujúcich PG.

V prípade seizmickej udalosti s výpadkom elektrického napájania napájanie PG zaisťujú superhavarijné napájacie čerpadlá zo zásobných nádrží demivody, napájané z dieselgenerátorov.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému PG.

PG vyhovujú podmienkam a sú projektované tak, vrátane všetkých zmien, že je zaistený vysoký stupeň integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie PG zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia

- počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

Hodnotenie: Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení parogenerátorov. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systém parogenerátorov a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadrovej energetiky zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

V prípade seizmickej udalosti s výpadkom elektrického napájania napájanie PG zaisťujú superhavarijné napájacie čerpadlá zo zásobných nádrží demivody napájané z dieselgenerátorov.

Konštrukčné hodnotenie parogenerátorov zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k nepripustným únikom chladiva

Hodnotenie: Parogenerátory sú projektované tak, vrátane všetkých zmien, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení PG zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch

Hodnotenie: Zariadenia PG sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol

základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvaracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Materiál, ktorý je v kontakte s primárnym chladivom je nerezová oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Odolnosť proti inter-kryštalickej korózii je testovaná. Obsah feritu je testovaný magneticko metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Rozmery zrna, musia byť stredných rozmerov, aby nebola vyššie ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysoké hutnícke čistoty s vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodné rozloženie a hustotu nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém PG spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] .

6.2.4.3 Potrubie primárneho okruhu.

6.2.4.3.1 Opis systému.

6.2.4.3.1.1 Účel systému.

Hlavné cirkulačné potrubie (ďalej HCP) je integrálnou súčasťou primárneho okruhu a patrí medzi jeho najdôležitejšie komponenty. Prepája reaktor s parogenerátorom a slúži k vedeniu a prenosu tepla pomocou horúcej vody z primárneho do sekundárneho okruhu. Narušenie celistvosti, príp. deštrukcie HCP by patrila medzi najťažšie projektové havárie celej elektrárne a skúmanie a sledovanie bezpečnosti tohto potrubia preto patrí právom medzi dôležité kapitoly bezpečnostnej správy celej elektrárne.

Monitorovanie únikov LBB.

Problematika ochrany pred vznikom ťažkej havárie z dôvodu narušenia integrity I.O. je riešená formou inštalácie systémov MS-A,B a C. Ich úlohou je včas detekovať únik primárneho média a zaistiť včasnú výstrahu pred rozvinutím veľkej havárie (LBB Leak Before Break). Táto forma ochrany je použitá na všetkých blokoch JE v SR a je akceptovaná dozornými orgánmi (ÚJD).

Pritom musia byť použité aspoň tri fyzikálne odlišné a navzájom nezávislé metódy detekcie. Táto požiadavka je na každom bloku JE riešená inštaláciou monitorovacích systémov využívajúcich:

- priame meranie vlhkosti vzduchu v hermetickej zóne
- meranie aktivity aerosolov vo vzduchu priestorov hermetickej zóny
- meranie vysokofrekvenčných kmitov v ultrazvukovej oblasti generovaných výtokom tlakového média

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba potrubia primárneho okruhu.

Hodnotenie zostávajúcich potrubí je v nasledovných kap. PpBS:

- Potrubie systému doplňovania a odpúšťania I.O., Kapitola 06.07.02.02 Systém dopĺňania a odpúšťania chladiva z primárneho okruhu
- vysokotlaký systém havarijného doplňovania I.O. Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ
- nízkotlaký systém havarijného doplňovania a hydroakumulátory, Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ
- systém čistenia chladiva I.O., Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu ŠOV 1
- LBB - Kapitola 06.05.06.04 Prevádzková diagnostika I.O.

Hodnotenie zostávajúcich potrubí je v nasledovných podkapitolách tejto PpBS:

- Parné a napájacie potrubie - má v tejto kapitole svoju podkapitolu 6.2.4.5
- Potrubie kompenzátora objemu - má v tejto kapitole svoju podkapitolu 6.2.4.6
- Potrubie PV KO a vstrekov - do KO má v tejto kapitole svoju podkapitolu 6.2.4.7
- Potrubie systému drenáží a odvzdušnení - má v tejto kapitole svoju podkapitolu 6.2.4.8
- Potrubie systému organizovaných únikov - má v tejto kapitole svoju podkapitolu 6.2.4.9

6.2.4.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

V tejto podkap. je uvedená technologická činnosť jednotlivých podsystémov potrubia primárneho okruhu.

Väzby na iné systémy:

HCP priamo nadväzuje na nasledovné systémy event. komponenty:

- PG, HUA, HCČ, KO
- systém doplňovania a odpúšťania I.O.
- vysokotlaký systém havarijného doplňovania I.O.
- nízkotlaký systém havarijného doplňovania a hydroakumulátory
- systém čistenia chladiva I.O.
- systém drenáží a odvodušnení
- systém organizovaných únikov

HCP spája a priamo nadväzuje na nasledovné systémy event. komponenty:

- reaktor, PG, HUA, HCČ, KO

Každý reaktorový blok sa skladá zo šiestich slučiek primárneho potrubia. Sú určené pre zabezpečenie cirkulácie primárneho chladiva medzi reaktorom a parogenerátormi vo všetkých prevádzkových režimoch bloku a zabezpečenie integrity primárneho okruhu pri havarijných situáciách bloku. Strata integrity HCP – až do a vrátane veľkého roztrhnutia – je uvažovaná ako projektová havária. Každá slučka sa skladá z horúcej a studenej vetvy.

Primárne potrubie je zložené z priamych potrubí, hladkých ohybov, lisovaných kolien a odbočníc (T - kusov). Je vyrobené z kovaných bezšvových a po oboch stranách obrábaných potrubí. Potrubie nie je v priamych úsekoch a ani v kolenách pozdĺžne zvárané.

6.2.4.3.1.2.1 Bezpečnostne funkcie.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], systém HCP vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňovania chladiva.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom HCP v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť Oschváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

6.2.4.3.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

HCP pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku patrí medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a bodu I. prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému HCP klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňovania chladiva.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], potrubie primárneho okruhu je zaradené do bezpečnostnej triedy a seizmickej triedy podľa tabuľky:

Potrubné trasy

Názov	Trieda	BT
Potrubie studenej vetvy slučky 1	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 1	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 1	1b	I
Potrubie prepojenia horúcej a studenej vetvy slučky č.1	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 2	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 2	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 2	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 3	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 3	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 3	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 4	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 4	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 4	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 5	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 5	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 5	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 6	1b	I
Potrubie studenej vetvy slučky 6	1b	I
Potrubie horúcej vetvy slučky 6	1b	I
Potrubie prepojenia horúcej a studenej vetvy slučky 6	1b	I
Potrubie k chladiču org. únikov	1b	III

Drenáž	1b	III
Potrubie od HCČ k chladiču org. únikov	2b	N
Potrubie od HUA k chladiču org. únikov	1b	III
Drenáž	1b	III
Potrubie k chladiču org. únikov	1b	II,III
Potrubie k chladiču organizov. únikov	1b	III
Potrubie k chladiču organizov. únikov	1b	II,III
Potrubie od HUA k chladiču org. únikov	1b	III
Drenáž I.O.	1b	III
Drenáž horúcej slučky 1	1b	I
Drenáž horúcej slučky 1	1b	III
Drenáž studenej slučky 1	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 2	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 2	1b	I
Drenáž studenej slučky 2	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 3	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 3	1b	I
Drenáž studenej slučky 3	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 4	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 4	1b	I
Drenáž studenej slučky 4	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 5	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 5	1b	I
Drenáž studenej slučky 5	1b	I, III
Drenáž horúcej slučky 6	1b	I, III

Drenáž horúcej slučky 6	1b	I
Drenáž studenej slučky 6	1b	I, III
Drenáž I.O.	1b	III
Drenáž horúcej vetvy slučky 1	1b	III
Drenáž horúcej vetvy slučky 1	1b	III
Drenáž studenej slučky 1	1b	I, III
Drenáž horúcej vetvy slučky 2	1b	I, III
Drenáž studenej slučky 2	1b	I, III
Drenáž horúcej vetvy slučky 3	1b	I, III
Drenáž studenej slučky 3	1b	I, III
Drenáž horúcej vetvy slučky 4	1b	I, III
Drenáž studenej slučky 4	1b	I, III
Drenáž horúcej vetvy slučky 5	1b	I, III
Drenáž studenej slučky 5	1b	I, III
Drenáž horúcej vetvy slučky 6	1b	I, III
Drenáž studenej slučky 6	1b	I, III
Drenáž I.O.	1b	III
Potrubie privodu do BN	1b	II
Potrubie havarijného odvzdušnenia reaktora	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG1	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG2	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG3	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG4	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG5	1b	II
Potrubie odvzdušnenia PG6	1b	II

Potrubie upchávovej vody od HCČ	1b	III
Potrubie organizovaných únikov od HCČ1	1b	I
Potrubie organizovaných únikov od HCČ2	1b	I
Potrubie organizovaných únikov od HCČ3	1b	I
Potrubie organizovaných únikov od HCČ4	1b	I
Potrubie organizovaných únikov od HCČ5	1b	I
Potrubie organizovaných únikov od HCČ6	1b	I

Zariadenia systému HCP sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému HCP, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému HCP, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.3.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému HCP požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Systémy potrubia primárneho okruhu sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odoznení seizmickej udalosti. Systém potrubia primárneho okruhu je zaradený do 1b kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.3.1.2.3 Hlavné cirkulačné potrubie.

Každý reaktorový blok sa skladá zo šiestich slučiek primárneho potrubia, každá slučka z "horúcej" a "studenej vetvy". V studenej a horúcej vetve je vždy po jednom HUA - šupátko s elektropohonom.

Primárne potrubie zložené z priamych potrubí, hladkých ohybov, lisovaných kolien a odbočníc (T - kusov) je realizované z kovaných, bezšvových, po oboch stranách obrábaných trubiek. Potrubia teda ani v priamych úsekoch, ani v kolenách neobsahujú pozdĺžne zvary.

Uloženie hlavného cirkulačného potrubia je v oboch prípadoch vyhotovené ako valivé (guľové) a pružné (na tanierových pružinách). V projekte je pre každé uloženie stanovené predpätie pružiny za studena (po montáži) a za tepla (za prevádzky).

Chladivom v HCP je koncentrát s obsahom H_3BO_3 .

Horúca vetva.

Vetva je k reaktoru pripojená neoddeliteľným úsekom cirkulačného potrubia, medzi horúcim nátrubkom TNR a horúcou HUA. Na tomto úseku je prostredníctvom dvoch ohybov 30°, zrealizované zníženie potrubia na úroveň studených nátrubkov TNR. Hĺbka takto vzniknutého sifónu je 1400 mm. Napojenie potrubia do horúceho primárneho kolektora PG je zrealizované po ohybe 90°.

Studená vetva.

Napojenie cirkulačného potrubia tejto vetvy do studeného primárneho kolektora PG je zrealizované po ohybe 90°. Horizontálny úsek potrubia za ohybom je pod úrovňou studených nátrubkov TNR. Vytvorenie tohto sifónu je nutné z dôvodu nízkej polohy nasávacieho kolena HCČ, ku ktorému je cirkulačné potrubie privarené. Ďalší úsek potrubia prepája horizontálne výtlačné hrdlo HCČ so studenou HUA. K reaktoru je studená vetva pripojená neoddeliteľným úsekom cirkulačného potrubia, umiestneným medzi studeným nátrubkom TNR a studenou HUA.

Studená a horúca vetva slučky č.1 a slučky č.6 sú v najnižšom bode HCP prepojené armatúrami. Prepojenie je určené k zdrenážovaniu vodného stĺpca hydrouzáveru na horúcej vetve HCP, ktorý v prípade havarijného režimu (roztrhnutie primárneho potrubia medzi reaktorom a HCČ) bráni pare vznikajúcej v reaktore vo voľnom prúde do PG. V prípade zabránenia odvodu pary z reaktora do PG by v dôsledku rastu tlaku pary v reaktore postupne došlo k obnaženiu palivových kaziet v aktívnej zóne a k ich následnému prehriatiu a poškodeniu. Uvedené armatúry sa otvárajú automaticky od signálu ESFAS – veľký a malý únik.

6.2.4.3.1.2.4 Osobitné požiadavky na HCP.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.3.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému HCP, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10], Príloha č. 3, v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.3.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému HCP (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.3.3 nižšie.

6.2.4.3.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov patriacich do tohto súboru je uvedené v projekte – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.3.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS, DRTS
- Zoznam meraní a signálov NI

6.2.4.3.1.3 Činnosť obsluhy.

Podrobný popis činnosti obsluhy je v prevádzkovom predpise.

Prevádzka potrubí je kontrolovaná z BD a ND a zariadenie si nevyžaduje priame zásahy.

6.2.4.3.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.3.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

Prevádzka hlavného cirkulačného potrubia DN 500 sa považuje za normálnu pokiaľ:

- pokiaľ posuvy zo studeného do teplého stavu zodpovedajú výpočtom (kontroluje sa iba pri 1. nabehnutí na prevádzkovú teplotu)
- zmena predpätia pružiny guľového uloženia zo studeného do teplého stavu zodpovedá projektu (kontroluje sa po každej veľkej odstávke a oprave I.O.)
- tlmiče seizmických účinkov sú v predpísanej polohe
- nie je indikovaná netesnosť či únik z niektorého z jeho komponentov

6.2.4.3.1.4.2 Abnormálna prevádzka JZ.

HCP sa prevádzkuje ako pri normálnej prevádzke s abnormálnou prevádzkou sa neuvažuje.

6.2.4.3.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

Podrobný popis je v príslušnom prevádzkovom predpise

6.2.4.3.1.5 Detailné prvky projektu.

6.2.4.3.1.5.1 Dispozičné riešenie.

Potrubia HCP I.O. sú rozmiestnené v boxe PG v neobslužnej časti reaktorovne.

Materiály HCP.

Materiál HCP je austenitická nehrdzavejúca oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty za tepla a bola zaručená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (preto je stabilizovaná titanom). Z hľadiska zvariteľnosti je obsah prímies (síra, fosfor) zaručený na nízkej hodnote. Obsah feritu v tavbovej vzorke musí byť nenulový, najviac však 8 %. Odolnosť proti medzikryštalickej korózii bola skúšaná. Obsah feritu kontrolovaný magnetometrickým feritometrom. Kontrolovaný obsah nekovových prímies (kyslíčniky, kremičitany, karbonitridy titanu a nitridy, sírniky) a veľkosť zrna, ktorého stredná veľkosť

nesmie byť väčšia ako 0,111 mm. Tým je zaručená vysoká metalurgická čistota ocele s vysokým pomerom povrchu zŕn k ich objemu a tým výhodným rozložením a hustotou nekovových prímiesí.

6.2.4.3.1.5.2 Hlavné komponenty systému.

Priame úseky.

Potrubia sú vyrobené kovaním. Následne tepelne spracované a obojstranne mechanicky opracované, pri ktorej sa vykonala automatizovaná ultrazvuková skúška na vnútorné vady.

Kolená.

Kolená sú vyrábané z kovaných priamych potrubí.

Hladké ohyby.

Hladké ohyby sú vyrábané z kovaných priamych potrubí.

Telesa odbočníc.

Technológia výroby trubiek pre telesá je rovnaká ako pre roviny.

Primárne potrubie zložené z priamych potrubí, hladkých ohybov, lisovaných kolien a odbočníc (T-kusov) je realizované z kovaných, bezšvových, po oboch stranách obrábaných trubiek. Potrubia teda ani v priamych úsekoch, ani v kolenách neobsahujú pozdĺžne zvary.

Uloženie hlavného cirkulačného potrubia je v oboch prípadoch vyhotovené ako valivé (guľové) a pružné (na tanierových pružinách). Pre každé uloženie stanovené predpätie pružiny za studenú (po montáži) a za tepla (za prevádzky).

Chladivom v HCP je demineralizovaná voda s obsahom H_3BO_3 .

6.2.4.3.2 Technické hodnotenie systému.

6.2.4.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému potrubia primárneho okruhu pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému potrubia primárneho okruhu, a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky. Sú splnené všetky technické predpisy v súlade s úvodným projektom.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém potrubia primárneho okruhu a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky a v abnormálnych stavoch bloku.

Požiadavky na vyhodnotenie seizmickej odolnosti štruktúr, systémov a komponentov JE Mochovce sú uvedené v príslušnej dokumentácii.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.3.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém potrubia primárneho okruhu je seizmicky odolný, to znamená že je funkčný počas a po odoznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému potrubia primárneho okruhu je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky - Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení potrubia primárneho okruhu a je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Problematika ochrany pred vznikom ťažkej havárie z dôvodu narušenia integrity I.O. je riešená formou inštalácie systémov MS-A,B a C. Ich úlohou je včas detekovať únik primárneho média a zaistiť včasnú výstrahu pred rozvinutím veľkej havárie (LBB Leak Before Break).

Pre JE s VVER sa aplikuje požiadavka detekovateľnosti úniku primárneho chladiva do jednej hodiny. Pritom musia byť použité aspoň tri fyzikálne odlišné a navzájom nezávislé metódy detekcie. Táto požiadavka je na každom bloku JE riešená inštaláciou monitorovacích systémov.

Systém potrubia primárneho okruhu kategorizované do SSEL musí byť schopné odolať dynamickým účinkom spojených s účinkom vnútorne alebo externe vyvolaných letiacich fragmentov (projektilov), švihov potrubí a pádu ťažkých bremien.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému

6.2.4.3.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií nakoľko sa jedná o prevádzkový systém. HCP slúži k vedeniu chladiva primárneho okruhu. Narušenie celistvosti, príp. deštrukcie HCP by patrilo medzi najťažšie projektové havárie celej elektrárne.

6.2.4.3.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém HCP nie je požadované plnenie kritéria jednoduchej poruchy.

6.2.4.3.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém HCP je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Potrubie systému doplňovania a odpúšťania I.O. Kapitola 06.07.02.02 Systém dopĺňania a odpúšťania chladiva z primárneho okruhu
- vysokotlaký systém havarijného doplňovania I.O.Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ
- nízkotlaký systém havarijného doplňovania a hydroakumulátory Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ
- systém čistenia chladiva I.O.Kapitola 06.07.02.06 Systém čistenia chladiva primárneho okruhu ŠOV 1
- LBB - Kapitola 06.05.06.04 Prevádzková diagnostika I.O.

6.2.4.3.2.4 Analýza spoľahlivosti.

HCP je podľa Vyhlášky ÚJD SR č. ÚJD SR č. 50/2006 [II.2] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie do BT1 a plnia bezpečnostnú funkciu vid'. kap. 6.2.4.3.1.2.1 .Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1b. - vid'. kap. 6.2.4.3.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti

6.2.4.3.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém sú definované v príslušnom dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém potrubie primárneho okruhu a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.3.3 Bezpečnostné zhodnotenie.

Systém HCP môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. V prípade výskytu havárie má systém Preto systém HCP musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, Časť A/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. **430/2011** [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

- c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,
d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukčné hodnotenie potrubia primárneho okruhu zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukčne je potrubia primárneho okruhu pred účinkami seizmického pôsobenia zabezpečené pomocou viskóznymi tlmičmi.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Konštrukciou potrubia primárneho okruhu je zabezpečená jeho pevnosť pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane). HCP je vyrobené z materiálov pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku.

Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť potrubia primárneho okruhu.

- počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení

Hodnotenie: Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie potrubia primárneho okruhu. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia potrubia primárneho okruhu a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadrovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukcia potrubia primárneho okruhu zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva

Hodnotenie: HCP je projektované tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie HCP zaručuje prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

HCP je vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch

Hodnotenie: Potrubia primárneho okruhu sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvaracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Materiál HCP je nerezová oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Odolnosť proti inter-kryštalickej korózii bola testovaná. Obsah feritu je testovaný magneticko metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Rozmery zrna, musia byť stredných rozmerov, aby nebola vyššie ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysoké hutnícke čistoty s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodné rozloženie a hustotu nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém HCP spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]

6.2.4.4 Hlavné uzatváracie armatúry.

6.2.4.4.1 Opis systému.

6.2.4.4.1.1 Účel systému.

HUA je na potrubí hlavného cirkulačného okruhu a slúži k odpojeniu ľubovoľnej chladiacej slučky od pracujúcej časti okruhu s zodpovedajúcim znížením výkonu elektrárne (pri výskyte poruchy na niektorej zo slučiek alebo pri výmene paliva). Slučky I.O. zahŕňujú 12 kompletných HUA s miestami pre pripojenie odvodu organizovaných únikov a kontrolu tesnosti vekového spoja.

Šupátka sú umiestnené v boxoch PG a svojou hornou časťou s elektrickým servomotorom zasahujú do priestoru obsluhy el. pohonov HUA a HCČ. Priestory obsluhy hermetickej zóny oddeľuje pryžový vlnovec.

Na pohone armatúry je kolo na ručné ovládanie, ktoré je umiestnené na elektrickom servomotore.

HUA na horúcich vetvách slučiek primárneho potrubia sú vypodložené guľovou podperou.

Hlavné uzatváracie armatúry slúžia k oddeleniu cirkulačnej slučky PO od reaktora pri:

- čiastočné uzavretie slučky pri nabíehaní HCČ a udržiavanie slučky v horúcej rezerve
- uzatvorenie beztlakovej slučky v prípade potreby práce v parogenerátoroch a reaktore - hydrostatický tlak v TNR)
- v prípade úniku z I.O. do II.O. a po odstavení reaktora zabezpečujú oddelenie porušenej slučky

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba systému hlavných uzatváracích armatúr.

Hodnotenie zostávajúcich systému hlavných uzatváracích armatúr je v nasledovných podkapitolách tejto PpBS:

- hlavné cirkulačné potrubie I.O. 6.2.4.3

6.2.4.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

V tejto podkap. je uvedená technologická činnosť HUA.

Väzby na iné systémy.

Na HUA nadväzujú systémy a komponenty:

- hlavné cirkulačné potrubie I.O.

HUA sa skladá z nasledujúcich základných uzlov a dielov:

- telesa s klinom
- tlakotesným uzáverom a vretenom
- strmeňa s vretenovou maticou
- prevodovky
- elektrického servomotora
- vlnovca
- guľovej podpery
- spojovacích častí

- odsávacej trubky a tesnení servomotora

HUA predstavuje klinové šupátko s polotuhým, deleným klinom, stúpajúcim netočivým vretenom, s ovládaním elektrickým servopohonom cez prevodovku s jedným párom čelných ozubených kolies. Na telese je nadstavec riešený ako samotesné veko, ktorého predpätie v upchávkovom krúžku je zabezpečené cez opernú dosku závitovou maticou. Priestor medzi tesniacim krúžkom a opernou doskou je navyše utesnený membránou, takže i v prípade netesnosti tesniaceho krúžku je armatúra po určitú dobu schopná ďalšej prevádzky, bez vykazovania vonkajšej netesnosti.

Upchávka je delená a medzipriestor je napojený na systém odsávania. Teleso, nástavec, samotes i polovice klinov sú vyrobené z výkovkov.

6.2.4.4.1.2.1 Bezpečnostne funkcie ktoré plní systém.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], systém HUA vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňovania chladiva.
- tvorí hranicu na riešenie udalosti pri porušení oddeliteľnej časti chladiaceho okruhu jadrového reaktora vyžadujúcej odvod tepla z aktívnej zóny s cieľom obmedziť poškodenie paliva.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom HUA v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér,

6.2.4.4.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória

Všetky zariadenia systému HUA pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a bodu I. prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému HUA klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I a II.

Prípadné odchýlky od vyššie popísaného prístupu pri zaradení do bezpečnostnej triedy budú uvedené pri popise príslušného zariadenia v ďalšom texte.

I. Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňania chladiva.

II. Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy II

- 2d) sú zariadenia na odvod tepla z aktívnej zóny jadrového reaktora pri porušení chladiaceho okruhu jadrového reaktora s cieľom obmedziť poškodenie paliva

Zariadenia systému HUA sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému HUA, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému HUA, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.4.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému HUA požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie" platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Systém HUA a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Systémy HUA sú zaradené do 1a kategórie seizmickej odolnosti, hranice seizmického zodolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického zodolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú uvedené v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.4.1.2.3 Systém HUA.

Pôvodným účelom HUA bolo odstavenie defektnej slučky pri pracujúcom reaktore od ostatných slučiek. Možnosť odstavenia bola problematická (týkala sa len oddeliteľnej časti vrátane PG) a neskôr sa od tejto požiadavky upustilo, lebo - ako bolo zistené - reaktor z dôvodu nesymetrického prietoku by aj tak nebolo možné s jednou odstavenou slučkou prevádzkovať. Zostali len dva účely a to uzatvorenie beztlakej slučky v prípade potreby prác v parogenerátoroch a reaktore (hydrostatický tlak v TNR) a čiastočné uzatvorenie slučky pri nábehu HCČ.

6.2.4.4.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém HUA.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014"), uvedené v kap. 6.2.4.4.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému HUA, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] Príloha č. 3, v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.4.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému HUA (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.4.3 nižšie.

Pracovné a výpočtové parametre horúcej a studenej HUA sú zhodné s parametrami horúcej a studenej vetvy HCP500.

Pri režime „veľkého úniku“ sa počíta s tým, že armatúra v počiatočnej fáze tejto havárie (pokiaľ sa ešte v miestnosti pohonu nenavýšila teplota môže najmenej jeden krát zapracovať. Potom sa musí na armatúre a pohone vykonať revízia.

6.2.4.4.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov je obsiahnuté v dokumente – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Elektrické napájanie je pre každý systém HUA zabezpečené z príslušnej redundancie systému ZN II. kategórie, čo umožňuje prevádzku systému HUA i pri strate napájania vlastnej spotreby t.j. všetky redundantné systémy HUA sú nezávislé z hľadiska elektrického napájania.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.4.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

Systém HUA sa aktivuje ručne diaľkovo z BD, ND alebo automaticky v závislosti od podmienok..

Dôležité elektrické spotrebiče, ktoré patria do tohto súboru sú ovládané z signálov RTS, RLS, ESFAS. – tieto systémy SKR majú v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS , podkapitolu 06.05.02 - Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB), podkapitolu 06.05.05.05 - Limitačný systém reaktora - RLS.

SKR je popísané v nasledovných PP: SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS, DRTS
- Kontrola zhody funkčnej skupiny D3 of Functional Group D3

6.2.4.4.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Systému HUA je prevádzkový systém a pracuje v normálnej prevádzke Vlastný chod systému je riadený automaticky alebo obsluhou a je kontrolovaný a riadený z BD a ND.

Údržba HUA sa vykonáva podľa metodiky Technický popis, návod k obsluhu ,údržbe a opravám šupátka HUA.

6.2.4.4.1.4 Prevádzkové stavy.**6.2.4.4.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.**

Nominálna prevádzka HUA:

- pri ustálenej prevádzke HUA plne otvorená
- pri nabíehaní slučky postupné otváranie HUA za pomoci krokového relé
- pri odstávkach, pri zaplnenej TNR možno HUA uzatvoriť za účelom prác v oddeliteľnej časti

Pracovný tlak:

Pracovná látka I.O.: demi voda s 12g/l kyseliny bórnej o aktivite 3,7 Bq/m³

Prietokové množstvo do 8 000m³/hod. Podľa prevádzkových podmienok je možné zvýšenie prietokového množstva do 9 000m³/hod.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

6.2.4.4.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

Otvorenie HUA je blokované pri nadmernom rozdiel teplot studených slučiek pracujúcich a teploty pripojovanej horúcej slučky.

Spoľahlivá funkcia HUA v režime „malého úniku“ je zachovaná. HUA zostáva prevádzkyschopné a nevyžaduje revíziu po režime „malého úniku“. Po režime „veľkého úniku“ sa vykoná revízia posúvača a servopohonu.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

6.2.4.4.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

Pri poruche slučky v jej oddeliteľnej časti (napr. pri poruche PG) HUA zatvára a drží jednostranný plný pracovný tlak smerom od TNR.

Režimy prevádzky HUA musia byť v súlade s "Analýzou prevádzkových režimov hlavných cirkulačných potrubí I.O. jadrových elektrární typu VVER 440". Stredná rýchlosť normálneho ohrevu alebo vychladzovania je daná výrobcom.spolu s povolenou rýchlosťou zmeny teploty pri zablokovaní (zastavenie) HCČ.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

6.2.4.4.1.5 Detailné prvky projektu.

6.2.4.4.1.5.1 Dispozičné riešenie.

Tabuľka 2 Rozmiestnenie HUA

Názov zariadenia	Priestor
HUA – pohon	Poloobslužné priestory
HUA - hydraul. časť	Neobslužný priestor

Prestup je realizovaný otvorom v stope boxu PG. Oddelenie zaisťuje gumová membrána vlnovcového tvaru, ktorá je upevnená na armatúre v prestupnom otvore. Okrem toho je prestupný otvor vybavený vnútorným osadením určeným na uloženie dosiek biologickej ochrany.

6.2.4.4.1.5.2 Materiál HUA.

Použitý materiál a jeho vlastnosti.

Názov súčasti	Značka materiálu
teleso, nástavec, sedlá, doska klinu, vedenie a skúšobný prstenec	austenitická oceľ
delený krúžok, tlakotesné veko a vreteno	austenitická oceľ

6.2.4.4.1.5.3 Hlavné komponenty systému.

Hlavné časti HUA sú:

- Teleso s klinom, tlakotesný uzáver a vreteno
- Strmeň s vretenovou maticou
- Prevodovka
- Elektrický servopohon
- Vlnovce
- Guľové podpery

HUA predstavuje klinové šupátko s polotuhým, deleným klinom, stúpajúcim netočivým vretenom, s ovládaným elektrickým servopohonom cez prevodovku s jedným párom čelných ozubených kolies. Teleso je vybavené nástavcom, riešeným ako samotesné veko, jeho predpätie v upchávkovom krúžku je vyvedené cez opornú dosku závitovou maticou. Priestor medzi tesniacim krúžkom a opornou doskou je najviac tesnený membránou, takže v prípade netesnosti tesniaceho krúžku je armatúra počas určitej doby schopná ďalšej prevádzky, aj keď vykazuje vonkajšiu netesnosť.

Upchávka je delená a medzipriestor je napojený na systém odsávania. Teleso, nástavec, samotes a polovice klinu sú vyrobené z jedného výkovku.

HUA sa skladá z telesa, uzatváracieho klina, tlakotesného uzáveru s maticou a zo strmeňa, ktorý je nosným prvkom pre zostavu servomotora a prevodovky. Točivý moment motora je prevodovým mechanizmom prenesený na pohybovú maticu vretena. Matica je súčasťou prevodovky. Teleso HUA je zvarenec, ktorý obsahuje dve vnútorné sedlá so šikmou tesniacou plochou a je vybavený nadstavcom pre obojstranné vedenie klinu. Klin sa skladá z dvoch dosiek, ktoré sa medzi sebou roztvárajú pomocou dvojdielnej šošovky. Prestavovanie klinu sa vykonáva vertikálnym pohybom vretena vplyvom otáčania pohybovej matice vretena v prevodovke. Prevodovka je alternatívne vybavená aj ručným ovládaním. Teleso armatúry je zhora uzatvorené tlakotesným vekom s maticou, ktoré zabezpečuje hermetickosť telesa voči okoliu. Konštrukcia tlakotesného uzáveru umožňuje kontrolu prípadných únikov. Vreteno je utesnené špeciálnou dvojkomorovou upchávkou. Aj konštrukcia tohto uzla umožňuje kontrolu a odvedenie úniku.

Servomotor sa pri zatváraní armatúry vypína od krútiaceho momentu. Pri otváraní sa vypína od nastavenej polohy, ktorá je nižšia ako doraz vretena na fazetku preto, aby nedochádzalo k poškodeniu fazetky. Z tohto dôvodu je potrebné po každom otvorení HUA z BD zabezpečiť dootvorenie HUA z miesta, aby dosadlo tesniace puzdro vretena na fazetku a tým došlo k odľahčeniu tlaku na upchávku vretena. Týmto nastavením je doba otvárania HUA elektromotorom kratšia ako doba zatvárania.

Teleso armatúry je v spodnej časti vybavené guľovou oporou, ktorá umožňuje voľný posuv telesa pri teplotných dilatáciách HCP.

Na uzle HUA sú navrhnuté nové utesnenia vretena posúvača HUA. Tesniaci systém pozostáva z jednej sady tesnenia nad puzdrom zložených z dvoch tesniacich a dvoch stieracích grafitových krúžkov a z jednej sady tesnenia pod puzdrom, zložených z troch tesniacich a dvoch stieracích krúžkov. Puzdro odvodu organizovaných únikov z priestoru upchávky zostalo pôvodné, dodané výrobcom armatúry. Na svorníky sa osadia tri sady tanierových pružín. Zvyšný priestor upchávkového komory je vyplnený deleným uhlíkovým puzdrom.

Tesniaci systém je zrealizovaný tak, že nevykazuje počas prevádzky žiadne viditeľné a merateľné úniky.

6.2.4.4.2 Technické hodnotenie HUA.

6.2.4.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému HUA pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému HUA. a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém HUA. a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky, abnormálnych a havarijných stavoch bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.4.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém HUA a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odoznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému HUA je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení HUA je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.4.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole PpBS 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií. Pri poruche slučky v jej oddeliteľnej časti (napr. pri poruche PG, HCČ) HUA zatvára a drží jednostranný plný pracovný tlak smerom od TNR.

6.2.4.4.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém HUA nie je požadované plnenie kritéria jednoduchej poruchy.

6.2.4.4.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém HUA. nie je požadované plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou.

6.2.4.4.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Vo variante A bola analyzovaná iniciačná udalosť „Chybné uzatvorenie jednej hlavnej uzatváracej armatúry v cirkulačnej slučke“, ktorá je zaradená do kategórie očakávaných udalostí. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejšie prípady z hľadiska overenia relevantných kritérií prijateľnosti.

Priebeh iniciačnej udalosti „Chybné uzatvorenie jednej hlavnej uzatváracej armatúry v cirkulačnej slučke“, pri uvažovaní primerane konzervatívnych počiatočných podmienok a nastavení ochranných a regulačných zariadení je bezpečne zvládnuteľný. V priebehu tohto procesu pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu relevantných kritérií prijateľnosti.

Zariadenia systému HUA sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. ÚJD SR č. 50/2006 [II.2] zaradené do bezpečnostných tried - zariadenia do BT1, 2d a plnia bezpečnostnú funkciu vid'. kap. 6.2.4.4.1.2.1. Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a tohto súboru.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1a - vid'. kap. 6.2.4.4.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení tohto súboru a v seizmických schémach
- zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti

6.2.4.4.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém HUA sú definované v príslušnom dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34 HUA.

6.2.4.4.3 Bezpečnostné zhodnotenie.

Systém HUA môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém HUA musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, Časť B/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukciou HUA je zabezpečená jeho pevnosť, tesnosť a technickými podmienkami pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane).

Konštrukčné hodnotenie HUA zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení.

Konštrukčné hodnotenie HUA zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukčne je každé HUA pred účinkami seizmického pôsobenia zabezpečené pomocou viskózných tlmičov.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Sprievodná technická HUA obsahuje kontrolný pevnostný výpočet, urobený podľa požiadaviek platných predpisov a normatívnych dokumentoch. V pevnostných výpočtoch je dokladované, že počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri v projekte uvažovaných haváriách bude s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť HUA a je zachovaná ich integrita, aby nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva. Pri poruche slučky v jej oddeliteľnej časti (napr. pri poruche PG) HUA zatvára a drží jednostranný plný pracovný tlak smerom od TNR.

- počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení

Hodnotenie: Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení HUA. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systém HUA a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

- nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva

Hodnotenie: HUA vyhovujú podmienkam a sú projektované tak, aby vrátane všetkých zmien bol zaistený vysoký stupeň integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení HUA zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému HUA.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej podliehali sekundárnej rádiácii počas normálnej prevádzky

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0.111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch

Hodnotenie Zariadenia HUA sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zariadení zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Základným materiálom austenitická oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť,. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Odolnosť proti inter-kryštalickej korózii je testovaná. Obsah feritu je testovaný magneticko metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Rozmery zrna, musia byť stredných rozmerov, aby nebola vyššie ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysoké hutnícke čistoty s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodné rozloženie a hustotu nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém HUA spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]

6.2.4.5 Parné a napájacie potrubie PG.

6.2.4.5.1 Opis systému.

6.2.4.5.1.1 Účel systému.

Parné potrubie.

Účelom parného potrubia v normálnom režime je vedenie sekundárneho média - suchej sýtej pary - z parogenerátora k turbínam

V abnormálnych režimoch je odvod tepla z primárneho okruhu zabezpečovaný cez PSK do kondenzátora TG resp. PSA do atmosféry čím sa zabezpečí chladenie reaktora.

V rámci tejto kapitoly je posudzovaný systém rozvodu pary po RČA.

Hodnotenie zostávajúcich systémov parného potrubia je v nasledovných kap. PpBS:

PG PV sú posudzované v Kapitola 06.04.05.04 Systém PV PG

PSA Kapitola 06.04.05.03 Systém PSA

Napájacie potrubie.

Účelom napájacieho potrubia je prívod predhriateho kondenzátu z napájacej nádrže a regeneračných ohrievačov do parogenerátorov od ENČ a pri abnormálnych režimoch prívod predhriateho kondenzátu z napájacej nádrže od HNČ.

Z hľadiska tejto podkapitoly je posudzovaný systém rozvodu napájacej vody po oddeľovacu armatúru.

Hodnotenie zostávajúcich systémov parného potrubia je v nasledovných kap. PpBS:

- Napájacie nádrže s elektrickými napájacími čerpadlami Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Havarijné napájacie čerpadlá Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Superhavarijné napájacie potrubie Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG

6.2.4.5.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

Parné potrubie.

Základným zariadením systému rozvodu pary je šesť parovodov. Parovody sú určené k odvodu suchej sýtej pary od PG do hlavného parného kolektoru a ďalej k turbínam..

Mimo HZ sú parovody vybavené súborom poistných ventilov, prepúšťacími stanicami do atmosféry (PSA), uzatváracími armatúrami a odbermi SKR. Pre spoľahlivú funkciu systému boli na parovody doplnené odvzdušňovacie trasy. Tri parovody sú napojené na jednu polovicu HPK a ostatné tri parovody na druhú polovicu HPK.

PV PG slúžia ako ochranné bezpečnostné zariadenie proti natlakovaniu PG a parovodov a na odvod zvyškového tepla v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou I.O.

V rámci jedného bloku je na každom parovode jeden PV PG - hlavný a jeden PV PG - kontrolný. Sumárne PV PG musia zabezpečiť automatické prepustenie nominálneho prietoku pary z PG a musia zabezpečiť diverzitné, riadené vychladenie bloku.

PSA zabezpečujú regulované prepúšťanie pary, parovodnej zmesi do atmosféry v prípade nemožnosti použiť obtokových ventilov turbíny (PSK), ktoré odvádzajú ostrú paru priamo do kondenzátora. Ďalej PSA sú určené k tomu, aby vypúšťali ostrú paru pri spúšťaní, alebo odstavovaní energetického bloku, kedy je potreba pary pre TG menšia ako je parný výkon PG a pri nadbytočnom zvýšení tlaku ostrej pary po náhlom znížení záťaže TG.

Na každom parovode z PG je jedna PSA, ktorá pozostáva z jedného uzatváracieho ventilu a jedného regulačného ventilu, s projektovou hĺtkosťou a musia zabezpečiť riadené vychladenie bloku.

Za normálnej prevádzky sú PSA zatvorené a jedna z nich je navolená v automatickom ovládaní. PSA sa otvára automaticky, pri zvýšení otvárací tlak v PG. Pri poklese tlaku na zatvárací v PG sa PSA zatvárajú.

PSA sú nainštalované na parovodoch mimo hermetickú zónu, pred RČA. Výfukové potrubie je zavedené do spoločného výfukového potrubia s PV PG vedúceho do atmosféry na strechu strojovne.

Rýchločinné armatúry

Rýchločinné armatúry RČA zabezpečujú spoľahlivé a bezpečné oddelenie porušeného PG alebo oddelenie PG od porušených parovodov za RČA.

Na každom parovode sú dve RČA, pričom na jednej z nich je nainštalovaný obtok a jedna RČA je s dvojitém nezávislým ovládaním na zatvorenie ovládané sú vysokotlakým vzduchom a elektrickým pohonom tvoria hlavé parné uzávery. Hlavnou úlohou týchto armatúr je zabezpečiť odstavenie prívodu pary z parovodov II.O. PG v prípade netesnosti, alebo roztrhnutia HPK.

Hlavný parný kolektor je dvomi oddeľovacími armatúrami rozdelený na dve časti. Pri roztrhnutí HPK armatúry umožňujú izoláciu neporušenej časti. Parovody z PG 1,3,5 sú napojené na jednu polovicu a z PG 2,4,6 na druhú polovicu HPK.

Napájacie potrubie

Hlavnou úlohou potrubia napájacej vody je prívod napájacej vody do PG pri nábehu, odstavovaní a ustálenej prevádzke.

Potrubie havarijného systému napájacej vody a aj SHN je podrobne popísaný v kapitole 06.04.05.02 PpBS. V tejto kapitole je popísané iba potrubie napájacej vody z HNC a SHNC.

Systém hlavných napájacích čerpadiel bloku tvorí päť čerpadiel s príslušným spojovacím potrubím a armatúrami. Počas prevádzky na nominálnom výkone sú v prevádzke štyri čerpadlá, piate je v rezerve. Ako rezervné môže byť navolené ľubovoľné hlavné napájacie čerpadlo, ktoré nabieha automaticky pri výpadku niektorého čerpadla z prevádzky alebo ho môže naštartovať ručne operátor z blokovej dozorne.

Zásoba napájacej vody je v dvoch napájacích nádržiach. Nádrže sú vzájomne prepojené. Pokles hladiny v nádržiach je signalizovaný na blokovú dozornú. Z každej nádrže je napájacia voda privádzaná do sacieho kolektora cez dve dvojice tvaroviek so sitom.

Sací kolektor je dvomi armatúrami rozdelený na dve polovice. Armatúry sú otvorené, zatvárajú sa len v nutnom prípade pri odstávke niektorej turbíny alebo počas opráv.

Hlavné napájacie čerpadlá sajú kondenzát zo sacieho kolektora.

Výtlačky čerpadiel sú napojené na spoločný výtlačný kolektor, ktorý je dvomi el. armatúrami rozdelený na dve časti. Z výtlačného kolektora napájacia voda prúdi cez vysokotlakové ohrievače, alebo v prípade ich poruchy

obtokom do hlavného napájacieho kolektora, ktorý je podobne ako sací a výtlačný kolektor rozdelený na dve polovice el. armatúrami. Umožňuje to prevádzku alebo dochladzovanie bloku s tromi PG. Oddelovacie armatúry sú otvorené a zatvárajú sa len v prípade opráv alebo pri prasknutí kolektora.

Do hlavného napájacieho kolektora je zaústených šesť napájacích hláv pripojených k príslušným PG. PG 1, 3, 5 sú napojené na jednu polovicu a PG 2, 4, 6 na druhú polovicu kolektora. Napájacie hlavy majú hlavnú a obtokovú trasu.

6.2.4.5.1.2.1 Bezpečnostne funkcie.

Parné a napájacie potrubie podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- odvod zostatkového tepla počas normálnej prevádzky, abnormálnej prevádzky a havarijných podmienok ak sa nevyskytla porucha integrity chladiaceho systému jadrového reaktora.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom parné a napájacie potrubie v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS

- odvádzať zostatkové teplo v jednotlivých prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušeným tlakovým rozhraním primárneho okruhu.

6.2.4.5.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória

Systém parného a napájacieho potrubia je bezpečnostný systém klasifikovaný medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentu. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému parného a napájacieho potrubia klasifikované do bezpečnostnej triedy BT II.

II. Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy II

2e) sú zariadenia projektom určené ako základné systémy na riešenie udalosti vyžadujúcej odvod zostatkového tepla pri normálnej prevádzke, abnormálnej prevádzke a pri havarijných podmienkach, keď nedošlo k porušeniu integrity chladiaceho okruhu jadrového reaktora

Zariadenia systému parného a napájacieho potrubia sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému parného a napájacieho potrubia, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému parného a napájacieho potrubia, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.5.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému parného a napájacieho potrubia požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), spĺňajú.**

Systémy parného a napájacieho potrubia sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Systémy parného a napájacieho potrubia sú zaradené do 1a kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.5.1.2.3 Systém parného a napájacieho potrubia.

Parné potrubie.

Trasy potrubia pary od parogenerátorov do strojovne.

Jedná sa o potrubie odvodu pary z PG do strojovne v úseku PG - hermetická priechodka vo vnútri HZ. Na každej trase je trasa odvodu s dvomi uzatváracími ventilmi.

Potrubie pary PG2 a PG5 za priechodkou je vedené priamo k TG.

Napájacie potrubie.

Trasy privádzajú napájací kondenzát zo strojovne k parogenerátorom.

Jedná sa o potrubie privodu napájacieho kondenzátu zo strojovne k PG v úseku hermetická priechodka – parogenerátor. Na každej trase je trasa drenáže s dvomi uzatváracími ventilmi.

6.2.4.5.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém parného a napájacieho potrubia.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011** [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.5.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému parného a napájacieho potrubia, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006** [II.10], Príloha č. 3 v častiach

- B/II/C - Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.5.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému parného a napájacieho potrubia (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.5.3 nižšie.

6.2.4.5.1.2.5 Elektrické napájanie.

Napájanie el. spotrebičov patriacich do tohto súboru sú napájané z nezávislého ZN. Rozvody elektrického napájania sú určené vzhľadom na dôležitosť spotrebiča (DUL-T: D11, D12) a jeho bezpečnostné funkcie. To umožňuje prevádzku systému aj v prípade SN. Napájanie je zabezpečené z batérií a / alebo z DG.

Riešenie a detailné konštrukcie napájanie elektrických spotrebičov zahrnutých do tohto súboru je riešený v dokumente „Elektro-časť v obj. 805/1,2 - Pozdĺžna etažérka 3. a 4. blok“.

Úplný zoznam elektrických spotrebičov je uvedený v prevádzkovej dokumentácii.

6.2.4.5.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O

6.2.4.5.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Systém parné a napájacie potrubie je prevádzkový systém a pracuje v normálnej prevádzke. Vlastný chod systému je riadený automaticky alebo obsluhou a je kontrolovaný a riadený z BD a ND.

6.2.4.5.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.5.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

Parné potrubia sú prevádzkované s parametrami podľa príslušných prevádzkových predpisov.

Napájacie potrubia sú prevádzkované podľa príslušných prevádzkových predpisov.

6.2.4.5.1.4.2 Abnormálna prevádzka JZ.

S abnormálna prevádzka systému je ako pri normálnom režime.

6.2.4.5.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

Havarijné obmedzovače potrubia systému

Jedná sa o obmedzovače havarijných účinkov v prípade roztrhnutia potrubí napájania parogenerátorov a potrubí pary. Sú to silnostenné zvarané oceľové konštrukcie, ktoré by v prípade havárie mali zabrániť úplnému roztvoreniu potrubí a tak obmedziť množstvo unikajúceho média a zamedziť narušeniu okolitého potrubia a ostatného zariadenia. V normálnom režime však nesmú brániť voľnej tepelnej dilatácii potrubí.

6.2.4.5.1.5 Detailné prvky projektu.

6.2.4.5.1.5.1 Dispozičné riešenie.

V hermetickej obálke je parné potrubie vedené 6-timi vetvami, ktoré prechádza hermetickými miestnosťami bez armatúr až ku stene hermozóny na etažérke. Mimo hermetickej obálky sú parovody vybavené súborom poistných ventilov, prepúšťacími stanicami do atmosféry (PSA), uzatváracími armatúrami a odbermi SKR. Pre spoľahlivú funkciu systému boli na parovody doplnené odvzdušňovacie trasy. Tri parovody sú napojené na jednu polovicu HPK (1,3,5) a ostatné tri parovody na druhú polovicu HPK (2,4,6).

Trasy potrubia pary od parogenerátorov do strojovne.

Napájacie potrubie je tvorené 6-timi vetvami so spätnými klapkami na etažérke potom pokračuje za priechodkou k napájacím regulačným armatúram. Dispozícia napájacích potrubí sa nachádza v miestnostiach hermozóny.

Trasy privádzajú napájaciu vodu zo strojovne k parogenerátorom.

6.2.4.5.1.5.2 Materiály.

Materiál parných potrubí je oceľ 12022.1.

Materiál napájacích potrubí je ocel' 12022.1.

6.2.4.5.1.5.3 Hlavné komponenty systému.

Parné potrubia tvorené 6-timi vetvami a sú od PG v HZ cez priechodku vedené na etažérku k rýchločinným armatúram a ďalej k hlavným parným uzáverom až k turbínám. Materiál parných potrubí je ocel' 12022.1.

Napájacie potrubie je tvorené rovnako 6-timi vetvami s dvoma spätnými klapkami. V etažérke za priechodkou pokračujú potrubím k oddeľovacím armatúram. Materiál napájacích potrubí je ocel' 12022.1.

Za normálnej prevádzky je napájanie PG zabezpečené vodou z napájacích nádrží od elektrických napájacích čerpadiel (ENČ). Pri výpadku elektrického napájania napájanie PG zabezpečujú havarijné napájacie čerpadlá.

S pôvodným BD systém rozvodu pary má nasledovné hlavné zmeny:

- Na parovodoch boli zrušené spätné klapky.

6.2.4.5.2 Technické hodnotenie systému.

6.2.4.5.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému parné a napájacie potrubie pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10]. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému parné a napájacie potrubie, havarijné obmedzovače potrubia systému a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém parné a napájacie potrubie a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.5.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém parné a napájacie potrubie je seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému parné a napájacie potrubie je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle metodiky - Požiadavky na hodnotenie seizmickej odolnosti konštrukcií, systémov a komponentov JE Mochovce 3. a 4. blok.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení parné a napájacie potrubie PG je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Zariadenia.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.5.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole PpBS 07.02.01 nakoľko sa jedná o prevádzkový systém. Odvádza zvyškové teplo v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou primárneho okruhu. Výsledky preukazujú, že potrubí VT- pary a VT- napájacej vody v rozsahu tohto súboru vyhovujú kritériám pevnosti a životnosti normy ASME B&PVC pri statickom zaťažení, seizmicite, pri tlakovej skúške i pri prevádzkových režimoch. Zaťaženie hermetických priechodiek je nižšie než dovoľujú príslušné limity.

6.2.4.5.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém parné a napájacie potrubie je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Napájacie nádrže s elektrickými napájacími čerpadlami Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Havarijné napájacie čerpadlá Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Superhavarijné napájacie potrubie Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG

6.2.4.5.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém parné a napájacie potrubie je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Napájacie nádrže s elektrickými napájacími čerpadlami Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Havarijné napájacie čerpadlá Kapitola 06.08 Systém premeny energie
- Superhavarijné napájacie potrubie Kapitola 06.04.05.02 Systém superhavarijného napájania PG

6.2.4.5.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systému parné a napájacie potrubie PG je postačujúca pre prevádzkovanie blokov MO34.

Zariadenia systému sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie a zariadenia do BT2e a plnia bezpečnostnú funkciu vid' kap. 6.2.4.5.1.2.1 Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1b. - vid' kap. 6.2.4.5.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení tohto súboru a v seizmických schémach.
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti.

6.2.4.5.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky a havarijných stavoch pre systém parné a napájacie potrubie PG sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém parné a napájacie potrubie PG a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.5.3 Bezpečnostné zhodnotenie.

Systém parné a napájacie potrubie môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. V prípade výskytu havárie má systém parné a napájacie potrubie zabezpečiť zmiernenie jej následkov a má byť prevádzky schopný vo všetkých výkonových režimoch bloku. Preto systém parné a napájacie potrubie musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, Časť B/II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

C. Systém chladenia aktívnej zóny jadrového reaktora

(3) Projekt musí zahŕňať zálohovanie bezpečnostných systémov odvodu zostatkového tepla, kontrolu únikov chladiwa a možnosť ich zachytenia tak, aby systém odvodu zostatkového tepla pracoval spoľahlivo aj v prípade jednoduchej poruchy a strate vonkajšieho elektrického napájania.

(4) Projekt sekundárneho okruhu musí zabezpečiť

a) spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu

b) zisťovanie prípadných únikov z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu, a ak sa tieto úniky zistia, zabrániť ich ďalšiemu šíreniu.

- odviesť zvyškové teplo v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou primárneho okruhu

Hodnotenie: *Parné a napájacie potrubie zabezpečuje odvod tepla z PG. s potrebným prietokovým množstvom v súlade s tepelným výkonom bloku vo všetkých režimoch bloku.*

Parovody sú kvalifikované na paru, v havarijných podmienkach (únik z I.O. do II.O., Bleed & Feed na II.O.) na parovodnú zmes a vodu.

Doplňovanie napájacej vody do PG je pomocou rozvodu napájacej vody. V prípadoch narušenia normálneho režimu napájania (výpadok napájania vodou, náhly pokles hladiny vody v PG, obmedzenie vývinu pary apod.) je PG vybavený havarijným napájaním.

V prípade seizmickej udalosti s výpadkom elektrického napájania napájanie PG zaisťujú superhavarijné napájacie čerpadlá zo zásobných nádrží demivody, napájané z dieselgenerátorov.

Napájanie PG s SHN nastáva v prípade, kedy nie je možné napájať PG s hlavnými napájacími čerpadlami (ENČ) alebo s havarijnými napájacími čerpadlami (HNČ).

Superhavarijné napájanie tak zachováva schopnosť PG odvádzať teplo naakumulované v I.O., PG a zvyškové teplo AZ tým, že v PG dochádza k zmene napájacej vody na paru a táto je odvádzaná do hlavného kondenzátora alebo do atmosféry.

Vzhľadom na svoju bezpečnostnú funkciu je systém tvorený 3 redundantnými podsystémami. Každý podsystém je schopný zabezpečiť podmienky odvodu tepla z I.O. do II.O. v havarijných situáciách.

Konstrukčné hodnotenie parného a napájacieho potrubia a superhavarijného napájacieho potrubia zaručuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

Projekt sekundárneho okruhu musí zabezpečiť

- spoľahlivý odvod tepla z primárneho okruhu,

Hodnotenie: Za normálnej prevádzky je napájanie PG zabezpečené vodou z napájacích nádrží od elektrických napájacích čerpadiel (ENČ). Pri výpadku elektrického napájania napájanie PG zabezpečujú havarijné napájacie čerpadlá.

Pre prípad, že sa niektorá zo slučiek stane nefunkčnou, je blok vybavený zariadením, ktoré zaistí odpovedajúce zníženie výkonu reaktora a porušenú slučku je možné oddeliť.

Ak nie je pre odvod tepla k dispozícii turbogenerátor, zníži sa výkon reaktora, a para sa odvádza k PSK. Pokiaľ PSK nie je k dispozícii, je možno použiť PSA.

- zisťovanie prípadných únikov z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu a ak sa tieto úniky zistia, zabránenie ich ďalšiemu šíreniu

Hodnotenie: Prípadné úniky chladiva z primárneho do sekundárneho okruhu v dôsledku prasknutia rúrky parogenerátora sa prejaví zvýšením rádioaktivity sekundárneho média, zmenou množstva napájacej vody poškodeného parogenerátora na sekundárnej strane, zmenou hladiny v kompenzátore objemu a zmenou doplňovaného chladiva do primárneho okruhu. Meranie rádioaktivity je inštalované na všetkých parovodoch na výstupe z parogenerátora, na potrubí odluhu parogenerátora a na výfukovom potrubí vývev parogenerátora. Nameranie zvýšenej rádioaktivity je signalizované do blokovej dozorne. Poškodený parogenerátor je možno izolovať zatvorením HUA v príslušnej slučke primárneho okruhu a izolovať na strane pary i napájacej vody. To vedie k zníženiu výkonu reaktora, alebo k odstaveniu bloku do odstránenia netesnosti. Tým sa zabráni ďalšiemu úniku.

Záverom možno konštatovať, že systém parného a napájacieho potrubia PG spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

6.2.4.6 Kompenzátor objemu.

6.2.4.6.1 Opis systému.

6.2.4.6.1.1 Účel systému.

Neoddeliteľnou časťou I.O je systém kompenzácie objemu. Je určený k vytvoreniu počiatočného tlaku v primárnom okruhu pri spúšťaní bloku, k udržiavaniu konštantného tlaku v okruhu pri stacionárnom režime, k obmedzovaniu tlakových výchyliek, ku kompenzácii objemových zmien chladiva v prechodových režimoch. KO pracuje na princípe odparovania kondenzátu elektrickým ohrevom, ak je treba zvýšiť tlak a na princípe kondenzácie pary sprchovaním "studeným" primárnym kondenzátom zo studenej vetvy HCP, ak je treba tlak znížiť.

Každý blok má 1 kompenzátor objemu. KO. Kompenzátory objemu sú tlakové nádoby vertikálneho typu, slúžiace na vyrovnávanie hladiny v primárnom okruhu počas všetkých režimov prevádzky JE.

Účelom systému KO je udržiavanie konštantného tlaku v okruhu pri stacionárnom režime a kompenzácia objemových zmien chladiva pri zmene strednej teploty. Za normálnych podmienok obsahuje cca 2/3 kondenzátu a 1/3 pary zohriatej na medzu sýtosti. V niektorých režimoch je plynná fáza nahradená dusíkom. Systém vytvára tiež počiatočný tlak v primárnom okruhu pri spúšťaní bloku a kompenzuje objemové zmeny chladiva v prechodových režimoch. Kompenzátor objemu pracuje na princípe odparovania kondenzátu elektrickým ohrevom, v prípade potreby zvýšenia tlaku. V prípade potreby zníženia tlaku pracuje na princípe kondenzácie pary sprchovaním „studeným“ primárnym chladivom zo studenej vetvy HCP z výtlaku HCČ.

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba kompenzátora objemu.

Systém kompenzácie objemu zahŕňa:

- kompenzátor objemu
- súbor poistných ventilov KO a vstrekov do KO
- barbotážnu nádrž KO
- Chladič pár z barbotážnej nádrže
- spojovacie potrubie a armatúry

Hodnotenie zostávajúcich systémov kompenzátora objemu je v nasledovných kap. PpBS:

- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie - Kapitola 06.12 Systémy na zmiernenie následkov ťažkých havárií

Hodnotenie zostávajúcich systémov kompenzátora objemu je v nasledovných podkapitolách tejto kapitoly PpBS:

- súbor poistných ventilov KO a vstrekov do KO podkapitola 6.2.4.7

6.2.4.6.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti kompenzátora objemu.

V tejto podkap. je uvedená technologická činnosť jednotlivých podsystémov KO.

Systém kompenzácie objemu zahŕňa:

- kompenzátor objemu
- barbotážnu nádrž
- uzol poistných ventilov KO
- uzol havarijného zníženie tlaku v I.O.
- uzol vstrekov do KO
- chladič paroplynnej zmesi BN
- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie
- systém odvodu vodíka zo vstupných potrubí HPV a OV
- spojovacie potrubia a armatúry
- protiseizmické tlmiče

Systém kompenzácie objemu.

Je určený k:

- vytvoreniu počiatočného tlaku v PO v režime spúšťania pomocou dusíkového vankúša
- udržaniu tlaku v PO
- na kompenzáciu tlakových zmien v PO počas normálnej prevádzky a v prechodovom režime bloku
- na kompenzáciu objemu chladiva PO vplyvom zmeny teploty chladiva PO

Elektroohrievače KO ohrievajú chladivo v KO v závislosti na tlaku PO. Ohrev chladiva v KO slúži k regulácii zadaného tlaku v KO. V nominálnom režime je tlak v KO udržiavaný na projektovej hodnote. Chladivo I.O. (zo studenej vetvy slučky č.1 - 3 blok a zo studenej vetvy slučky č.6 - 4 blok) sa vstrekuje do parného priestoru KO pri zvýšení tlaku v PO.

Armatury vstrelu chladiva do parného priestoru KO sú ovládané regulátorom tlaku v PO. Počas dochladzovania I.O. sa vstrekuje voda do KO z trasy doplňovania I.O. čerpadlami.

Dusík sa do KO privádza v režime spúšťania a dochladzovania za účelom vytvorenia dusíkového vankúša o tlaku pre umožnenie spustenia HCČ.

Para z KO do BN sa prepúšťa súborom poistných ventilov, alebo priamo cez poistné ventily KO, alebo cez odľahčovací PV KO automaticky, pri zvýšení tlaku v I.O..

BN je určená na:

- a) prijímanie a kondenzáciu uniknutej pary z KO pri:
 - netesnosti PV KO
 - skúškach PV KO
 - uvedení PV KO do činnosti
 - zapracovaní PV KO v abnormálnom režime
- b) prijímanie vodíka z KO
- c) prechodné zhromažďovanie dusíka vytláčaného z KO v režime spúšťania a odstavovania bloku
- d) na lokalizáciu nekondenzovateľných plynov pri použití systému havarijného odplynenia PO v havarijných stavoch.

6.2.4.6.1.2.1 Bezpečnostne funkcie.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] systém KO vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňovania chladiva.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom KO v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS:

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

6.2.4.6.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Systém KO pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, je zaradený medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10] a dokumentu. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému KO klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňania chladiva.

Zariadenia systému KO sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému KO, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému KO, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.6.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému KO požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

KO je seizmicky odolný, to znamená že je funkčný počas a po odznení seizmickej udalosti. KO. je zaradený do 1b kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.6.1.2.3 Kompenzátor objemu.**Kompenzátor objemu.**

KO má v spodnej časti vodného objemu hrdlá so zabudovanými elektrickými ponornými vyhrievacími telesami, ktoré sú zapojené do 6 ovládacích skupín.

Vodný priestor KO v spodnom dne je pripojený cez T - kus dvomi potrubnými vetvami na neoddeliteľnú časť horúcej vetvy hlavného cirkulačného potrubia a tak aj na reaktor.

Na sprchový systém v parnom priestore KO je potrubím privedený kondenzát z neoddeliteľnej časti studenej vetvy HCP cez blok regulačných armatúr.

V ustálenom stave je tlak v KO, ako aj v primárnom potrubí a reaktora udržiavaný regulovaným ohrevom chladiva I.O.. Pri zmenách tepelných pomerov a v dôsledku toho i zmenách objemu a tlaku sa tlakové výkyvy obmedzujú zvýšeným ohrevom, alebo vstrekaním "chladného" média z primárneho potrubia do parného priestoru KO.

Zníženie tlaku v parnom priestore KO je možné aj odpúšťaním zmesi dusíka a pary potrubím cez ventily do barbotážnej nádrže.

Aby bolo možné regulovať tlak v KO vstrekaním chladného média do parného priestoru i v prípade, že nepracuje HCČ slučky na ktorú je KO napojený, a nie je k dispozícii potrebný rozdiel tlakov medzi horúcou a studenou vetvou slučky je na vstrek do kompenzátora objemu privedená voda od doplnovacích čerpadiel I.O. a bórovej regulácie dvomi potrubnými vetvami.

V prípade, že by v dôsledku poruchy (resp. pri vzniku niekoľkých porúch) tlak v KO ďalej stúpал, je systém KO a tým aj reaktor istený proti nadmernému stúpnutiu tlaku dvomi poistnými impulznými ventilmi. Každý z ventilov je dimenzovaný na 100 % výkonu.

Každé zafungovanie aj keď len jedného z týchto poistných ventilov vedie k nebezpečeniu prasknutia poistných membrán v BN. Snahou je zvládnuť stúpanie tlaku v KO vo väčšine prípadoch pomocou odľahčovacieho poistného ventilu s označením s výkonom polovičným, čo (okrem predĺženia doby pre prasknutie membrány na BN) má i tú výhodu, že v prípade poruchy (zadretie armatúry v otvorenom stave) je možno zatvoriť predradenou uzatváracou armatúrou a tým funkciu tejto poistnej armatúry ukončiť. Pred hlavnými poistnými armatúrami totiž uzatváracia armatúra byť nesmie.

Barbotážna nádrž.

Výfuky od hlavných poistných ventilov a ich riadiacich a ovládacích ventilov, od odľahčovacieho ventilu a jeho ovládacích ventilov, sú zavedené potrubím s označením do barbotážnej nádrže.

Výfuková para od všetkých hlavných a riadiacich poistných ventilov je zavedená systémom dierovaných trubiek pod hladinu BN, kde kondenzuje prebublávaním chladenou náplňou nádrže. Túto náplň tvorí čistý kondenzát s kyselinou boritou, ktorý je privádzaný do barbotážnej nádrže.

Nízkotlaký dusík, ktorým je tvorený plynový vankúš v BN, ktorý je zavedený do výfukového potrubia od HPV a odtiaľ prebubláva do BN. Priestor nad hladinou BN je spojený pomocou spätnej klapky s výfukovým potrubím od poistných ventilov z dôvodu vyrovnávania tlaku v oboch priestoroch po zafungovaní poistných ventilov – po skondenzovaní pary v tomto potrubí príde v ňom k poklesu tlaku a bez vyrovnania oboch tlakov by mohlo prísť k nasávaniu kondenzátu z BN do tohto potrubia.

Vypúšťanie barbotážnej nádrže je zaistené potrubím a automatickou regulačnou armatúrou, ktorá udržiava hladinu v BN nominálnu hladinu. Trasa zavedená do systému beztlakých organizovaných únikov, alebo - cez armatúru - do špeciálnej kanalizácie.

Odvod plynov z barbotážnej nádrže do systému spaľovania vodíka je potrubím cez chladič pár z barbotážnej nádrže.

Hladina kondenzátu v hydrouzávere je zabezpečená vodou z vložených okruhov chladenia. Voda z hydrouzáveru prepadá vrchom a ja napojená na systém organizovaných únikov.

Účelom hydrouzáveru je zhromažďovať a odvádzať (neskondenzovaný) kondenzát za chladičom pár pričom výška kondenzátu v hydrouzávere zaisťuje tlakové oddelenie priestoru za chladičom od tlaku pred zavedením do špec. kanalizácie.

Chladič pár z barbotážnej nádrže.

Zmes vodnej pary a plynov (vodík, dusík) je zavedená trasou do spaľovania vodíka. Prebublávaním pary v barbotážnej nádrži dochádza k zachycovaniu kvapiek kondenzátu a tie sú unášané spolu s plynmi do systému spaľovania vodíka. Skondenzovaná voda nateká do impulzných línii analyzátoru merania vodíka a

peniká do sania dmýchadiel i do samotných dmýchadiel, kde spôsobuje koróziu. Vyzrážaná vlhkosť zavodňuje tiež výtlačnú trasu do systému očistky plynov.

Aby sa tento únik minimalizoval je zabudovaný do tohto odvodného potrubia nad barbotážnu nádrž chladič, ktorý zmes plynov a vodnej pary schladí na nižšiu teplotu.

Skondenzovaná voda steká šikmou prírodnou trubkou späť do barbotážnej nádrže.

Chladič je koncepčne riešený ako ležatý protiprúdy výmenník vo vnútri valcovej nádoby, tvorenej trúbkou s vloženým chladiacim hadom.

V rámci MO34 boli urobené nasledovné projektové a konštrukčné zmeny KO:

Projektové zmeny:

- predĺženie projektovej životnosti a zmena seizmickej odolnosti KO,
- technické charakteristiky KO.
- Inštalácia trasy havarijného odtlakovania s armatúrami

Konštrukčné zmeny:

- svorníky prírubového spoja prielezu KO so zvýšeným stúpaním závitu,
- matice prírubového spoja prielezu KO so zvýšeným stúpaním závitu,
- hrebeňový tesniaci komplet prírubového spoja prielezu KO

6.2.4.6.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém KO.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011** [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.6.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému KO, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006** [II.10], Príloha č. 3 v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.6.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému KO (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.6.3 nižšie.

Pre systém KO je udržiavanie konštantného tlaku v okruhu pri stacionárnom režime a kompenzácia objemových zmien chladiva pri zmene strednej teploty.

6.2.4.6.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov je obsiahnuté v dokumente – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Elektrozariadenia systému KO (okrem uzla PV KO) sú podľa dôležitosti napájané nasledovne:

- elektroarmatúry sú napájané z I. kategórie alebo II. kategórie zaisteného napájania.
- Časť elektroohrievačov je napájaná z II. kategórie zaisteného napájania.
- Časť elektroohrievačov sú zabezpečené systémom zaisteného napájania III/I alebo III/II kategórie systému vlastnej spotreby.

Detailný prehľad napájania a zoznam predmetných elektrických spotrebičov je uvedený v Súpise spotrebičov pre tento súbor.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.6.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

Systém KO sa aktivuje ručne diaľkovo z BD, ND alebo automaticky v závislosti od podmienok.

V systéme KO sa nachádzajú nasledovné merania :

- teplota kondenzátu v KO
- teplota kovu KO
- teplota kovu spoj. potrubí KO
- meranie tlaku v KO
- celková hladina v KO
- stredná hladina v KO
- teplota pary

Dôležité elektrické spotrebiče, ktoré patria do tohto súboru sú ovládané z signálov RTS, RLS, ESFAS. – tieto systémy SKR majú v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS , podkapitolu 06.05.02 - Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB), podkapitolu 06.05.05.05 - Limitačný systém reaktora - RLS.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O.
- Systém EXCORE
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS DRTS
- Popis ovládania
- Zoznam meraní a signálov NI

6.2.4.6.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Systému KO je prevádzkový systém V normálnej prevádzke a počas abnormálnych prevádzkových stavoch je kontrolovaný a riadený z BD a ND.

6.2.4.6.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.6.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

Pri normálnej prevádzke zvýšenie tlaku v KO je zabezpečené skupinami EO KO, zníženie tlaku je zabezpečené vstrekmí do KO a regulácia hladiny je zabezpečená systémom normálneho dopĺňovania.

Ďalej systém KO zabezpečuje:

- režim odpúšťania vodíka z KO do BN,
- prefukovania výfukového potrubia dusíkom a periodický odvod tejto zmesi do systému spaľovania vodíka,
- drenáž barbotážnej nádrže do systému organizovaných únikov,
- prepúšťanie dusíka z KO do BN pri nábehu bloku.

6.2.4.6.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

Prevádzka za abnormálnych podmienok je taká ako za normálnej prevádzky.

6.2.4.6.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

Systém KO musí byť funkčný počas a po haváriách a tiež pri strate napájania vlastnej spotreby. Táto funkčnosť je zabezpečená splnením predpísaných požiadaviek pri dimenzovaní jednotlivých komponentov a napájaním jednotlivých vybraných aktívnych prvkov zo zaisteného napájania I., resp. II. kategórie elektrickej energie.

6.2.4.6.1.5 Detailné prvky projektu.

6.2.4.6.1.5.1 Dispozičné riešenie.

V hermozóne:

- Kompenzátor objemu, barbotážna nádrž a HPV
- Rozvody dusíka do výfukového potrubia HPV KO
- Potrubný systém odvodu vodíka
- Potrubie prepojenie HCP so spodnou časťou KO.

Mimo hermozóny:

- Potrubie dusíka a jeho armatúry
- Potrubné trasy a armatúry systému vstrekov do KO
- Potrubné trasy - Potrubia a armatúry drenáže z BN

6.2.4.6.1.5.2 Materiál KO

Potrubie kompenzácie objemu je vyrobené z austenitickej ocele. Plášť KO je vyrobený z kotlovej ocele.

6.2.4.6.1.6 Hlavné komponenty systému.

Popis konštrukcie kompenzátoru objemu

Teleso KO je vertikálna tlaková valcová nádoba.

Teleso KO sa skladá z valcového plášťa s pásmom elektroohrievačov a dvoch eliptických dien. Vo vnútri telesa sa nachádza systém vstrekovania chladiva, vnútorný plášť a ochranný plášť.

Elektrické ohrievače sú používané na vytvorenie požadovaného tlaku chladiva v KO. Skupiny ohrievačov sú zapínané automaticky, alebo ručne, operátorom reaktora.

Vo vrchnej časti KO sa nachádza kolektor, zabezpečujúci dobré rozptýlenie chladného kondenzátu do parného priestoru KO. Vstrek chladného kondenzátu zo studenej vetvy HCP z výtlaku HCČ zabezpečuje kondenzáciu pary a tým dochádza k zníženiu tlaku pri vtekaní chladiva do KO. Veko je utesnené dvomi tesneniami. Z medzipriestoru tesnení je vývod cez nátrubok, ktorý zabezpečuje kontrolu tesnosti veka.

Podstavec KO je zhotovený zo skruženého plechu, pripojeného ku spodnému dnu tupým zvarovým spojom. Pre zabezpečenie dokonalej kolmosti je dosadacia príruha opracovaná až po privarenie podstavca ku spodnému dnu. Na vonkajšej strane podstavca sú uchytené panely pre elektroinštaláciu elektroohrievačov.

Viskózne tlmiče

KO je zaistený viskóznymi tlmičmi. Viskózne tlmiče fy GERB slúžia k zaisteniu systému KO proti mimoriadnym seizmickým účinkom. Pracovné médium tlmiča je prakticky inertné. Ostatné časti tlmiča, tj. piest a valec sú jednoduché diely z ocele, povrchovo chránené. Tlmič je schopný pracovať vo všetkých šiestich stupňoch voľnosti.

Popis konštrukcie barbotážnej nádrže

Barbotážna nádrž je horizontálna tlaková nádoba zvarená z troch prstencov a dvoch eliptických viek. V spodnej časti vnútri BN sú dva kolektory na rozdelenie pary z KO, ktorý prebubláva cez kondenzát v BN. Chladenie BN KO sa vykonáva vodou vloženého chladiaceho okruhu. Zmenou prietoku chladiva sa teplota náplne BN reguluje.

BN je zaplnená roztokom H_3BO_3 zo systému preplachu impulzných línii. BN je chladená vodou vloženého okruhu. Teplota sa reguluje zmenou prietoku kondenzátu vloženého okruhu. Pre riedenie plynov sa do BN privádza dusík. Plyná zmes sa odvádza do systému spaľovania vodíka.

BN slúži k prijímaniu a kondenzácii pary prichádzajúcej z KO pri skúške poistných ventilov KO a pri ich uvedení do činnosti pri prepúšťaní pary z KO v abnormálnom režime. V režime spúšťania a odstávovania bloku slúži BN k prechodnému zhromažďovaniu dusíka vytesňovaného z KO.

V hornej časti nádoby je otvor s tromi poistnými membránami, ktoré chránia BN v prípade neúspešného skondenzovania pary v BN. Pri tlaku vyššom ako vydrží membrána, dochádza k prasknutiu poistných membrán a výfuku pary z BN do priestorov HZ..

V trase odvodu paroplynnej zmesi z BN je nainštalovaný chladič, ktorý slúži k zamedzeniu prenikania pary do systému spaľovania vodíka. Trasa z BN do chladiča je riešená tak, aby kondenzát stekal späť do BN.

Základné technické parametre uzla PV KO sú uvedené v podkap. 6.2.4.7

Popis chladiča paroplynnej zmesi BN

Chladič paroplynnej zmesi BN je koncepčne riešený ako ležatý protiprúdy výmenník valcovitej nádoby, tvorený trúbkou DN250 s vloženým chladiacim hadom.

Opis systému odvodu vodíka zo vstupných potrubí HPV a OV.

Prívod dusíka do KO sa vykonáva v režime spúšťania a dochladzovania za účelom vytvorenia dusíkového vankúša potrebného pre udržanie počiatočného tlaku.

Odvod vodíka z priestorov pred HPV a OV a náhrev potrubí za poistnými ventilmi je zabezpečovaný cez clony umiestnenými v prírubách IPV a HPV a OV. Odvod je vedený následne impulznými rúrkami do zberného kolektora cez dvojicu ručne otváraných elektro armatúr a obmedzovačom prietoku so vstupným filtrom do BN. Odvod vodíka a predohrev potrubí z poistných ventilov do BN je navrhnutý ako trvalý s prietokom paroplynnej zmesi na každú clonu. Zmyslom tejto úpravy je zabrániť vytvoreniu tepelne izolujúcej plynovej vrstvy zabraňujúcej správne prehriatiu ventilov. Plynový vankúš spôsobí, že ohrev je určený prevažne vedením tepla kovovou stenou a nie prúdením zmesi para - voda a jej kondenzáciou pary na stenách. To by viedlo k významnému poklesu teploty konštrukčných častí ventilov oproti teplote média v KO a následne k ťažkým teplotným rázom pri zapracovaní poistných orgánov.

Rýchle odtlakovanie pre riešenie ťažkých havárií je riešené novou trasou z potrubia pred HPV cez dvojicu elektroarmatúr, výfuk je vyvedený do boxu PG. Medzipriestor medzi armatúrami je drenážovaný cez dvojicu elektroarmatúr do systému organizovaných únikov, tesnosť armatúr je kontrolovaná a signalizovaná na BD a v PICS.

Všetky štyri armatúry sa otvárajú ručne z BD:

- v prípade ťažkej havárie na základe postupov SG pre riešenie ťažkých havárií
- pri odstávke pre zavzdušnenie KO z dôvodu urýchlenia vypúšťania I.O.

Oproti pôvodnému projektu sú navrhnuté nasledovné technické vylepšenia:

- Odvod vodíka je zavedený do zberača vytvoreného kolektorom, ktorý sa rozprestiera pod celým uzlom HPV a OV.
- Meranie teploty je umiestnené v odberových trúbkách od HPV1, HPV2 a od OV tesne pred zaústením do kolektora tak, aby bola možnosť individuálnej kontroly teploty v najvyššom mieste potrubí od každej z týchto armatúr, ako pri ich eventuálnom podchádzaní, tak pri odpúšťaní vodíka.
- Vedenie trasy dusíka je upravené tak, aby zavedenie trasy zodpovedalo dispozičnému usporiadaniu trasy – zmena nemá vplyv na funkciu tejto trasy.
- Prepojenie BN s výfukovým potrubím so spätným ventilom do výfukového potrubia od HPV, ktoré nadväzuje na zberný výfuk a je zavedené do BN.
- Trasa odvodu plynov z KO je zavedená do výfukového potrubia od HPV je vyššie pred zaústením do výfukového kolektora pred BN
- Trasa napojenia prívodu k OV je bližšie
- Trasa rýchleho odtlakovania I.O. je rozdelená.

Odvzdušnenie KO je inou.

6.2.4.6.2 Technické hodnotenie systému KO.

6.2.4.6.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému KO pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému KO a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém KO a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky a v abnormálnych stavoch bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.6.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém KO, jeho podporné systémy a spojovacie potrubie KO-HPV-BN sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému KO je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení KO je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom. Analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.6.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií nakoľko sa jedná o prevádzkový systém.

6.2.4.6.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém KO je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie - Kapitola 06.12 Systémy na zmierňovanie

následkov ťažkých havárií

6.2.4.6.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém KO je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie - Kapitola 06.12 Systémy na zmierňovanie

následkov ťažkých havárií

6.2.4.6.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systémov I.O je dostatočná pre projekt MO34.

Zariadenia systému KO sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie a zariadenia do BT1 vid' kap. 6.2.4.6.1.2.1 Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1b. - vid' kap. 6.2.4.6.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach
- Systém KO musí byť funkčný počas a po havárii typu LOCA a tiež pri strate napájania vlastnej spotreby. Táto funkčnosť je zabezpečená splnením predpísaných požiadaviek pri dimenzovaní jednotlivých komponentov a napájaním jednotlivých vybraných aktívnych prvkov zo zaisteného napájania I., resp. II. kategórie elektrickej energie
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti

6.2.4.6.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém KO sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém KO a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.6.3 Bezpečnostné hodnotenie.

Systém KO môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém KO musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3 (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, radiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

- b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,
- c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,
- d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukciou KO je zabezpečená jeho pevnosť, tesnosť a technickými podmienkami pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane).

KO zabezpečuje počas normálnej prevádzky bloku a udržiava automaticky tlak a hladinu v I.O. na predpísaných hodnotách vo všetkých prevádzkových režimoch bloku.

Konštrukčné hodnotenie KO zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukčne je KO pred účinkami seizmického pôsobenia zabezpečený pomocou viskóznymi tlmičmi.

Systém KO musí byť funkčný počas a po havárii typu LOCA a tiež pri strate napájania vlastnej spotreby. Táto funkčnosť je zabezpečená splnením predpísaných požiadaviek pri dimenzovaní jednotlivých komponentov a napájaním jednotlivých vybraných aktívnych prvkov zo zaisteného napájania I., resp. II. kategórie elektrickej energie

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť KO.

- Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.
- KO vyhovuje podmienkam a je projektovaný tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení KO zaručuje prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia
- počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení

Hodnotenie Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení KO. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systém KO je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukčné hodnotenie KO zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť KO.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0.111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Sprievodná technická dokumentácia KO, jeho konštrukcia má kontrolný pevnostný výpočet, urobený podľa požiadaviek platných predpisov a normatívnych dokumentoch. V pevnostných výpočtoch je dokladované, že počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri v projekte uvažovaných haváriách bude s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť častí a zariadení KO a je zachovaná integrita KO tak, aby nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva. Konštrukčné materiály použité pri výrobe KO sú dané sovietskym technickým projektom a vychádzajú z normatívno-technickej dokumentácie dodanej sovietskou stranou. Použité materiály sú osvedčené v referenčných JZ MO1,2 a EBO3(4).

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch

Hodnotenie: Zariadenia KO sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvaracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Materiál, ktorý je v kontakte s primárnym chladivom je 08CH18N10T (nerezová oceľ). Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Odolnosť proti inter-kryštalickej korózii je testovaná. Obsah feritu je testovaný magneticko-metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Rozmery zrna, musia byť stredných rozmerov, aby nebola vyššia ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysoké hutnícke čistoty s vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodné rozloženie a hustotu nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém KO spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

6.2.4.7 Uzol PV KO a vstrekov do KO.

6.2.4.7.1 Opis systému PV KO a vstrekov do KO.

6.2.4.7.1.1 Účel systému PV KO a vstrekov do KO.

K ochrane systému chladenia reaktora pred nadmerným zvýšením tlaku slúži systém kompenzácie objemu a systém havarijných ochrán reaktoru. Poistnými ventilmi KO je vykonávaná ochrana pred nadmerným zvýšením tlaku systému chladenia reaktora.

Účelom uzla PV KO je zabrániť prekročeniu povolenej hodnoty tlaku pri prechodových režimoch v I.O. Pri nadprojektových haváriách zabezpečuje uzol PV KO odvod tepla z AZ v režime Bleed & Feed na I.O. v súčinnosti so systémom havarijného dopĺňovania.

Účelom uzla vstrekov do KO zaistiť reguláciu tlaku v KO vstrekováním kondenzátu zo studenej vetvy slučky z výtlaku HCČ 1 na 3 bloku a zo studenej vetvy slučky z výtlaku HCČ 6 na 4. bloku EMO34 do parného priestoru KO.

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba systém PV KO a vstrekov do KO objemu.

Hodnotenie zostávajúcich systémov PV KO a vstrekov do KO objemu je v nasledovných kap. PpBS:

- potrubie odtakovania I.O. v režime ťažkej havárie - Kapitola 06.12 Systémy na zmierňovanie následkov ťažkých havárií

Hodnotenie zostávajúcich systémov kompenzátor objemu je v nasledovných podkapitolách tejto kapitoly PpBS:

- kompenzátor objemu 6.2.4.6
- barbotážnu nádrž KO 6.2.4.6
- chladič pár z barbotážnej nádrže 6.2.4.6

6.2.4.7.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

Uzol PV KO.

Pozostáva z dvoch hlavných poistných ventilov Sempell typu VS99 a jedného odľahčovacieho ventilu. Každý HPV má dva impulzné riadiace ventily Sempell typu VS66 a dva ovládacie.

Impulzné poistné ventily sú hlavné ovládacie a riadiace jednotky poistných ventilov. Na správnom a presnom nastavení otváracieho tlaku od pružiny a správnom nastavení ovládacích tlakových spínačov pre odňatie alebo priloženie magnetického prítlaku závisí správna funkcia celej zostavy hlavných poistných ventilov. Okrem impulzného pružinového riadiaceho ventilu (riadeného iba tlakom v systéme), je možno hlavný poistný ventil VS99 otvárať a ovládať i pomocou ovládacích ventilov s elektrickým pohonom.

Každý z dvoch hlavných poistných ventilov je teda ovládaný:

- Cez systém SKR pomocou dvoch impulzných riadiacich ventilov, teda automaticky, nezávisle na obsluhu
- Ručne z blokovej dozorne pomocou dvojice elektroventilov, teda podľa rozhodnutia a zásahu obsluhy

Komplet OV pozostáva z oddelovacieho ventilu a riadiaceho ventilu. Odľahčovací ventil je riadený magnetickým VCA ventilom, ovládaným zo systému SKR od tlaku v I.O., a "pre režim feed and bleed" motorovým elektroventilom typu PDE, ovládaným diaľkovo, tlačidlom z blokovej a núdzovej dozorne.

Riadené odtlakovanie I.O. je možné otvorením ventilov KO v rámci stratégie „Bleed & Feed“. Pri zlyhaní stratégie riadeného odtlakovania pomocou armatúr, z dôvodu ich neovládateľnosti napr. ich zablokovaním ventilov v zatvorenej polohe, je možné použiť pre rýchle odtlakovanie I.O. iné armatúry.

Uzol vstrekov do KO.

Na hornom dne je nátrubok vstreku do KO. V hornej časti vnútri KO je kolektor, pre dobré rozptýlenie vstrekaného kondenzátu zo studenej vetvy HCP z výtlaku HCČ. Medzi kolektorom a nádobou KO je tepelné tienenie z plechu, na ochranu nádoby KO pred chladnou vstrekanou vodou.

Uzol vstrekov do KO pozostáva z jednotlivých blokov armatúr. Uzol zaisťuje automatické regulovateľné sprchovanie parného vankúša KO vodou z výtlaku HCČ 1 zo studenej vetvy slučky na 3 bloku a zo studenej vetvy slučky z výtlaku HCČ 6 studenej vetvy slučky na 4. bloku EMO34 odstupňovane podľa tlaku v KO.

6.2.4.7.1.2.1 Bezpečnostne funkcie.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] systém PV KO vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňovania chladiva.

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom PV KO v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS:

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

6.2.4.7.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Všetky zariadenia uzla PV KO a vstrekov do KO pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č.430/2011 [II.2]. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému uzla PV KO klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom dopĺňania chladiva.

Zariadenia systému PV KO sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému PV KO, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému KO, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.6.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému PV KO požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, vid' §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Zariadenia uzla PV KO a vstrekov do KO sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Zariadenia uzla PV KO a vstrekov do KO sú zaradené do 1a kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.7.1.2.3 Uzol PV KO a vstrekov do KO.

Sústava uzla PV KO - prostredníctvom odľahčovacieho ventilu, hlavných poistných ventilov a ďalších armatúr slúži k poisteniu primárneho okruhu proti stúpnutiu tlaku nad povolenú medzu a pri režime „feed and bleed“ k odpusteniu prebytočného chladiva z tohto okruhu.

Sústava uzla PV KO sa skladá:

- Hlavné poistné ventily typu VS99 majú každý dva impulzné riadiace ventily typu VS66 a dva ovládacie
- Dôležité armatúry pre rýchle zníženie tlaku v primárnom okruhu. Všetky riadené poistné armatúry Sempell pracujú na princípe odľahčovacom, t.j. otvárajú, ak tlak nad prítlačným piestom vypustíme. Vypúšťanie prítlačného tlaku sa deje cez pomocné vŕtanie smerom k impulznému riadiacemu ventilu.
- Potrubný systém odvodu vodíka z privodných potrubí k poistným ventilom
- Potrubný systém dusíka k zaplneniu KO a výfukových potrubí od HPV KO do BN

Sústava uzla vstrekov do KO má armatúry a potrubia sú v miestnosti mimo hermozóny a zaisťujú reguláciu tlaku v KO vstrekováním kondenzátu zo studenej vetvy HCP z výtlaku HCČ do parného priestoru KO.

Privodné trasy do uzla vstrekov do KO sú:

- trasa privádzajúca kondenzát I.O. zo studenej vetvy slučky HCP z časti za výtlakom HCČ 1 na 3 bloku a zo studenej vetvy slučky za výtlakom HCČ 6 na 4. bloku.
- Trasa od doplnovacích čerpadiel
- Trasa z očistky kondenzátu

Jednotlivé bloky armatúr zaisťujú automatické regulovateľné sprchovanie parného vankúša KO kondenzátom z výtlaku HCČ 1 na 3 bloku a zo studenej vetvy slučky z výtlaku HCČ 6 na 4. bloku EMO34 odstupňovane podľa tlaku v KO.

Armatúry za nimi sa zatvárajú ručne z blokovej alebo núdzovej dozorne a sú normálne otvorené.

Regulačné armatúry na výstupoch z tohto vstrekovacieho bloku zaisťujú v automatickom režime množstvo vstrekovaneého kondenzátu tak, aby rýchlosť dochladzovania v KO neprevýšila prípustnú hodnotu a súčasne aby rozdiel teplôt v KO a v horúcej vetve jednej zo slučiek HCP bol menší ako predpísaný.

Hlavné úpravy a zmeny na systéme.

- Záměna solenoidových ventilů za ventily s elektropohonem. Uvedená záměna je z důvodu zajištění spolehlivého otevření resp. zatvorení ventilu na impulzní trase pro zkoušky hlavních PV KO při feed and bleed. Prioritou pro tuto změnu je bezpečné uzatvorení trasy v případě požáru jednoho systému zajištěného napájení nebo ovládní
- Doplnění nového radiaceho ventilu s elektropohonem na paralelní trase s existujícím radiacím ventilem na ovládní odľahčovacieho ventilu. Doplnený druhý radiaci ventil s elektropohonem je využitý z důvodu zajištění spolehlivého otevření resp. zatvorení odľahčovacieho ventilu v režime feed and bleed.
- Doplnění spätné klapky na potrubní trase do priestoru nad hladinu BN a zrušenie pôvodnej škrtiacej clony na tejto trase. Uvedené riešenie je potrebné k vyrovnaniu tlaku medzi BN a výfukovým potrubím po zapracovaní PV KO. Potrubná trasa je oproti pôvodnému dispozičnému riešeniu zmenená a je napojená na výfukové potrubie hlavných PV KO a odľahčovacieho ventilu. Na potrubní trase medzi výfukovým potrubím a BN je zrušená pôvodná clona a je nahradená spätným ventilem.
- Zmena dimenzie potrubia na trase z KO do odľahčovacieho ventilu a zmena dispozičného umiestnenia prírodného potrubia k odľahčovaciemu ventilu Aby bolo zajištěné dostatočné množstvo média v režimoch ATWS a feed and bleed, zväčšuje sa priemer potrubia, pretože pôvodné prírodné potrubie k odľahčovaciemu ventilu nespĺňa nové požiadavky kladené na odľahčovací ventil pre tieto nové režimy.
- Zmena dispozičného usporiadania a dimenzie potrubia výfuku radiacích ventilů PV KO. Pôvodné výfukové potrubie radiacích ventilů je zapojené do parného priestoru BN. Aby sa znížil tlak v BN a vylúčilo sa riziko prasknutia membrán pri spracovaní radiacích ventilů (napr. pri skúškach PV), je ich výfukové potrubie napojené na hlavné výfukové potrubie tak, aby para kondenzovala vo vodnom priestore BN.
- Vzhľadom k činnosti súboru PV KO v novo uvažovanom režime ATWS bolo potrebné zväčšiť výfukové potrubie radiacích ventilů, pretože v tomto režime sú prietokové množstvá vody a odpor väčší než pri pare.
- Otočenie hlavy ventilu 1. PV o 180° bolo potrebné z důvodu zajištění rovnaķej tlakovej straty vo výfukovom potrubí hlavných PV KO.
- Doplnění systému odvodu vodíka z prírodného potrubia PV KO. Tím sa zaisť rovnomerné prehrievanie potrubia a eliminujú sa tepelné šoky a hydraulické rázy pri zapracovaní PV.
- Doplnění trasy prívodu dusíka do výfukových potrubí súboru PV KO a úprava pôvodnej trasy. Doplnění novej uzatváraciej armatúry s elektropohonem na prívide dusíka a upraveného spätného ventilu.
- Do výfukového potrubia hlavných PV KO radiacích a odľahčovaciemu ventilu je doplnené potrubie dusíka na prefukovaní potrubia.
- Dôvodom prefukovania potrubia je zamedziť akumulácií vodíka vo výfukovom potrubí a BN a minimalizovať mechanické zaťaženie výfukového potrubia v prípade činnosti PV KO vytlačením vody do BN.
- Vzhľadom na zmeny vyplývajúce z tohto riešenia existujúca trasa dusíka do BN je zrušená a na trase pred odbočkami k jednotlivým výfukovým potrubiam je doplnená uzatváracia armatúra s elektropohonem. Pôvodný spätný ventil je zamenený za nový spätný ventil požadovaných parametrov.
- Úprava prírodného potrubia PV KO pre umiestnenie snímačov meranej teploty

- Konštrukčná úprava hlavných PV KO, riadiacich ventilov PV KO, odľahčovacieho ventilu PV KO a uzatváracieho ventilu. Konštrukčné úpravy bolo potrebné vykonať z dôvodu riešenia v zmene ukotvenia, výmeny pružín, modifikácií prírub zahrňujúcich systém odvzdušnenia prírodného potrubia, použitím torzných skrutiek, zmeny dimenzie príruby a pod.

6.2.4.7.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém uzla PV KO a vstrekov do KO.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.7.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému PV KO, sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10], Príloha č. 3 v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.7.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému PV KO (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.7.3 nižšie.

Systém PV KO vrátane OV patrí medzi výkonný bezpečnostný systém. Chráni KO a celý I.O. pred zvýšením tlaku nad povolenú hodnotu. Systém PV KO plní i funkciu hranice I.O.

Ochranná funkcia PV KO je nezávislá na práci iných technologických systémov a zdrojov energie.

6.2.4.7.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov patriacich do tohto súboru je obsiahnuté dokumente – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Elektrické napájanie uzla PV KO a vstrekov do KO je zabezpečené z príslušnej redundancie systému ZN 1 a 2. kategórie, čo umožňuje prevádzku systému i pri strate napájania vlastnej spotreby.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.7.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do tohto súboru v súlade s Vykonávacím projektom.

Komplet OV pozostáva z oddeľovacieho ventilu a riadiaceho ventilu. Odľahčovací ventil je riadený magnetickým VCA ventilom, ovládaným zo systému SKR od tlaku v I.O., a "pre režim feed and bleed" motorovým elektroventilom, ovládaným diaľkovo, tlačidlom z blokovej a náhradnej dozorne. Činnosť uzla PV KO je kontrolovaná a riadená z BD a ND.

Ovládanie prídavných síl IPV KO je riadené z ESFAS.

Ovládanie riadiacich armatúr pre OVKO je riadené z RLS. Ovládanie prvkov v režim Bleed & Feed je manuálne operátorom. S činnosťou automatík pre režim Bleed & Feed na I.O. sa neuvažuje.

Ovládanie hlavných poistných armatúr PV KO možno riadiť dvoma typmi ventilov:

- impulznými ventilmi, ktoré sú pružinové s magnetickým prítlakom (2 kusy na 1 hlavný poisťovací ventil). Tieto ventily sú riadené iba od tlaku pary v systéme. Tesnosť riadiaceho ventilu je zaistená pomocou pružiny a najviac je ventil dotestovaný elektromagnetom.
- radiacích ventilov s elektromotorom (2 kusy na poisťovací ventil, sériovo radené). Ovládanie týchto ventilov je „ručné“ diaľkovo z BD a ND. Využitie týchto ventilov pripadá do úvahy v režime „Bleed & Feed“.

OV KO v režime „odľahčenia“ je riadený magnetickým ventilom, ktorý je možné ovládať z BD a ND. V zatvorenej polohe je magnetický ventil držaný silou pružiny.

Pre režim „Bleed & Feed“ je OV KO riadený elektroventilom „ručne“ diaľkovo ovládaného z BD a ND.

Dôležité elektrické spotrebiče, ktoré patria do tohto súboru sú ovládané z signálov RTS, RLS, ESFAS. – tieto systémy SKR majú v kapitole 06.05 PpBS svoju osobitnú podkapitolu 06.05.03 - Systém zaistenia bezpečnosti - ESFAS , podkapitolu 06.05.02 - Systém automatických ochrán reaktora (RTS/DRTS, EXCORE, SMS, RTB), podkapitolu 06.05.05.05 - Limitačný systém reaktora - RLS.

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O
- Systém EXCORE
- Systém ESFAS
- Systém RLS
- Systémy RTS, DRTS
- Popis ovládania

6.2.4.7.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom

Počas normálnej prevádzky bloku sú PV KO, OV KO a armatúry pre ťažké havárie v stave pohotovosti a neplnia žiadnu inú funkciu. Činnosť systému PV KO je kontrolovaná a riadená z BD a ND.

6.2.4.7.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.7.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

Počas normálnej prevádzky bloku sú PV KO v stave pohotovosti a neplnia žiadnu inú funkciu.

V normálnom prevádzkovom režime je HVP i radiace ventily, OPV a armatúry na trasa havarijného zníženia tlaku v I.O. v polohe ZATVORENÉ.

OV plní tiež funkciu ochrany I.O. (reaktora) proti pretlaku za studena (pri spúšťaní a odstavovaní JE).

Trasa havarijného zníženie tlaku v I.O. je prevádzkovaná v prípade ťažkej havárie na základe postupov pre riešenie ťažkých havárií alebo pri odstávke bloku na zavzdušnenie KO z dôvodov rýchlosti vypúšťania I.O.

Sústava uzla vstrekov do KO má zaisťuje reguláciu tlaku v KO vstrekováním kondenzátu do parného priestoru KO zo studenej vetvy HCP z výtlaku HCČ..

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

6.2.4.7.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

Stredné (nastavovacie) otváracie tlaky:

- Pri stúpaní tlaku I.O. otvára ako prvý Odľahčovací ventil.
- Pri ďalšom stúpaní tlaku otvára 1. hlavný poistný ventil,

Tieto dva stavy by mali zvládnuť všetky abnormálne prevádzkové stavy primárneho okruhu.

- Pri ďalšom stúpaní tlaku otvára 2. hlavný poistný ventil,

Teploty sa v týchto prípadoch pohybujú od prevádzkovej teploty až po maximálnu výpočtovú teplotu.

- Všetky potrubné komponenty v úseku od KO k poistným ventilom sú dimenzované na výpočtové parametre.
- Všetky armatúry v úseku od KO k poistným ventilom sú dimenzované pre maximálne prevádzkové parametre.
- Pokiaľ nie sú v prevádzke poistné ventily, sú prevádzkové parametre výfukového potrubia rovnaké ako parametre v barbotážnej nádrži.

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise

6.2.4.7.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

V havarijných podmienkach PV KO sú funkčné a chránia primárny okruh voči pretlakovaniu, ako aj počas abnormálnych podmienok (viď vyššie).

6.2.4.7.1.5 Detailné prvky projektu.**6.2.4.7.1.5.1 Dispozičné riešenie uzla PVKO.**

Hlavné poistné ventily a odľahčovací ventil vrátane všetkých riadiacich a pomocných armatúr sú umiestnené v boxe PG.

6.2.4.7.1.1 Materiál poistných ventilov.

Ventily poistné pre tento súbor prírubové (utesnené grafitovým tesnením), protipríruby i prírubový spoj je dodávkou a materiál je firmy Sempell

Potrubia sú vyrobené z austenitickej ocele.

6.2.4.7.1.1.1 Hlavné komponenty systému.

Hlavný poistný ventil VS99 s jeho riadiacimi impulznými ventilmi VS66 bol na režim modelovo Feed and Bleed odskúšaný na stende a to na režim so sýtou parou, tak na režim s vodou pri tlakoch až do maximálnych hodnôt.

Ak pri tomto havarijnom režime nepríde k otvoreniu OV a príde k otvoreniu len jedného z dvoch HPV,

6.2.4.7.2 Technické hodnotenie systému.**6.2.4.7.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.**

Všetky zariadenia systému uzla PV KO a vstrekov do KO pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému uzla PV KO a vstrekov do KO a patria do tohto súboru je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadrovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Spĺnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém uzla PV KO a vstrekov do KO a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky a v abnormálnych stavoch bloku.

Spĺnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.7.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systémy uzla PV KO a vstrekov do KO sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému uzla PV KO a vstrekov do KO je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle.

Spĺnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení PV KO a vstrekov do KO je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému .

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.7.2.2.1 Kritérium jednoduchkej poruchy.

Na reaktorový blok sú inštalované dva PV KO, každý kapacitou na odvod požadovaného množstva primárneho chladiča počas abnormálnej prevádzky (prechodové procesy bloku) a havarijných stavov (záloha 2x100%).

6.2.4.7.2.2.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

- PV KO je ovládaný dvomi elektromagnetickými ventilmi VS66 - ak jeden z týchto elektromagnetických ventilov zlyhá, druhý sa otvorí a tým otvorí HPV KO.
- PV KO je ovládaný dvomi elektrickými ventilmi - z týchto elektrických ventilov zlyhá , druhý sa otvorí a tým otvorí HPV KO.
- PV KO je zaradený do seizmickej kategórie 1a.

Pre systém uzla PV KO a vstrekov do KO je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchkej poruchyaj popísaná v nasledovnej kap. PpBS:

- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie - Kapitola 06.12 Systémy na zmiernenie následkov ťažkých havárií

6.2.4.7.2.3 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systému uzla PV KO a vstrekov do KO vyhovuje požiadavkám projektu.

Zariadenia systému uzla PV KO a vstrekov do KO sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie a zariadenia do BT1 a plnia bezpečnostnú funkciu vid' kap. 6.2.4.7.1.2.1 Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1a - vid' kap. 6.2.4.6.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach.
- Systém uzla PV KO a vstrekov do KO musí byť funkčný počas a po havárii typu LOCA a tiež pri strate napájania vlastnej spotreby. Táto funkčnosť je zabezpečená splnením predpísaných požiadaviek pri dimenzovaní jednotlivých komponentov a napájaním jednotlivých vybraných aktívnych prvkov zo zaisteného napájania I., resp. II. kategórie elektrickej energie
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti.

6.2.4.7.2.4 Preukázanie splnenia legislatívnych požiadaviek.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém uzla PV KO a vstrekov do KO sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém uzla PV KO a vstrekov do KO a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.7.3 Bezpečnostné hodnotenie.

Systém PV KO môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém PV KO musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3 (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné

systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou

rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,
d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- udržať integritu tlakovej hranice chladiaceho okruhu reaktora

Hodnotenie: Konštrukciou uzla PV KO a vstrekov do KO je zabezpečená jeho pevnosť, tesnosť a technickými podmienkami pri prekročení pôsobenia projektového zemetrasenia až do maximálneho výpočtového zemetrasenia (vrátane).

Uzol PV KO a vstrekov do KO zabezpečuje počas normálnej prevádzky bloku a udržiava automaticky tlak v I.O. na predpísaných hodnotách vo všetkých prevádzkových režimoch bloku.

Uzol PV KO vrátane OV patrí medzi výkonný bezpečnostný systém. Chráni KO a celý I.O. pred zvýšením tlaku nad povolenú hodnotu. Systém PV KO plní i funkciu hranice I.O. Prípadné zlyhanie tohto systému by malo za následok deštrukciu komponent primárneho okruhu spojenú so stratou chladiva (LOCA).

Ochranná funkcia PV KO je nezávislá na práci iných technologických systémov a zdrojov energie. Zásobovanie uzla PV KO elektrickou energiou je riešené z 1. a 2. kategórie zaisteného napájania

Konštrukčné hodnotenie uzla PV KO a vstrekov do KO zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane). Konštrukčne je KO pred účinkami seizmického pôsobenia zabezpečený pomocou viskóznymi tlmičmi.

Uzol PV KO a vstrekov do KO musí byť funkčný počas a po havárii typu LOCA a tiež pri strate napájania vlastnej spotreby. Táto funkčnosť je zabezpečená splnením predpísaných požiadaviek pri dimenzovaní jednotlivých komponentov a napájaním jednotlivých vybraných aktívnych prvkov zo zaisteného napájania I., resp. II. kategórie elektrickej energie.

Konštrukcia PV KO je odolná voči hydrodynamickým silám a sú schopné pracovať v podmienkach Bleed & Feed v I.O..

Uzol PV KO je odolný voči podmienkam okolitého prostredia a je chránený proti pôsobeniu vysokoenergetických potrubí.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť uzla PV KO a vstrekov do KO.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Uzol PV KO a vstrekov do KO vyhovuje podmienkam a je projektovaný tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení uzla PV KO a vstrekov do KO zaručuje prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia

- počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení

Hodnotenie Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení uzla PV KO a vstrekov do KO. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia uzol PV KO a vstrekov do KO je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukčné hodnotenie uzla PV KO a vstrekov do KO zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- Konštrukcia PV KO je odolný voči hydrodynamickým silám a je schopná pracovať v podmienkach Bleed & Feed na I.O.
- Uzol PV KO je odolný voči podmienkam okolitého prostredia je chránený proti účinkom vysokoenergetických potrubí
- Uzol PV KO neovplyvňuje a nie je ovplyvňovaný inými zariadeniami, resp. systémami
- Nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť uzla PV KO a vstrekov do KO.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch

Hodnotenie: Zariadenia uzla PV KO a vstrekov do KO sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvaracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Materiál, ktorý je v kontakte s primárnym chladivom je austenitická oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty na horúce teploty a aby bola zaistená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (z tohto dôvodu je stabilizovaná Titanom). Obsah nečistôt (síra fosfor) je garantovaná na nízkej hodnote, aby bola zaručená jej zvariteľnosť. Obsah feritu vo vzorke tavenia musí byť vyššia ako nula, avšak maximálne 8%. Odolnosť proti inter-kryštalickej korózii je testovaná. Obsah feritu je testovaný magneticko metrickým feritovým testerom. Riadený obsah nekovových

nečistôt (oxidov, silikónov, carbon-nitridov titánu a sulfidy). Rozmery zrna, musia byť stredných rozmerov, aby nebola vyššie ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysoké hutnícke čistoty s vysokým podielom zrn povrchu k objemu a tak výhodné rozloženie a hustotu nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž. Použité materiály sú použité v referenčných jadrových zariadeniach EMO12 a EBO.

Záverom možno konštatovať, že systém PV KO spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

6.2.4.8 Systému drenáží a odvzdušnení I.O..**6.2.4.8.1 Opis systému.****6.2.4.8.1.1 Účel systému.**

Systému drenáží a odvzdušnení I.O. je určený k :

- drenáž barbotážnej nádrže kompenzátora objemu, potrubia systému kontinuálneho čistenia vody I.O. a potrubie havarijných systémov
- odvzdušnení zariadení a potrubí primárneho okruhu, drenáže primárneho okruhu
- drenáží a prepadu odplyňovačov dopĺňovania a bórovej regulácie
- odvodu upchávkovvej vody HCČ
- drenáží trasy odvodu plynov pri prevetrávaní nádrže a chladiča org. únikov do systému spaľovania vodíka

Predmetom tejto kapitoly je hodnotenie iba systému drenáží a odvzdušnení I.O.

Hodnotenie zostávajúcich systémov určených na drenáž a odvzdušnenie I.O. je v nasledovných kap. PpBS:

Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. - kapitola 06.04.05.01

6.2.4.8.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

V tejto podkap. je uvedená technologická činnosť systému drenáží a odvzdušnení I.O..

Systém je určený k:

Podsystém odvzdušneniu zariadenia a potrubia I.O., odvzdušnenia výmenníkov systému ŠOV1

Podsystém k odvodu upchávkovvej vody HCČ

Podsystém - drenážovanie slučiek 1÷ 6 HCP

Podsystémy ďalšie na drenážovanie trasy - odvod plynov z odvetrávania nádrže a chladiča organizovaných únikov do systému spaľovania vodíka

Podsystém - vyprázdňovanie I.O.

Podsystémy - drenážovanie odplyňovača dopĺňovania a bórovej regulácie

Systém - zahrňuje:

- chladič organizovaných únikov
- nádrž organizovaných únikov
- hydrouzáver
- pomocné čerpadlo vyprázdňovania slučiek HCP
- príslušné technologické potrubie a armatúry.

6.2.4.8.1.2.1 Bezpečnostne funkcie ktoré plní systém.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], systém drenáží a odvzdušnení I.O. vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- tvorí hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora a nepatrí do bezpečnostnej triedy I
- udržiava dostatočné množstvo chladiwa na chladenie aktívnej zóny jadrového reaktora pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom drenáží a odvzdušnení I.O. v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS:

- obmedziť vypustenie alebo únik rádioaktívneho odpadu a rádioaktívnych materiálov prenášaných vzduchom pod predpísané limity vo všetkých prevádzkových stavoch
- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

6.2.4.8.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentu. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému drenáží a odvzdušnení I.O. do BT II a mimo HZ do BT III.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy II sú zariadenia

2a) tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora a nepatria do bezpečnostnej triedy I

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy III sú zariadenia

3c) na udržanie dostatočného množstva chladiwa na chladenie aktívnej zóny jadrového reaktora pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke

Zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O., vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.1], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O., nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.8.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), spĺňajú.**

Systém drenáží a odvzdušnení I.O. je seizmicky odolný, to znamená že je funkčný počas a po odznení seizmickej udalosti. Systém drenáží a odvzdušnení I.O.. je zaradený do 1a, 1b a 2b kategórie seizmickej

odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického zodolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2b sú v kap. 4.3 PpBS.

6.2.4.8.1.2.3 Systém drenáží a odvodu I.O..

Väzby na iné systémy

Strojné zariadenia systému drenáží a odvodu I.O. sú zaradené do tohto súboru a nadväzujú na:

systém doplňovania I. O. a regulácie kyselinou bóritou

I.O. - reaktor

I.O. - parogenerátory

I.O. - HCČ

I.O. - HUA

I.O. - KO

Zberný kolektor drenáží

Zberné kolektory drenáží odvádzajú drenáže horúcich a studených vetví HCP do NOÚ. Môže sa tak naraz uskutočňovať drenáž dvoch slučiek nezávisle od seba.

Do zberných kolektorov drenáží je osadený obtok s pomocným čerpadlom pre urýchlenie drenáže slučiek HCP. Gravitačné drenážovanie je ovládané ručnými armatúrami.

Čerpadlo je poháňané vzduchom z rozvodu NT vzduchu. Prepoj medzi čerpadlom a zdrojom vzduchu je zabezpečený tlakovou hadicou, ktorá sa po ukončení drenáží demontuje. Z kolektora je odbočka, ktorou sa odvádzajú drenáže horúcich a studených vetví HCP cez armatúru do odpúšťacej magistrály, ktorá je zaústená do odplyňovača bórovej regulácie.

Zberný kolektor odvodu I.O.

Zberný kolektor odvodu I.O. je cez armatúru napojený do trasy, ktorá ústí do odplyňovača doplňovania.

Do kolektora sú zavedené odvody I.O.:

- primárna strana PG
- autonómneho okruhu a PCČ HCČ
- reaktora cez pohony HRK
- kolektora odvodu regneračných výmenníkov ŠOV-1
- drenáž kolektora poistných ventilov KO cez armatúru
- prívod NT dusíka cez armatúru.

V kolektore odvodu I.O. je inštalované prieľadítko a odlučovač s odvodom roztoku H_3BO_3 do kolektora organizovaných únikov a s odvodom plynov do boxu PG s cieľom zabezpečiť:

- cez prieľadítko vizuálnu kontrolu kvality odvodu I.O.
- odvod I.O. s povoleným prietokom
- odvod roztoku H_3BO_3 do nádrže organizovaných únikov

- odvod Ra plynov alebo dusíka z I.O. do boxu PG mimo miesta obsluhy.

Kvôli vylúčeniu úniku Ra plynov z kolektora do boxu PG je na trase drenáže roztoku H_3BO_3 nainštalovaný hydrouzáver s armatúrou za odlučovačom a armatúrou na drenáži hydrouzáveru.

Trasa odvodu plynnej zmesi.

Trasa odvodu plynnej zmesi z chladiča organizovaných únikov do systému spaľovania vodíka, je v najnižšom mieste drenážovaná do nádrže - hydrouzáveru cez armatúru. Trasa odvodu plynnej zmesi z nádrže organizovaných únikov do chladiča organizovaných únikov je drenážovaná cez armatúru do nádrže - hydrouzáveru. Hladina v nádrži hydrouzáveru je udržiavaná prepadom, ktorý je zaústený do špeciálnej kanalizácie.

Zmeny:

- prepady z nádrží systému spaľovania vodíka sú privedené do nádrže nečistého kondenzátu
- Pridané potrubie odvzdušnení a drenáže, vrátane armatúr.
- Zmena dispozície drenážneho čerpadla
- Zmena upchávk u čerpadiel dopĺňovania.
- Zapracované nápravné opatrenia plynúce z pevnostných výpočtov pre nádrž organizovaných únikov a pre chladič organizovaných únikov.

6.2.4.8.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém drenáži a odvzdušnení I.O..

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] a jej prechodného ustanovenia (vid' §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.8.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému drenáži a odvzdušnení I.O., sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10], Príloha č. 3 v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.8.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému drenáži a odvzdušnení I.O. (vid' Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.8.3 nižšie.

6.2.4.8.1.2.5 Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov patriacich do systému drenáži a odvzdušnení I.O. je obsiahnuté v dokumente – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok

Elektrické napájanie elektroarmatúr tohto systému je zabezpečené prostredníctvom II. kategórie zaisteného napájania.

Elektrické napájanie rýchlouzatváracích oddeľovacích armatúr tohto systému je zabezpečené prostredníctvom I. kategórie zaisteného napájania.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.8.1.2.6 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do systému drenáží a odvzdušnení I.O. v súlade s Vykonávacím projektom.

Systém drenáží a odvzdušnení I.O. sa aktivuje ručne diaľkovo z BD, ND alebo automaticky v závislosti od podmienok.

SKR je popísané v nasledovných PP:

Regulátor a regulačné obvody I.O.

Tabuľka BaO I.O.

6.2.4.8.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Systému drenáží a odvzdušnení I.O. je prevádzkový systém a pracuje v normálnej prevádzke Vlastný chod systému je riadený automaticky alebo obsluhou a je kontrolovaný a riadený z BD a ND. Činnosť systému drenáží a odvzdušnení je kontrolovaná a riadená z BD a ND.

6.2.4.8.1.4 Prevádzkové stavy.**6.2.4.8.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.**

V nominálnom režime plní systém drenáží a odvzdušnení I.O. plní nasledovné funkcie:

- odvod kondenzátu z prepadu odplyňovača dopĺňovania a borovej regulácie
- odvod únikov tesniaceho kondenzátu za hlavnými stupňami upchávok HCČ

Podrobný popis je v prevádzkovom predpise.

6.2.4.8.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

S prevádzkou za abnormálnych podmienok zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. sa neuvažuje.

6.2.4.8.1.4.3 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

S prevádzkou za havarijných podmienok zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. sa neuvažuje.

6.2.4.8.1.5 Detailné prvky projektu.**6.2.4.8.1.5.1 Dispozičné riešenie.**

Systém drenáží a odvzdušnení je umiestnený v reaktorovni HVB. Zariadenie je umiestnené v KP vo vnútri HZ i mimo HZ.

6.2.4.8.1.5.2 Materiály systému drenáže a odvzdušnenia I.O.

Systém drenáží a odvzdušnení je vyhotovený z austenitickej ocele.

6.2.4.8.1.5.3 Hlavné komponenty systému.

Nádrž organizovaných únikov.

Nádrž organizovaných únikov slúži na zhromažďovanie organizovaných únikov:

- chladených v chladiči organizovaných únikov

Z nádrže postupujú úniky na sanie čerpadiel organizovaných únikov. Do nádrže ústí prívod recirkulačnej trasy zo systému spaľovania vodíka a je prevetrávaná cez chladič organizovaných únikov do systému. Hydrouzáver nádrže je plnený zo systému preplachu impulzných línií.

Nádrž - hydrouzáver.

Nádrž - hydrouzáver slúži k zdrenážovaniu trasy odvodu plynnej zmesi z chladiča organizovaných únikov a trasy prevetrávania medzi nádržou organizovaných únikov a chladičom organizovaných únikov.

Pomocné čerpadlo vyprázdňovania slučiek HCP.

Pomocné čerpadlo vyprázdňovania slučiek HCP slúži na urýchlenie drenáže HCP a rieši problém nezdrenážovaného zvyšku média v HCP.

Spúšťanie čerpadla: RUČNE pomocou armatúr

Odstavenie čerpadla: RUČNE pomocou armatúr

Trasa -11.

Systém 11 odvádza úniky z upchávok jednotlivých HUA (z najvyššieho hrdla na HUA) cez uzatváracie a spätný ventil do kolektora únikov a z potrubia medzi spätnými a uzatváracími armatúrami systémov vysokotlakého, nízkotlakého a v systéme určenom na zvládnutie seizmickej udalosti. Trasy nízkotlakových únikov sú zvedené do kolektora systému nízkotlakových únikov.

Trasa -12.

Drenáže hlavného cirkulačného potrubia z 12-tich najnižších miestach hlavného cirkulačného potrubia sú zvedené dvoma kolektormi do systémov únikov.

Každá trasa vypúšťanie horúcej vetvy HCP je osadená poistným ventilom.

Zberný kolektor odvzdušnenia

Zberný kolektor odvzdušnenia je napojený do trasy čistého kondenzátu, ktorá ústí do odplyňovača dopĺňovania.

Do kolektora sú zavedené odvzdušnenia:

primárnej strany PG.

autonómneho okruhu HCČ a PCČ.

reaktora cez pohony HRK cez armatúry

kolektora odvzdušnenia regeneračných výmenníkov ŠOV-1

drenáž kolektora poistných ventilov KO

prívod NT dusíka.

V kolektore odvzdušnenia I.O je inštalované prieľadítko a odlučovač s odvodom roztoku H_3BO_3 do kolektora organizovaných únikov a s odvodom plynov do boxu PG s cieľom zabezpečiť:

- cez prieľadítko vizuálnu kontrolu kvality odvzdušnenia
- odvzdušnenie I.O. s povoleným prietokom
- odvod roztoku H_3BO_3 do nádrže organizovaných únikov
- odvod Ra plynov alebo dusíka z I.O. do boxu PG mimo miesta obsluhy.

Kvôli vylúčeniu úniku Ra plynov z kolektora do boxu PG je na trase drenáže roztoku H_3BO_3 nainštalovaný hydrouzáver s armatúrou za odlučovačom na drenáži hydrouzáveru. Normálny stav popisovanej trasy je za prevádzky nasledovný:

armatúry na trase k odlučovaču sú zatvorené

armatúry na trase odvodu H_3BO_3 z odlučovača vlhkosti do kolektora sú zatvorené.

Tým je vylúčený únik Ra plynov z kolektora do boxu PG po vyprázdnení hydrouzáveru alebo pri podtlaku od systému spaľovania vodíka.

6.2.4.8.2 Technické hodnotenie systému drenáží a odvzdušnení I.O..

6.2.4.8.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O. je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém drenáží a odvzdušnení I.O. a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.8.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém drenáží a odvzdušnení I.O. a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému drenáží a odvzdušnení I.O. je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení drenáží a odvzdušnení I.O. je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.8.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému nie je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole PpBS 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií nakoľko sa jedná o prevádzkový systém.

6.2.4.8.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy.

Pre systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchkej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. - kapitola 06.04.05.01

6.2.4.8.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. - kapitola 06.04.05.01

6.2.4.8.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Analýza systémov pre MO34 preukázala, že stredná nepohotovosť vrcholovej udalosti systému drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. je dostatočná pre projekt MO34 pričom bolo uvažované, že trvalo zatvorené drenážne armatúry nie sú súčasťou analýzy systému.

Zariadenia systému drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - do BT 2a a mimo HZ do BT3c a plnia bezpečnostnú funkciu vid' kap. 6.2.4.8.1.2.1. Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás tohto súboru.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1a, 1b a 2b. - vid' kap. 6.2.4.8.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti

6.2.4.8.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.8.3 Bezpečnostné hodnotenie.

Systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém drenáží a odvodu paroplynnej zmesi z I.O. musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, Časť II (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

- a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,
- b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,
- c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,
- d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- obmedziť vypustenie alebo únik rádioaktívneho odpadu a rádioaktívnych materiálov prenášaných vzduchom pod predpísané limity vo všetkých prevádzkových stavoch

Hodnotenie: Kontrola prieniku rádioaktivity do neaktívnych médií je priebežne zabezpečovaná systémom radiačnej kontroly a odberom vzoriek v dôležitých miestach.

Systém drenáží a odvzdušnení pracuje prevažne s médiom, ktoré je zdrojom ionizujúceho žiarenia, preto technologický proces je navrhnutý tak, aby bolo nebezpečie úniku, ohrozenia personálu a životného prostredia znížené na minimum. Na zariadenia sú kladené vysoké požiadavky z hľadiska bezpečnosti, akosti výroby, montáže, komplexného vyskúšania a prevádzkových kontrol.

Materiály - použité materiály vyhovujú prevádzke systému v stanovených chemických režimoch.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému drenáží a odvzdušnení.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Systém drenáží a odvzdušnení vyhovuje podmienkam a je projektovaný tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení systému drenáží a odvzdušnení zaručuje prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

- počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

Hodnotenie Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení systému drenáží a odvzdušnení. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému drenáží a odvzdušnení je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadovoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukčné hodnotenie systému drenáží a odvodušnení zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k nepripustným únikom chladiva,

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému drenáží a odvodušnení.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Kontrola prieniku rádioaktivity do neaktívnych médií je priebežne zabezpečovaná systémom radiačnej kontroly a odberom vzoriek v dôležitých miestach

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0,111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž..

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

Hodnotenie: Zariadenia systému drenáží a odvodušnení sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Základný materiál austenitická oceľ. Chemické zloženie je zvolené tak, aby oceľ mala vysoké mechanické hodnoty za tepla a bola zaručená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (preto je stabilizovaná titanom). Z hľadiska zvariteľnosti je obsah prímies (síra, fosfor) zaručený na nízkej hodnote. Obsah feritu v tavbovej vzorke musí byť nenulový, najviac však 8 %. Odolnosť proti medzikryštalickej korózii je skúšaná na vzorkách. Obsah feritu kontrolovaný magnetometrickým feritometrom. Kontrolovaný obsah nekovových prímies (kyslíčniky, kremičitany, karbonitridy titánu a nitridy, sírniky) a veľkosť zrna, ktorého stredná veľkosť nesmie byť väčšia ako 0,111 mm. Tým je zaručená vysoká metalurgická čistota ocele s vysokým pomerom povrchu zŕn k ich objemu a tým výhodným rozložením a hustotou nekovových prímies a predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceliach môže spôsobovať veľké radiačné zaťaženie. Použité materiály sú osvedčené v referenčných JZ MO1,2 a EBO

Záverom možno konštatovať, že systém drenáží a odvodušnení I.O spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 [II.2].

6.2.4.9 Systém organizovaných únikov.

6.2.4.9.1 Opis systému.

6.2.4.9.1.1 Účel systému.

Účelom systému organizovaných únikov je zhromažďovanie a spracovávanie organizovaných únikov ich doprava späť do systému doplňovanie I.O. a bórová regulácia alebo do systému - čistiaca stanica drenáží kondenzátu I.O. a nádrží nečistého kondenzátu.

Systém je určený k:

Podsystém 15 - odvodu upchávkovvej vody HCČ

Systém organizovaných únikov primárneho okruhu je určený k:

- odvodu a návratu organizovaných únikov z HCČ, HUA, drenáži barbotážnej nádrže KO, drenáži potrubia a návratu systému kontinuálneho čistenia kondenzátu I. O. a potrubia havarijných systémov
- odvodu a návratu upchávkovvej kondenzátu HCČ
- odvodu a návratu organizovaných únikov z čerpadiel doplňovania a bórovej regulácie.

Hodnotenie spolupracujúcich systémov organizovaných únikov je v nasledovných kap. PpBS:

- systém NT dusík a VT vzduch kapitola 06.07.02.01 Systém stlačeného vzduchu a dusíku
- systém - spaľovanie vodíka kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí
- systém ŠOV-2 Kapitola 06.07.02.07 Systém čistenia drenážnych vôd a organizovaných
- systémy - doplňovanie a odpúšťanie I.O. Kapitola 06.07.02.02 Systém dopĺňania a odpúšťania chladiča z primárneho okruhu
- systém čistenia odpadových vôd Kapitola 06.07.02.08 Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží
- špeciálna kanalizácia Kapitola 06.07.02.04 Špeciálna kanalizácia
- systémy - odbery vzoriek. Kapitola 06.07.02.03 Systém odberu aktívnych vzoriek

Hodnotenie zostávajúcich systémov organizovaných únikov je v nasledovných podkapitolách tejto PpBS

- vložený okruh HCČ pre chladič chladiča organizovaných únikov podkapitole 6.2.4.1 tejto kapitoly PpBS

6.2.4.9.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systému.

- Systém zahŕňa:
- chladič organizovaných únikov
- nádrž organizovaných únikov
- hydrouzáver
- čerpadlá nádrže organizovaných únikov
- príslušné technologické potrubie a armatúry.

Pre prevádzku systému je potrebná spolupráca nasledovných systémov:

- vložený okruh HCČ, pre chladenie chladiča organizovaných únikov
- systém NT dusík
- systém - spaľovanie vodíka, k odvodu paroplynnej zmesi z nádrže organizovaných únikov a z chladiča organizovaných únikov
- systém ŠOV-2 - čistenie organizovaných únikov a drenáží, k čisteniu organizovaných únikov
- systémy - doplňovanie a odpúšťanie I.O.
- systém čistenia Ra médií, nádrž nečistého kondenzátu, k zberu organizovaných únikov
- systém VT vzduch, k ovládaniu RČA
- špeciálna kanalizácia
- systémy - odbery vzoriek

Oproti pôvodnému projektu sú zrealizované nasledovné technické vylepšenia:

- - prepady z tlmiacich nádrží spaľovania vodíka sú privedené do nádrže nečistého kondenzátu
- Pridané potrubia odvzdušnení a drenáží, vrátane armatúr.

6.2.4.9.1.2.1 Bezpečnostne funkcie.

Podľa vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], systém organizovaných únikov vykonáva nasledujúce bezpečnostné funkcie:

- na udržanie dostatočného množstva chladiva na chladenie aktívnej zóny jadrového reaktora pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke

V nasledujúcom texte sú uvedené bezpečnostné funkcie vykonávané systémom organizovaných únikov v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku – textová časť schváleného rozhodnutím ÚJD SR č. 63/2015 [II.12] a taktiež kapitolou 5.3 tejto PpBS.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér
- obmedziť vypustenie alebo únik rádioaktívneho odpadu a rádioaktívnych materiálov prenášaných vzduchom pod predpísané limity vo všetkých prevádzkových stavoch

6.2.4.9.1.2.2 Kategorizácia do bezpečnostnej triedy a seizmická kategória.

Všetky zariadenia systému organizovaných únikov pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] a dokumentu. V zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10] prílohy č. 1 sú všetky komponenty systému organizovaných únikov klasifikované do bezpečnostnej triedy BT I a III.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy I

- 1) sú zariadenia tvoriace hranicu chladiaceho okruhu jadrového reaktora s výnimkou tých zariadení, ktorých poškodenie možno kompenzovať normálnym systémom doplňovania chladiva.

Vybrané zariadenia zaradené do bezpečnostnej triedy III sú zariadenia

- 3c) na udržanie dostatočného množstva chladiva na chladenie aktívnej zóny jadrového reaktora pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke

Zariadenia systému organizovaných únikov sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] a v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ a príslušnými Plánmi kvality vybraných zariadení pre dané zariadenia systému organizovaných únikov, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z.138, resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.11].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.2], §7 "Prechodné ustanovenie", t.j. 31.12.2014) je v platnosti §3 „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried" predmetnej vyhlášky (t.j. ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2], §3, resp. Príloha č.1, pre vybrané zariadenia systému organizovaných únikov, nie sú žiadne dodatočné požiadavky v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10].

Z uvedeného a s odvolaním sa na obsah a konštatovania kap. 6.2.4.9.1.2.1 vyššie vyplýva, že **zariadenia systému organizovaných únikov požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]** (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Systém organizovaných únikov je seizmicky odolný, to znamená že sú funkčný počas a po odznení seizmickej udalosti. Systém organizovaných únikov je zaradený do 1a kategórie seizmickej odolnosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení (tzv. data sheet). Hranice seizmického z odolnenia sú riešené v seizmickom projekte. Strojné systémy a komponenty seizmickej kategórie 1a, 1b a 2a sú v kap. 04.03 PpBS.

6.2.4.9.1.2.3 Systém organizovaných únikov.

Zberný kolektor organizovaných únikov

Zberný kolektor organizovaných únikov 11 vedie cez armatúry do chladiča organizovaných únikov, ďalej do nádrže organizovaných únikov.

Do zberného kolektora 11 sú zavedené:

- organizované úniky z upchávok jednotlivých HUA. Pre bezpečnú a spoľahlivú prevádzku počas celej kampane je dôležité skontrolovať tesnosť vretena. Utesnenie vretena je riešené dvojstupňovou upchávkou. Odvod je organizovaný cez otvorené armatúry.
- trasa odpúšťania vody z BN
- drenáž priestoru medzi RČA na výtlaku NT havarijných čerpadiel, VT havarijných čerpadiel a havarijného dochladzovania systému pri seizmickej udalosti,
- drenáž priestoru medzi oddeľovacími armatúrami filtrov systému ŠOV-1 cez armatúry,
- zaústenia kolektorov drenáží.

Organizované úniky sú chladené v chladiči organizovaných únikov vodou VO HCČ.

Organizované úniky, zhromažďované v nádrži organizovaných únikov sú prečerpávané čerpadlami organizovaných únikov v závislosti na režime JZ do:

- sania čerpadiel systému
- odplyňovača dopĺňovania
- čistiacej stanice drenážnych vôd.

Normálne je v prevádzke jedno čerpadlo organizovaných únikov a ďalšie dve sú v rezerve. Hladina v nádrži organizovaných únikov je automaticky udržiavaná regulátorom na výtlačnom kolektore čerpadiel nádrže organizovaných únikov. Do nádrže organizovaných únikov je privedená recirkulačná trasa plynov zo systému spaľovania vodíka za účelom prevetrávania nádrže a riedenia uvoľnených plynov. Plynná zmes je odvádzaná cez chladič organizovaných únikov späť do systému spaľovania vodíka. Regulovaný odvod plynnej zmesi zaisťuje stály tlak v nádrži organizovaných únikov.

Pre zaistenie prirodzenej cirkulácie v I.O: pri drenážovaní cez pripojenie drenážnych kolektorov 11 a 12, t.j. pre dodržanie hladiny v reaktore je začlenený hydrouzáver.

Organizované úniky Doplnovacích čerpadiel

U čerpadiel systému dopĺňovania a bórovej regulácie sú organizované úniky z telies každého agregátu odvádzané zbernou trasou do nádrže organizovaných únikov. Organizované úniky (čistý kondenzát) z preplachu mechanických upchávok čerpadiel sú odvádzané do špeciálnej kanalizácie. Zberné trasy z telies čerpadiel sú využívané len pri odstávke (drenážovanie čerpadiel).

Kolektor 15.

Kolektor 15 slúži k odvodu tlakových únikov tesniacej vody cez otvorenú RČA do sacieho kolektora čerpadiel. Pred sacím kolektorom doplnovacích čerpadiel je umiestnená spätná klapka. Do zberného kolektora 15 sú zaústené trasy od jednotlivých HCČ.

Trasy zabezpečujú odvod únikov tesniaceho kondenzátu za hlavnými stupňami upchávok HCČ do systému nízkotlakových únikov.

6.2.4.9.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém organizovaných únikov.

Vzhľadom na závery ohľadom platnosti vyhlášky **ÚJD SR č. 430/2011** [II.2] a jej prechodného ustanovenia (viď §7 "Prechodné ustanovenie" - „Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa § 3 sa v prípade jadrových zariadení, ktoré sú ku dňu nadobudnutia účinnosti tejto vyhlášky vo výstavbe, riadi doterajším predpisom do 31. decembra 2014“), uvedené v kap. 6.2.4.9.1.2.2 vyššie, osobitné požiadavky na zariadenia systému drenáží a odvzdušnení I.O., sú stanovené a vyhodnotené podľa vyhlášky **ÚJD SR č. 50/2006** [II.10], Príloha č. 3 v častiach

- B/II/A - Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora [II.10]

a sú uvedené v kapitole 6.2.4.9.3 tohto dokumentu.

Porovnanie požiadaviek v súčasnosti platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.2] s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] pre vybrané zariadenia systému organizovaných únikov (viď Príloha č. 3, časť B, č. II. - Osobitné požiadavky na projekt jadrového zariadenia s jadrovým reaktorom), a ich následné vyhodnotenie, je taktiež uvedené v kap 6.2.4.9.3 nižšie.

Elektrické napájanie.

Riešenie napájania el. spotrebičov patriacich do systému organizovaných únikov je obsiahnuté v dokumente – Elektročasť v obj. 800/1 - Reaktorovňa 3. blok.

Elektrické napájanie elektroarmatúr tohto systému je zabezpečené prostredníctvom II. kategórie zaisteného napájania.

Elektrické napájanie rýchlouzatváracích oddeľovacích armatúr tohto systému je zabezpečené prostredníctvom I. kategórie zaisteného napájania.

Systém elektrického napájania je detailne popísaný v kapitole 06.06 PpBS.

6.2.4.9.1.2.5 Systém kontroly a riadenia.

Systém SKR zabezpečuje správnu činnosť a kontrolu zariadení patriacich do systému organizovaných únikov I.O. v súlade s Vykonávacím projektom.

Systém organizovaných únikov sa aktivuje ručne diaľkovo z BD, ND alebo automaticky v závislosti od podmienok.

1. Čerpadlá nádrže organizovaných únikov I.O.

Ovládanie:

Spustenie a odstavenie ručné diaľkové z BD, ND a podľa blokovacích podmienok.

Automatické riadenie:

Podmienky pre spustenie: blokovacie podmienky

Podmienky pre spustenie pracovného čerpadla: dosiahnutie projektovej hladiny v nádrži

Podmienky pre spustenie rezervného čerpadla: pokles tlaku vo výtlačnom kolektore čerpadiel nádrže organizovaných únikov.

2. Drenážne čerpadlo HCP

Ovládanie: spustenie a odstavenie ručné z BD

3. Ventil na trase odvodu organizovaných únikov z nádrže organizovaných únikov do nádrží „nečistého“ kondenzátu

Ovládanie: ručné diaľkové z BD

4. Regulačný ventil na trase prevetrávania nádrže a chladiča organizovaných únikov pre reguláciu tlaku v nádrži organizovaných únikov

Ovládanie: ručné diaľkové z BD, ND a od blokovacích podmienok

Automatické riadenie: automaticky udržiava predpísaný prevádzkový tlak v nádrži

5. Regulačný ventil na výtlačnom kolektore čerpadiel nádrže organizovaných únikov pre reguláciu hladiny v nádrži organizovaných únikov

Ovládanie: ručné z BD, ND a od blokovacích podmienok

Automatické riadenie: automaticky udržiava nominálnu hladinu v nádrži organizovaných únikov

SKR je popísané v nasledovných PP:

- Regulátor a regulačné obvody I.O.
- Tabuľka BaO I.O

6.2.4.9.1.3 Činnosti obsluhy.

Prevádzka systému sa vykonáva v súlade s prevádzkovým predpisom.

Systému organizovaných únikov je prevádzkový systém a pracuje v normálnej prevádzke Vlastný chod systému je riadený automaticky alebo obsluhou a je kontrolovaná a riadený z BD a ND.

6.2.4.9.1.4 Prevádzkové stavy.

6.2.4.9.1.4.1 Normálna prevádzka JZ.

V režime normálnej prevádzky uvedený systém zaisťuje odvod únikov od odvodu vzdušného HČČ, odvod organizovaných únikov od HUA, BN, odvod únikov z priestoru medzi rýchločinnými armatúrami havarijných systémov a medzi rýchločinnými armatúrami havarijného chladenia primárneho okruhu systému seizmického dochladenia a odvodu upchávkového vody HČČ. Keď systém zaisťuje funkciu odvodu únikov, sú uzatvorené všetky armatúry na trasách drenáže odvodu vzdušného I.O. a otvorené sú armatúry na trasách odvodu únikov z uzlov oddeľujúcich vysoký a nízky tlak. Úniky sa odvádzajú cez chladič organizovaných únikov do nádrže organizovaných únikov.

V nominálnom režime plní systém nasledujúce funkcie:

- odvod tlakových únikov tesniacej vody z hlavného stupňa upchávok HCČ do sania DČ,
- odvod organizovaných únikov do systému dopĺňovania podľa režimu práce:
 - a) do odplyňovača dopĺňovania
 - b) do sania čerpadiel dopĺňovania
 - c) do NNK
 - d) v neštandardnom režime.
- odvod organizovaných únikov z DČ do nádrže organizovaných únikov,
- odvod organizovaných únikov od HUA, vôd z drenáže BN a z drenáže priestoru medzi RČA na výtlačných potrubiach havarijných systémov cez chladič organizovaných únikov do nádrže organizovaných únikov,
- odvodnenie trás 15 - prevetrávanie nádrže a chladiča organizovaných únikov do systému spaľovania vodíka.

Predpísaný prevádzkový tlak v nádrži organizovaných únikov je automaticky udržiavaný reg. ventilom na trase prívodu plynnej zmesi zo systému spaľovania vodíka.

Nominálna hladinu v nádrži organizovaných únikov udržiava regulačný ventil na výtlaku čerpadla org. únikov
- regulačný ventil automaticky udržiava nominálnu hladinu v nádrži organizovaných únikov.

Jedno z troch čerpadiel org. únikov určí operátor ako "pracovné", zvyšné dve sú "rezervné".

Podmienky pre spustenie pracovného čerpadla:

- dosiahnutie hladiny v nádrži

Podmienky odstavenie pracovného čerpadla:

- pokles hladiny v nádrži organizovaných únikov

Podmienky pre spustenie "rezervného" čerpadla::

- pokles tlaku vo výtláčnom kolektora čerpadiel nádrže organizovaných únikov

Odvod kondenzátu z prepadu odplyňovača dopĺňovania a bór. regulácia v nominálnom režime sa uskutočňuje trasou s armatúrou do nádrží nečistého kondenzátu.

Tesniace voda za hlavnými stupňami upchávok HCČ sa odvádza trasou 15 priamo na sanie doplňovacích čerpadiel.

Beztlaké organizované úniky z I.O. sú ochladené v chladiči organizovaných únikov a odvádzajú sa do nádrže organizovaných únikov s hydrouzáverom. Chladenie únikov v chladiči je vykonávané vodou vloženého okruhu HCČ.

V závislosti na režime prevádzky bloku čerpadlá organizovaných únikov v nominálnom režime môžu mať tri nasledovné možnosti prevádzky:

- prevádzka čerpadla s výtlakom zavedeným do trasy odpúšťania chladiva I.O. pred odplyňovač doplňovania a odtiaľ na čistiacu stanicu drenážnych vôd I.O.
- prevádzka čerpadla do odplyňovača doplňovania a bórovej regulácie
- prevádzka čerpadla s výtlakom zavedeným na sanie doplňovacích čerpadiel cez dochladzovač doplňovacieho kondenzátu (hlavne pri režimoch „malej“ a „veľkej“ bórovej regulácie bloku)

K nádrži únikov je zavedená recirkulačná trasa plynov od systému spaľovania vodíka za účelom prevetrávania nádrže a riedenia uvoľňovaných plynov. Plyná zmes je z nádrže odvádzaná cez chladič do systému spaľovania vodíka. Predpísaný prevádzkový tlak v nádrži organizovaných únikov je automaticky udržiavaný regulačným ventilom na trase prívodu plynnej zmesi zo systému spaľovania vodíka.

Prevádzka systému je vykonávaná v súlade s prevádzkovým predpisom.

6.2.4.9.1.4.2 Prevádzka JZ za abnormálnych podmienok.

Systém organizovaných únikov pracuje ako v nominálnom režime bloku.

V prípade poruchy na zariadeniach systému vzniká problém spracovania a odvodu organizovaných únikov od hlavných zariadení I.O. (HCČ, HUA, BN) a od DČ. Táto situácia môže nastať pri poruchách (netesnostiach) chladiča a nádrže organizovaných únikov, pri poruche všetkých čerpadiel nádrže organizovaných únikov, alebo pri netesnostiach na trasách prívodu a odvodu organizovaných únikov.

V prípade poruchy niektorého z uvedených zariadení je potrebné vychádzať zo situácie, či je systém schopný organizované úniky prijať. Ak áno, môžu sa organizované úniky drenážovať z nádrže organizovaných únikov do špeciálnej kanalizácie a pritom sa môže závada odstraňovať. Ak systém nie je schopný organizované úniky prijať, organizované úniky je potrebné odvádzat' do špeciálnej kanalizácie. Pri tejto poruche sa musí odstaviť JB. Pri poruche nádrže-hydrouzáveru (netesnosti) systém oddeliť od systému spaľovania vodíka.

Prevádzka systému je vykonávaná v súlade s prevádzkovým predpisom.

6.2.4.9.1.5 Prevádzka JZ za havarijných podmienok.

S prevádzkou systému organizovaných únikov v havarijných podmienkach sa neuvažuje.

6.2.4.9.1.6 Detailné prvky projektu.

6.2.4.9.1.6.1 Dispozičné riešenie.

Systém je dispozične umiestnený v HVB.

Potrubie a zariadenie systému sú umiestnené v hermetickej obálke i mimo hermetickej obálky.

Názov	Priestor
Chladič organizovaných únikov	NP
Nádrž organizovaných únikov	NP
Hydrouzáver	PPr
Čerpadlo nádrže organizovaných únikov	PPr
Čerpadlo nádrže organizovaných únikov	PPr
Čerpadlo nádrže organizovaných únikov	PPr

6.2.4.9.1.6.2 Materiály systému organizovaných únikov.

Systém je vyhotovený z austenitickej ocele.

6.2.4.9.1.6.3 Hlavné komponenty systému.

Chladič organizovaných únikov

Chladič organizovaných únikov slúži k chladeniu únikov z HUA, drenáže BN, drenáží priestorov medzi oddeľovacími armatúrami filtrov, drenáže priestoru medzi RČA na výtlačných potrubiach havarijných systémov a drenáže priestoru medzi RČA na výtlačných potrubiach dochladzovacieho havarijného systému. Organizované úniky sú v chladiči chladené vodou vloženého okruhu HCČ a postupujú ďalej do nádrže organizovaných únikov. Chladič organizovaných únikov je prefukovaný systémom spaľovania vodíka.

Chladič organizovaných únikov je vertikálna valcová nádoba.

Chladič je opatrený meraním hladiny.

Nádrž organizovaných únikov

Nádrž organizovaných únikov slúži na zhromažďovanie organizovaných únikov:

- chladených v chladiči organizovaných únikov
- od čerpadiel dopĺňovania a bórovej regulácie

Z nádrže postupujú úniky na sanie čerpadiel organizovaných únikov. Do nádrže ústí prívod recirkulačnej trasy zo systému spaľovania vodíka je prevetrávaná cez chladič organizovaných únikov do systému. Hydrouzáver nádrže je plnený zo systému preplachu impulzných línií, preplach zariadení ESFAS.

Nádrž organizovaných únikov je valcová vertikálna nádoba.

V hornej časti nádrže je prielez. Nádrž má priamy hladinomer a hydrouzáver. Je vyrobená z materiálu triedy 17.

Nádrž - hydrouzáver

Nádrž - hydrouzáver slúži k zdrenážovaniu trasy odvodu plynnej zmesi z chladiča organizovaných únikov a trasy prevetrávania medzi nádržou organizovaných únikov a chladičom organizovaných únikov.

Nádrž - hydrouzáver je valcová vertikálna nádoba.

Prepad je zavedený do špeciálnej kanalizácie. Je vyrobená z materiálu triedy 17.

Čerpadlá nádrže organizovaných únikov

Čerpadlá nádrže organizovaných únikov slúžia k doprave organizovaných únikov z nádrže organizovaných únikov do:

- dopĺňovanie I.O., podľa režimu buď do odplyňovača dopĺňovania alebo na sanie DČ
- systému čistiacej stanice drenážnych vôd I.O.

Čerpadlo nádrže organizovaných únikov je horizontálne, jednostupňové, odstredivé. Čerpadlo nádrže organizovaných únikov je horizontálne, jednostupňové, odstredivé, Čerpadlá majú dvojité mechanickú upchávku s tlakovým hradením pomocou termosifónu. Tlak v termosifóne je vytvorený dusíkom. Dusík je dopĺňovaný z prenosných tlakových fliaš.

6.2.4.9.2 Technické hodnotenie systému.

6.2.4.9.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systému.

Všetky zariadenia systému organizovaných únikov pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku, sú zaradené medzi vybrané zariadenia v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10].

Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému organizovaných únikov je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v prehľade preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém organizovaných únikov a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34. Systém je prevádzkovaný počas normálnej prevádzky a v abnormálnych stavoch bloku.

Splnenie požiadaviek plánu kvality je dokladované v STD pre príslušné zariadenie.

6.2.4.9.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.

Systém organizovaných únikov a jeho podporné systémy sú seizmicky odolné, to znamená že sú funkčné počas a po odznení seizmickej udalosti. Kategória seizmickej odolnosti jednotlivých zariadení je uvedená v údajových listoch zariadení tzv. data sheet.

Systém je projektovaný ako seizmicky odolný. Seizmická odolnosť systému d organizovaných únikov je dokladovaná výpočtami prípadne seizmickými skúškami v zmysle.

Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení organizovaných únikov je uvedený v - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

Potrubné trasy.

Potrubné trasy systému organizovaných únikov sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom. Analýzy ukázali, že systém spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA,

NB, NC, ND. Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch.

Zariadenia.

Zariadenia sú dokladované kontrolným pevnostným a seizmickým výpočtom, ktorý spĺňa kritéria podľa ASME CODE SECTION III. SUBSECTION NA, NB, NC, ND. Zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri prevádzkových stavoch systému.

6.2.4.9.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.

S prevádzkou hodnoteného systému nie je uvažované pri projektových haváriách a vybraných nadprojektových haváriách uvedených v kapitole PpBS 07.02.01 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií nakoľko sa jedná o prevádzkový systém.

6.2.4.9.2.3.1 Kritérium jednoduchej poruchy.

Pre systém organizovaných únikov je požiadavka na plnenie kritéria jednoduchej poruchy popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- systém NT dusík a VT vzduch kapitola 06.07.02.01 Systém stlačeného vzduchu a dusíku
- systém spaľovania vodíka kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí
- systém ŠOV-2 Kapitola 06.07.02.07 Systém čistenia drenážnych vôd a organizovaných únikov
- systémy doplňovanie a odpúšťanie I.O. Kapitola 06.07.02.02 Systém dopĺňania a odpúšťania chladiva z primárneho okruhu
- systém čistenia oédpadných vôd Kapitola 06.07.02.08 Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží
- špeciálna kanalizácia Kapitola 06.07.02.04 Špeciálna kanalizácia
- systémy - odbery vzoriek. Kapitola 06.07.02.03 Systém odberu aktívnych vzoriek

6.2.4.9.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou.

Pre systém organizovaných únikov je požiadavka na plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou popísaná v nasledovných kap. PpBS:

- systém NT dusík a VT vzduch kapitola 06.07.02.01 Systém stlačeného vzduchu a dusíku
- systém spaľovania vodíka kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí
- systém ŠOV-2 Kapitola 06.07.02.07 Systém čistenia drenážnych vôd a organizovaných
- systémy - doplňovanie a odpúšťanie I.O. Kapitola 06.07.02.02 Systém dopĺňania a odpúšťania chladiva z primárneho okruhu
- systém Systém čistenia odpadových vôd a vôd Kapitola 06.07.02.08 Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží
- špeciálna kanalizácia Kapitola 06.07.02.04 Špeciálna kanalizácia
- systémy - odbery vzoriek. Kapitola 06.07.02.03 Systém odberu aktívnych vzoriek

6.2.4.9.2.4 Analýza spoľahlivosti.

Zariadenia systému organizovaných únikov sú podľa Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z [II.10] zaradené do bezpečnostných tried - potrubie a zariadenia do BT1 a BT3c plnia bezpečnostnú funkciu vid' kap. 6.2.4.9.1.2.1. Zatriedenie do jednotlivých kategórií je uvedené v údajových listoch a v zozname potrubných trás.

- zariadenia systému seizmicky odolné, funkčné počas a po seizmickej udalosti, trieda seizmickej odolnosti je 1a. - vid' kap. 6.2.4.9.1.2.2
- zariadenia systému sú uvedené v zozname vybraných zariadení a v seizmických schémach
- potrubia a zariadenia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti.
- Spoľahlivosť systému organizovaných únikov nie je v rámci PSA samostatne hodnotená, ale táto nemá vplyv na bezpečnostný cieľ podľa. Výsledky uvedené v PpBS kap. 07.03 - „Pravdepodobnostné analýzy“ demonštrujú splnenie toho cieľa s dostatočnou rezervou.

6.2.4.9.2.5 Preukázanie kvalifikácie systému.

Kvalifikačné požiadavky na environmentálne prostredie počas normálnej prevádzky ako aj abnormálnej prevádzky pre systém organizovaných únikov sú definované v dokumente.

Splnenie kvalifikačných požiadaviek je uvedené v súhrnných kvalifikačných správach a v preukaznej dokumentácii pre jednotlivé zariadenia v závislosti ich umiestnenia.

Uvedená kvalifikačná dokumentácia je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení pre systém organizovaných únikov a sú uvedené v dokumente - Databázový systém riadenia kvalifikačnej dokumentácie JE MO34.

6.2.4.9.3 Bezpečnostné hodnotenie.

Systém organizovaných únikov I.O. môže významne ovplyvniť bezpečnosť bloku. Preto systém organizovaných únikov I.O. musí spĺňať požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.10], príloha č. 3, (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. **430/2011** [II.2] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] je uvedené na konci tejto kapitoly).

A. Primárny okruh, tlaková nádoba a aktívna zóna jadrového reaktora

(1) Tlaková nádoba jadrového reaktora, primárny okruh a jeho pomocné systémy, riadiace systémy a bezpečnostné systémy sa musia projektovať tak, aby

a) počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou

rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

b) nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

c) materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

d) boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

- obmedziť vypustenie alebo únik rádioaktívneho odpadu a rádioaktívnych materiálov prenášaných vzduchom pod predpísané limity vo všetkých prevádzkových stavoch

Hodnotenie: *Kontrola prieniku rádioaktivity do neaktívnych médií je priebežne zabezpečovaná systémom radiačnej kontroly a odberom vzoriek v dôležitých miestach.*

Systém organizovaných únikov pracuje prevažne s médiom, ktoré je zdrojom ionizujúceho žiarenia, preto technologický proces je navrhnutý tak, aby bolo nebezpečie úniku, ohrozenia personálu a životného prostredia znížené na minimum. Na zariadenia sú kladené vysoké požiadavky z hľadiska bezpečnosti, akosti výroby, montáže, komplexného vyskúšania a prevádzkových kontrol.

Materiály - použité materiály vyhovujú prevádzke systému v stanovených chemických režimoch.

- zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému organizovaných únikov.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Systém organizovaných únikov vyhovuje podmienkam a je projektovaný tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie zariadení systému organizovaných únikov zaručuje prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia.

- počas stavu normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri projektových haváriách bola s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť ich častí a zariadení,

Hodnotenie Splnenie požiadaviek na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť je dokladovaná v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii ktorá je súčasťou - prehľadu preukaznej a kvalifikačnej dokumentácie zariadení systému organizovaných únikov. Pre všetky zariadenia, ktoré tvoria zariadenia systému organizovaných únikov je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňa požiadavky definované v príslušnom pláne kvality viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Konštrukčné hodnotenie systému organizovaných únikov zabezpečuje jeho prevádzkyschopnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkových a seizmických zaťažení až do hodnoty projektového zemetrasenia (vrátane).

- nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva,

Hodnotenie: Pre výpočet a overenie požadovaných parametrov pre všetky prevádzkové režimy boli v rámci projektu MO34 vypracované dokumenty, ktoré dokladujú funkčnosť, pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť systému organizovaných únikov.

Potrubia systému vyhovujú kritériám pevnosti, životnosti a seizmickej odolnosti pri všetkých prevádzkových stavoch systému.

Kontrola prieniku rádioaktivity do neaktívnych médií je priebežne zabezpečovaná systémom radiačnej kontroly a odberom vzoriek v dôležitých miestach

- materiály použité na ich výrobu sa vyberali tak, aby sa čo najmenej aktivovali počas normálnej prevádzky,

Hodnotenie: Riadený obsah nekovových nečistôt (oxidov, silikónov, Carbon-nitridy titánu a sulfidy) a rozmery zrna, ktorý musí byť stredný rozmer a nie vyšší ako 0.111 mm. Uvedené zaručuje vysokú hutnícku čistotu s

vysokým podielom zŕn povrchu k objemu a tak výhodnú distribúciu hustoty nekovových nečistôt, predo všetkým nízky obsah kobaltu, ktorý v oceli môže spôsobiť vysokú radiačnú záťaž.

- boli dostatočne odolné proti vzniku a rozvoju porúch.

Hodnotenie: Zariadenia systému organizovaných únikov sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového bloku. Materiály zaručujú prevádzkyschopnosť, pevnosť a odolnosť proti vzniku a rozvoju trhlin v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Materiál z hľadiska kvality preverovaný podľa Programu vstupných kontrol základných materiálov a polotovarov a Programu vstupných kontrol zvracích materiálov. Tieto „Programy“, v prípade vzniku pochybností o akosti dodaných materiálov, stanovili povinnosť urobenia kontrolných skúšok, overujúcich, či kvalita vyhovuje požiadavkám technických podmienok, noriem a iných dokumentov, podľa ktorých bol dodaný. Základný materiál 08CH18N10T Chemické zloženie je zvolené tak, aby ocel mala vysoké mechanické hodnoty za tepla a bola zaručená odolnosť proti medzikryštalickej korózii (preto je stabilizovaná titanom). Z hľadiska zvariteľnosti je obsah prímiesí (síra, fosfor) zaručený na nízkej hodnote. Obsah feritu v tavbovej vzorke musí byť nenulový, najviac však 8 %. Odolnosť proti medzikryštalickej korózii je skúšaná na vzorkách. Obsah feritu kontrolovaný magnetometrickým feritometrom. Kontrolovaný obsah nekovových prímiesí (kyslíčniky, kremičitany, karbonitridy titanu a nitridy, sírniky) a veľkosť zrna, ktorého stredná veľkosť nesmie byť väčšia ako 0,111 mm. Tým je zaručená vysoká metalurgická čistota ocele s vysokým pomerom povrchu zŕn k ich objemu a tým výhodným rozložením a hustotou nekovových prímiesí a predovšetkým nízky obsah kobaltu, ktorého obsah v oceliach môže spôsobovať veľké radiačné zaťaženie. Použité materiály sú osvedčené v referenčných JZ MO1,2 a EBO

Záverom možno konštatovať, že systém organizovaných únikov spĺňa všetky požiadavky definované pre bezpečnostné systémy vo Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 [II.10] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.2]

6.2.5 Záver

Komponenty primárneho okruhu sú projektované tak, že je zaistený vysoký stupeň jeho integrity počas prevádzky. Konštrukčné hodnotenie komponentov I.O. zaručuje ich prevádzkyschopnosť a pevnosť v podmienkach súčasného pôsobenia prevádzkového a seizmického zaťaženia. Neprípustné zmeny pracovných parametrov primárneho okruhu sú eliminované systémom kompenzácie objemu, systémom ochrany reaktora, systémom poistných ventilov kompenzátora objemu a nadväzujúcimi bezpečnostnými systémami. Komponenty primárneho okruhu sú vyrobené z materiálov, pre ktoré je garantovaná požadovaná radiačná odolnosť a pevnosť počas celej doby prevádzky jadrového zariadenia.

Sprievodná technická dokumentácia každého systému, konštrukcie a komponentu primárneho okruhu obsahuje kontrolný pevnostný výpočet, podľa požiadaviek platných predpisov a normatívnych dokumentoch. V pevnostných výpočtoch je dokladované, že počas normálnej prevádzky, pri abnormálnej prevádzke a pri v projekte uvažovaných haváriách bude s dostatočnou rezervou zabezpečená požadovaná pevnosť, životnosť a funkčná spoľahlivosť komponentov primárneho okruhu a zachovaná ich integrita tak, aby nedochádzalo k neprípustným únikom chladiva.

V tejto kapitole PpBS je uvedené a preukázané, že komponenty primárneho okruhu MO34 vrátane všetkých zmien vyplývajúcich z revízií a dopracovania úvodného projektu zohľadňuje požiadavky na funkčnosť, požiadavky priemyselných štandardov, noriem a požiadaviek dozorného orgánu. V kapitole sú uvedené dôkazy, preukazujúce správnosť projektových vlastností a správania sa komponentov primárneho okruhu, ktoré slúžia na zaistenie splnenia bezpečnostných požiadaviek.

LITERATÚRA**I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.****II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, apod.)**

- [II.1] ZÁKON Č. 541 / 2004 Z. Z. O MIEROVOM VYUŽÍVANÍ JADROVEJ ENERGIE (ATÓMOVÝ ZÁKON)
- [II.2] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 430/2011 Z. Z, KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ZARIADENÍ PRI ICH UMIESTŇOVANÍ, PROJEKTOVANÍ, VÝSTAVBE, UVÁDZANÍ DO PREVÁDZKY, PREVÁDZKE, VYRAĐOVANÍ A PRI UZATVORENÍ ÚLOŽISKA, AKO AJ KRITÉRIÁ PRE KATEGORIZÁCIU VYBRANÝCH ZARIADENÍ DO BEZPEČNOSTNÝCH TRIED
- [II.3] VYHLÁŠKA Č. 31/2012 Z. Z, KTOROU SA MENÍ A DOPŔŇA VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 58/2006 Z.Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O ROZSAHU, OBSAHU A SPÔSOBE VYHOTOVOVANIA DOKUMENTÁCIE JADROVÝCH ZARIADENÍ POTREBNEJ K JEDNOTLIVÝM ROZHODNUTIAM
- [II.4] BNS I.1.2/2008 ROZSAH A OBSAH BEZPEČNOSTNEJ SPRÁVY, ISBN 978-80-88806-73-8, ÚJD SR, BRATISLAVA, 11/200
- [II.5] FORMAT AND CONTENT OF THE SAFETY ANALYSIS REPORT FOR NUCLEAR POWER PLANTS, IAEA SAFETY STANDARDS SERIES NO. GS-G-4.1, VIENNA, 5/2004
- [II.6] IAEA POŽIADAVKY NA BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ – PROJEKTOVANIE, SÉRIA BEZPEČNOSTNÝCH NORIEM Č. NS-R-1
- [II.7] VYHLÁŠKA MINISTERSTVA PRÁCE, SOCIÁLNYCH VECÍ A RODINY SLOVENSKEJ REPUBLIKY Č. 508/2009 Z. Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI NA ZAISTENIE BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVIA PRI PRÁCI S TECHNICKÝMI ZARIADENIAMÍ TLAKOVÝMI, ZDVÍHAČIMI, ELEKTRICKÝMI A PLYNOVÝMI A KTOROU SA USTANOVUJÚ TECHNICKÉ ZARIADENIA, KTORÉ SA POVAŽUJÚ ZA VYHRADENÉ TECHNICKÉ ZARIADENIA V ZNENÍ VYHLÁŠKY Č. 435/2012 Z. Z.
- [II.8] VYHLÁŠKA Č. 31/2012 Z. Z, KTOROU SA MENÍ A DOPŔŇA VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 58/2006 Z.Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O ROZSAHU, OBSAHU A SPÔSOBE VYHOTOVOVANIA DOKUMENTÁCIE JADROVÝCH ZARIADENÍ POTREBNEJ K JEDNOTLIVÝM ROZHODNUTIAM
- [II.9] BNS I.1.2/2014 ROZSAH A OBSAH BEZPEČNOSTNEJ SPRÁVY, ÚJD SR, BRATISLAVA, 01/2014
- [II.10] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 50/2006 Z. Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ZARIADENÍ PRI ICH UMIESTŇOVANÍ, PROJEKTOVANÍ, VÝSTAVBE, UVÁDZANÍ DO PREVÁDZKY, PREVÁDZKE, VYRAĐOVANÍ A PRI UZATVORENÍ ÚLOŽISKA, AKO AJ KRITÉRIÁ PRE KATEGORIZÁCIU VYBRANÝCH ZARIADENÍ DO BEZPEČNOSTNÝCH TRIED
- [II.11] VYHLÁŠKA ÚJD SR Č. 56/2006 Z. Z., KTOROU SA USTANOVUJÚ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA DOKUMENTÁCIU SYSTÉMU KVALITY DRŽITEĽA POVOLENIA, AKO AJ PODROBNOSTI O POŽIADAVKÁCH NA KVALITU JADROVÝCH ZARIADENÍ, PODROBNOSTI

O POŽIADAVKÁCH NA KVALITU VYBRANÝCH ZARIADENÍ A PODROBNOSTI O ROZSAHU
ICH SCHVAĽOVANIA

[II.12] ROZHODNUTIE ÚJD SR Č. 63/2015: SCHVÁLENIE KATEGORIZÁCIE VYBRANÝCH
ZARIADENÍ DO BEZPEČNOSTNÝCH TRIED PODĽA DOKUMENTOV PNM34361188 A
PNM34361189

[II.13] ROZHODNUTIE Č. 267/2008 ÚJD SR

[II.14] Požadavky na sestavení bezpečnostních zpráv a jejich dodatků, Detekční systémy úniku z
tlakovodního chladicího okruhu jaderného reaktoru, ČSKAE 1/1991

III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s.

ZOZNAM TABULIEK

ZOZNAM OBRÁZKOV