

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 06.04.04 Systémy na odvod,
odstraňovanie a riadenie koncentrácie
rádioaktívnych látok

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		
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	III	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: 09		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: PNM34361043			A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 6 1 0 4 3 0 9 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	77				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436104309_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 23.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0520	• 23.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 23.07.2019	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 25.07.2019	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 25.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 25.07.2019	•	

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 06.04.04 Systémy na odvod, odstraňovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok	• PNM3436104309_S_C00_V	• 09
2.	• časť 1	• PNM3436104309_S_C01_V	• 09
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	6
6.4.4 SYSTÉMY NA ODSTRÁNANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL	8
6.4.4.1 ODSTRÁNANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL VZT SYSTÉMAMI	10
6.4.4.1.1 Opis VZT systémov	10
6.4.4.1.1.1 Účel VZT systémov	10
6.4.4.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti VZT systémov v HVB a BAPP	11
6.4.4.1.1.3 Činnosť obsluhy	17
6.4.4.1.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov	17
6.4.4.1.1.5 Detailné prvky projektu	21
6.4.4.1.2 Technické hodnotenie systémov	24
6.4.4.1.2.1 Projektové požiadavky na riešenie vzduchotechnických systémov	24
6.4.4.1.2.2 Konceptia projektového riešenia vzduchotechnických systémov	25
6.4.4.1.2.3 Projektové požiadavky na parametre VZT systémov	28
6.4.4.1.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií	28
6.4.4.1.2.5 Hodnotenie projektového riešenia	29
6.4.4.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie VZT systémov HVB a BaPP	42
6.4.4.1.3.1 Kritériá pre systémy a ich plnenie	42
6.4.4.1.3.2 Bezpečnostné aspekty projektového riešenia	47
6.4.4.1.3.3 Radiačná ochrana	48
6.4.4.1.4 Celkové hodnotenie projektu VZT systémov na odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL	50
6.4.4.2 ODSTRÁNANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL V ČISTIACEJ STANICI TECHNOLOGICKÝCH ODVZDUŠNENÍ	51
6.4.4.2.1 Opis systému	51
6.4.4.2.1.1 Účel systému	51
6.4.4.2.2 Technické hodnotenie systému	53
6.4.4.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	54
6.4.4.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť	54
6.4.4.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému	54
6.4.4.2.2.4 Zhodnotenie spoľahlivosti	54
6.4.4.2.2.5 Preukázanie kvalifikácia systému	55
6.4.4.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie systému	55
6.4.4.3 ODSTRÁNANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL SYSTÉMAMI LOKALIZÁCIE ÚNIKOV RÁDIOAKTÍVNYCH LÁTOK	56
6.4.4.3.1 Opis systémov	56
6.4.4.3.1.1 Účel systémov	56
6.4.4.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systémov	56
6.4.4.3.1.3 Činnosť obsluhy	57
6.4.4.3.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov	57
6.4.4.3.1.5 Detailné prvky projektu	57

6.4.4.3.2 Technické hodnotenie systémov.....	57
6.4.4.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia	57
6.4.4.3.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	57
6.4.4.3.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systémov	57
6.4.4.3.3 Bezpečnostné zhodnotenie systémov	58
6.4.4.4 ODSTRÁŇOVANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL SYSTÉMOM ČISTIACEJ STANICE	
ODVETRÁVANIA NÁDRŽÍ „ŠOV“ A NÁDRŽÍ KVAPALNÝCH RAO	60
6.4.4.4.1 Opis systémov.....	60
6.4.4.4.1.1 Účel systémov.....	60
6.4.4.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systémov.....	60
6.4.4.4.1.3 Činnosť obsluhy	64
6.4.4.4.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov.....	64
6.4.4.4.1.5 Detailné prvky projektu.....	66
6.4.4.4.2 Technické hodnotenie systémov.....	67
6.4.4.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systémov.....	68
6.4.4.4.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť.....	68
6.4.4.4.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému.....	68
6.4.4.4.3 Bezpečnostné zhodnotenie systémov	70
LITERATÚRA.....	73
ZOZNAM TABULIEK.....	77

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

ALARA	v najnižšej rozumne dosiahnuteľnej miere (As low as reasonable achievable)
APU	automatický plynotesný uzáver
AZ	aktívna zóna
BAPP	budova aktívnych pomocných prevádzok
BD	bloková dozorňa
BF	bezpečnostná funkcia
BT	bezpečnostná trieda
ČS	čistiaca stanica
ČTON	čistenie technologických odvodušnení nádrží
DGS	dízel generátorová stanica
DPS	„dielčí“ prevádzkový súbor
EBO V-2	Elektrárň Bohunice, 3. a 4. blok
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EMO12	Elektrárň Mochovce, 1. a 2. blok
EN	európska norma
ESFAS	systém aktivácie technických prostriedkov pre zabezpečenie bezpečnosti („Engineered Safety Features Actuation System”)
ETE	jadrová elektrárň Temelín, Česká republika
FPDS	Systém detekcie a ochrany pred požiarmi
HCC	hlavné cirkulačné čerpadlo
HEPA	vysoko účinný aerosólový filter (High Efficiency Penetration Air)
HP	hermetické priestory
HSCHZ	havarijný systém chladenia zóny
HVB	hlavný výrobný blok
HZ	hermetická zóna
JB	Jadrová bezpečnosť
JE	jadrová elektrárň
KID	pretlaková klapka (klapan izbytočnogo davlenija)
KP	kontrolované pásmo
KRAO	kvapalné rádioaktívne odpady
LaP	limity a podmienky
LOCA	havária so stratou chladiva (loss of coolant accident)
MO34	JE Mochovce, 3. a 4. blok
MS	lokálny panel riadenia
ND	núdzová dozorňa
NT	nízkeho tlaku
PBS	predbežná bezpečnostná správa
PD	príkon dávky
PE	Polyetylén
PED	príkon ekvivalentnej dávky
PG	parogenerátor
PLKVZ	Plán kvality vybraného zariadenia
PP	prevádzkový predpis
PpBS	predprevádzková bezpečnostná správa

RAL	rádioaktívne látky
RAO	rádioaktívne odpady
RaS	Radiačná situácia
RB	radiačná bezpečnosť
RCHL	rádiochemické laboratórium
RK	radiačná kontrola
RV	relatívna vlhkosť
RVP	rádioaktívne vzácne plyny
SD	spoločná dozorná ¹
SK	seizmická kategória (seizmická kategorizácia)
SKR	systém kontroly a riadenia
SRK	systém radiačnej kontroly
STD	Sprievodná technická dokumentácia
SZN	systém zaisteného napájania
ŠK	Špeciálna kanalizácia
ŠOV	„špeciálna očistka vôd“
TID	Celková dávka (angl. total integrated dose)
TRB	Technik radiačnej bezpečnosti
TVD	technická voda dôležitá
TVN	technická voda nedôležitá
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
VBS	vákuovobarbotážny systém
VK	ventilačný komín
VP	vykonávací projekt
VTZ	vzduchotechnické zariadenie
VUJE, a.s.	Výskumný ústav jadrových elektrární
VZ	Vybrané zariadenie
VZT	vzduchotechnický
ŽP	životné prostredie

¹ SD - spoločná dozorna zahrňuje vo vykonávacom projekte aj riadiace pracovisko vzduchotechniky HVB.

6.4.4 SYSTÉMY NA ODSTRAŇOVANIE A RIADENIE KONCENTRÁCIE RAL

Kapitola 6.4.4 PpBS je vypracovaná v súlade s bezpečnostným návodom ÚJD SR BNS I.1.2/2008 [II.1], pričom bolo prihladené k novému platnému návodu BNS I.1.2/2014 [II.26] (v primeranom rozsahu).

Pri vypracovaní predmetnej kapitoly PpBS boli súčasne zohľadnené aj pripomienky k PBS uvedené v rozhodnutí ÚJD SR č. 267/2008 [II.20].

Systémy na odstraňovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok, uvádzané v tejto kapitole PpBS, sa týkajú spracovania rádioaktívnych látok v plynnej forme (zaobchádzanie s plynými odpadmi resp. s plynými výpusťami). Vztahujú sa na všetky systémy JE, u ktorých je možnosť vypúšťania rádioaktívnych látok v plynnom stave do okolitého prostredia.

Vzhľadom na svoju funkciu patria do tejto kategórie aj systémy lokalizácie únikov, hoci cez ne nedochádza k priamej kontaminácii životného prostredia.

Pod pojmom plyné odpady sú zahrnuté všetky formy rádioaktívnych látok, ktoré môžu byť obsiahnuté vo vzduchu, resp. vzdušnine odsávanej z technologických priestorov alebo zariadení JE.

Plyné odpady sú tvorené hlavne:

- rádionuklidmi vzácnych plynov,
- trícium,
- rádioaktívnymi aerosólmi,
- rádionuklidmi jódu a ostatných halogénov,
- rádionuklidom ^{14}C .

Zdroje plyných rádioaktívnych odpadov možno podľa ich pôvodu rozdeliť do nasledujúcich základných skupín:

- úniky zo zariadení primárneho okruhu a z ostatných technologických systémov, ktoré obsahujú rádioaktívne materiály,
- veľkoobjemové nádrže kvapalných RAO,
- systém odplyňovania chladiva primárneho okruhu.

Vzhľadom na charakter takýchto odpadov nie je možná ich koncentrácia alebo trvalá izolácia. Jediným spôsobom ich likvidácie je vypúšťanie do atmosféry, po procese spracovania vo vzduchotechnických systémoch JE. Proces spracovania plyných RAO znamená:

- čistenie filtráciou odsávanej vzdušiny z jednotlivých priestorov,
- kondenzácia vlhkosti (obsiahnutej vo vzduchu) a odvod kondenzátu s RAL do špeciálnej kanalizácie,
- riedenie - miešanie výstupných prúdov vzduchu z ventilačných systémov a systémov spracovania plyných odpadov vo ventilačnom komíne,
- rozptyl rádioaktívnych látok na výstupe z ventilačného komína.

Jedná sa predovšetkým o:

- systémy odstraňovania štiepných produktov (bezpečnostné vzduchotechnické systémy),
- oneskorovacie systémy v čistiacej stanici technologického odvodu vzduchu,
- systémy lokalizácie rádioaktívnych látok - pre havarijné stavy (sprchový a vákuobarbotážny systém),

- systémy odvetrávania nádrží kvapalných RAO.

Hodnotenie dotknutých systémov MO34 určených na odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL je rozdelené do nasledujúcich podkapitol:

- kap. 6.4.4.1 - odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL vzduchotechnickými systémami
- kap. 6.4.4.2 - odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL v čistiacej stanici technologických odvodušení
- kap. 6.4.4.3 - odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL systémami lokalizácie únikov RAL
- kap. 6.4.4.4 - odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL systémom čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO.

Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi je hodnotené v kap. 14 tejto PpBS - vid' [I.1].

Nakladanie s pevnými a kvapalnými RAO je hodnotené v kap. 6.11 PpBS - vid' [I.13]. Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží nečistého kondenzátu „ŠOV-3“ je hodnotený v kap. 6.7.2.8 PpBS [I.14].

6.4.4.1 Odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL VZT systémami

6.4.4.1.1 Opis VZT systémov

Vzduchotechnické systémy, učené k odstraňovaniu a riadeniu koncentrácie RAL v HVB a BAPP, eliminujú dôsledky únikov z technologických okruhov s médiami, kontaminovanými RAL.

V tejto kapitole PpBS je uvedený popis zostavy, funkcie, prevádzkových režimov a hodnotenie VZT systémov, ktoré odstraňujú dôsledky únikov RAL v:

- priestoroch HZ (KLA),
- priestoroch vzduchotesnej zóny (KLC, KLD),
- priestoroch BD a ND (SAF),
- priestoroch BAPP (KLE).

6.4.4.1.1.1 Účel VZT systémov

Vzduchotechnické systémy zabezpečujú vytvorenie vhodného pracovného prostredia pre správnu činnosť technologického zariadenia a obsluhujúci personál. Súčasne napomáhajú zamedzovať úniku štiepných produktov do ostatných prevádzkových priestorov a minimalizovať únik plyných výpustí do životného prostredia. Preto systémy, ktoré zabezpečujú odvod vzduchu z priestorov s možným výskytom rádioaktívnych látok sú navrhnuté tak, aby vzduch prúdil vždy v smere zväčšujúcej sa aktivity a aby pred vypustením do atmosféry bol filtrovaný na vhodných filtroch.

Za normálnej i abnormálnej prevádzky musia VZT systémy na základe svojho určenia zabezpečiť nasledovné funkcie:

- zabrániť rozptylu a nekontrolovanému úniku rádioaktívnych látok a aerosólov do prístupných priestorov a znížiť objemové aktivity pod stanovené hodnoty,
- znížiť objemové aktivity rádioaktívnych látok v jednotlivých priestoroch JE v súlade s požiadavkami na ich prístupnosť,
- udržať predpísané podmienky pre pracovné prostredie,
- udržať úniky rádioaktívnych látok do okolia pod stanovenými limitami [II.5].
- udržiavanie podtlaku medzi hermetickými a priľahlými priestormi a regulácia tlakového rozdielu medzi neprístupnými priestormi (alebo s pravidelnou údržbou) v priebehu normálnej prevádzky a obsluhovanými priestormi,
- chladenie dôležitých technologických zariadení, resp. stavebných celkov (šachty reaktoru, priechodiek, boxu parogenerátorov...),
- filtráciu vzduchu, odvádzaného z reaktorovne a BAPP do VK,
- chladenie elektrických a radiacích systémov, ktoré nie sú zaradené do kategórie bezpečnostných systémov.

V havrijných podmienkach a v podmienkach rozšíreného projektu musia VZT systémy zabezpečiť:

- prívod filtrovaného vzduchu do obslužných častí BD a ND za účelom vytvorenia mierneho pretlaku a zabrániť tak vniknutiu RA látok obsiahnutých vo vzduchu do týchto priestorov.

6.4.4.1.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti VZT systémov v HVB a BAPP

Vzduchotechnické systémy podieľajúce sa na odstraňovaní a riadení koncentrácie RAL možno rozdeliť do troch základných skupín podľa priestorov ktoré ventilujú:

- VZT systémy pre hermetickú zónu,
- VZT systémy pre vzduchotesnú zónu,
- VZT systémy priestorov BD a ND a
- VZT systémy budovy pomocných prevádzok (BAPP).

Podrobný popis konštrukcie a hodnotenie sú uvedené v kap. 6.7.3 tejto PpBS [I.8]. Podľa funkcie sa VZT systémy delia na:

- cirkulačné (filtračné a chladiace),
- odsávacie,
- prírodné.

6.4.4.1.1.2.1 Vzduchotechnické systémy HZ

VZT systémy udržiavajú za normálnej prevádzky podtlak v hermetickej zóne (oproti ostatným priestorom o cca 200 Pa) a zabezpečujú odvod tepla vznikajúceho pri práci technologických zariadení hermetickej zóny a vytvárajú vhodné pracovné podmienky pre personál vykonávajúci potrebné činnosti pri odstavenom reaktore a pri niektorých havarijných a pohavarijných stavoch.

Cirkulačné vzduchotechnické systémy HZ

Pre HZ reaktorovni MO34 sú použité dva druhy cirkulačných vzduchotechnických systémov: chladiace a filtračné. S tým súvisí aj bezpečnostná funkcia, ktorú musia tieto systémy zabezpečiť:

- udržanie podmienok prostredia v priestoroch HZ - potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a
- udržanie aktivity v ovzduší HZ pod stanovenú úroveň.

cirkulačný systém chladenia boxu PG

Systém zabezpečuje odvod tepla a pary uvoľnených do ovzdušia technologickými zariadeniami v boxoch parogenerátorov a z ostatných priestorov hermetickej zóny². Časť potrubia je používaná pre „rušič vákua“.

cirkulačný systém chladenia šachty reaktora a SORR

Systém zabezpečuje chladenie šachty reaktora a systému riadenia a ochrany reaktora. V cirkulovanom vzduchu sú zo šachty reaktora unášané aj RAL - produkty neutrónovej aktívácie vzduchu [I.11]. Časť potrubného systému je používaná pre prívod vody z barbotážnych veží do šachty reaktora.

cirkulačný systém pre filtráciu vzduchu v boxe PG a na palube elektromotorov HCČ

Cirkulačný systém zabezpečuje filtráciu vzduchu odsávaného z hermetických priestorov.

² Týka sa rovnakých miestností na oboch blokoch

cirkulačný systém chladenia paluby HCČ

Cirkulačný systém zabezpečuje odvod tepla z paluby HCČ.

cirkulačný systém odvodu tepla z miestností elektromotorov VZT systémov

Systém zabezpečuje odvod tepla z miestností elektromotorov VZT systémov.

Odsávacie vzduchotechnické systémy HZ

Odsávacie VZT systémy HZ patria do. Odsávacie VZT systémy HZ spolu s ich filtračnými zostavami tvoria súčasť 4. bariéry (kontajmentu) proti šíreniu rádioaktívnych látok do ŽP. Ich prevádzkou je zabezpečené, že úniky RAL do ŽP budú trvale pod stanovenými limitmi. V priebehu prevádzky odsávacích systémov má preto účinnosť filtrácie filtračných zostáv priamy vplyv na potenciálne úniky do ŽP.

odsávací systém pre udržanie podtlaku v hermetickej zóne

Odsávací ventilačný systém zabezpečuje v hermetických priestoroch:

- podtlak 200 Pa oproti okolitým priestorom,
- prúdenie vzduchu z priestorov s nižšou rádioaktivitou do priestorov s vyššou rádioaktivitou, t.j. prúdenie vzduchu je v smere potenciálne sa zväčšujúcej aktivity,
- výmenu a filtráciu odsávaného vzduchu.

Poznámka:

- potrubná časť systému je používaná na testovanie tesnosti hermetickej zóny a pre periodické testovanie HZ

odsávací systém zabezpečujúci vetranie v hermetickej zóne (v dobe odstaveného reaktoru)

Vzduchotechnický systém zabezpečuje vetranie hermetických priestorov počas odstavenia reaktora, pri výmene paliva a pri opravách zariadení (opravárenská vzduchotechnika). Okrem toho je určený aj na prevádzku v pohavarijných stavoch.

Prírodné vzduchotechnické systémy HZ

Filtráciou v prírodných VZT systémoch sa vzduch zbavuje prirodzených aerosólov a prachových častíc. Odlúčenie prachových častíc znižuje pravdepodobnosť, že sa v HZ na prachové častice naviažu RAL.

prírodný systém zabezpečujúci dodávku čerstvého vzduchu do miestností v HZ

Prírodný vzduchotechnický systém zabezpečuje prívod vzduchu do hermetickej zóny.

prírodný systém zabezpečujúci dodávku čerstvého vzduchu do miestností v HZ v období odstávok blokov

Systém zabezpečuje prívod vzduchu do hermetickej zóny v období odstávok blokov.

6.4.4.1.1.2.2 Vzduchotechnické systémy vzduchotesnej zóny

Tieto VZT systémy udržiavajú v jednotlivých priestoroch vzduchotesnej zóny (priestory, do ktorých sa nemôže rozšíriť parovzdušná zmes pri žiadnej projektovej havárii, vrátane LBLOCA) teplotu v rozsahu 25 ÷ 60 °C a podtlak 30 ÷ 50 Pa.

Cirkulačné systémy vzduchotesnej zónyCirkulačný systém chladenia HSCHZVzduchová clona nad bazénom

Týmto systémom sa vytvára vzduchová clona nad hladinou bazénu dlhodobého skladu. Vzduchová clona bráni uvoľňovaniu RAL do reaktorovej sály.

Odsávacie systémy vzduchotesnej zónyodvod vzduchu z reaktorovej sály

Odsávací systém zabezpečuje odvod vzduchu z reaktorovej sály a z príľahlých miestností (čiastočne je odsávaný vzduch aj z bazénu skladovania vyhoreného paliva v dôsledku podtlaku, ktorý je vytváraný v reaktorovej sále).

odsávací systém vzduchu z reaktorovne

VZT systém zabezpečuje odsávanie vzduchu z miestností vzduchotesnej zóny reaktorovne pre oba reaktorové bloky, čím vytvára usmernené prúdenie vzduchu.

odsávací systém vzduchu z reaktorovne

Odsávací systém zabezpečuje odvod vzduchu z centrálnych častí budovy reaktorovne bez filtrácie - iba v priebehu normálnej prevádzky reaktorového bloku.

odsávací systém vzduchu zo strojovne odvodnej vzduchotechniky

Systém odvádza vzduch z reaktorovej sály a odvodnej strojovne vzduchotechniky v budove reaktora.

odsávací systém vzduchu z laboratórnych digestorov a odberových boxov

Systém odsáva vzduch z laboratórnych digestorov a odberových boxov.

odsávací systém vzduchu z aktívnych dielní

Systém odvádza vzduch z priestorov aktívnych dielní.

Prívodné systémy vzduchotesnej zóny

Prívodné VZT systémy privádzajú vzduch do priestorov vzduchotesnej zóny a spolu s odsávacími systémami zabezpečujú v týchto priestoroch požadovaný podtlak. To znamená, že vytvárajú definovaný smer prúdenia vzduchu a tým sa zamedzuje nekontrolovanému šíreniu RAL do pracovného prostredia. Privádzaný vzduch je filtrovaný aerosólovými filtrami – zabraňuje sa tým prívodu aerosólov (ich hrubej frakcie) do priestorov vzduchotesnej zóny.

Prívodný systém vzduchu do reaktorovej sály

Vzduchotechnický systém zabezpečuje prívod vzduchu do reaktorovej sály.

Prívodný systém vzduchu do strednej časti reaktorovne

VZT systém privádza vzduch do miestností v strednej časti budovy reaktora – spoločný systém pre oba bloky. Systém má dve pracovné a jednu záložnú vetraciu jednotku. Vetracie jednotky obsahujú prachové filtre, typu kapsové filtre, triedy EU7. Privádzaný vzduch má vo vetracej jednotke upravovanú teplotu – na 18 °C (v priebehu celého roka).

Prívodný systém vzduchu do etažérky vzduchotechniky

VZT systém privádza vzduch do priestoru strojovne odvodnej vzduchotechniky v budove reaktora.

Prívodný systém vzduchu do dielní

VZT systém privádza vzduch do priestorov aktívnych dielní.

6.4.4.1.1.2.3 Vzduchotechnické systémy priestorov BD a ND

Prívodné VZT systémy priestorov BD a ND

Prívodný systém vzduchu do BD

Filračný prívodný systém slúži na prívod dostatočného množstva filtrovaného čerstvého vzduchu pre operátorov BD s filtráciou rádioaktívnych aerosólov a zložiek jódu s pretlakom min. 10 Pa. Pozri kapitolu 6.4.3 [I.9] a 6.7.3 [I.8].

Prívodný systém vzduchu do BD a ND

Filračný prívodný systém zabezpečuje filtráciu privádzaného vzduchu do núdzovej dozorne. Systém je v prevádzke iba v podmienkach výskytu RAL v okolí JE. Pozri kapitolu 6.4.3 [I.9].

6.4.4.1.1.2.4 Vzduchotechnické systémy BAPP

VZT systémy inštalované v BAPP udržiavajú v určených priestoroch požadované klimatické a radiačné podmienky.

Podrobný popis konštrukcie, hodnotenie projektového riešenia a hodnotenie bezpečnostných aspektov je uvedené v kap. 6.7.3 tejto PpBS [I.8]. Nasledujúci text kap. 6.4.4 je zameraný na VZT systémy v iba kontexte spracovania plyných RAL alebo RAO.

Odsávacie vzduchotechnické systémy BAPP

Výtlaky všetkých odsávacích VZT systémov BAPP sú zavedené do spoločného vzduchovodu, ktorý odvádza vzduch do vzduchovodu z reaktorovne a následne do ventilačného komína. Vo vzduchovode z reaktorovne sa vzduch odsávaný z BAPP zmiešava s objemom vzduchu odsávaného z priestorov reaktorovne a dochádza k znižovaniu potenciálnej koncentrácie RAL.

Prívodné vzduchotechnické systémy BAPP

Prívodné VZT systémy BAPP privádzajú čerstvý vzduch do priestorov BAPP, zúčastňujú sa procesu riadenia plyných RAL.

Prívodný systém vzduchu do priestorov BAPP

Systém privádza vzduch do chodieb a následne do vetraných miestností cez pretlakové klapky „KID“ (do priestorov s potenciálnym výskytom RAL) alebo priamo (do priestorov bez rádioaktívnych zdrojov).

Systém má jednu pracovnú a jednu rezervnú jednotku (zálohu 100 %).

Prívodný systém vzduchu do priestorov pre nakladanie s pevnými RAO (v BAPP)

V systéme je jedna vetracia jednotka pracovná, druhá rezervná (záloha 100%).

6.4.4.1.1.2.5 Bezpečnostné funkcie

VZT systémy plnia špecifickú bezpečnostnú funkciu:

*udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a na prístup **zamestnancov** k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť.*

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.27] v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.3] v Prílohe č.1 upravuje znenie kritéria pre kategorizáciu VZ nasledovne:

*udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a na prístup **osôb** k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť.*

VZT systémy plnia špecifickú bezpečnostnú funkciu:

*obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia **pod ustanovené limity** pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke.*

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.27] v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.3] v Prílohe č.1 upravuje písmeno (z 3 j na III n) a znenie kritéria pre kategorizáciu VZ nasledovne:

*obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia **pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke.***

6.4.4.1.1.2.6 Kategorizácia VZT zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Predmetné zariadenia VZT systémov sú pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] zaradené medzi vybrané zariadenia .

Zariadenia VZT systémov sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] 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 VZT systémov, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.17], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.24].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.27], §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.27]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.27], §3, resp. Príloha č.1 a Príloha č.3, časť B ods. II, pre vybrané zariadenia VZT systémov **nie sú žiadne dodatočné požiadavky** v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.3].

Z uvedeného vyššie a s odvolaním sa na obsah a konštatovania v kap. 6.4.4.1.1.2.5 vyplýva, že zariadenia VZT systémov požiadavky platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.27] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, viď §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), **spĺňajú**.

Väčšina zariadení VZT systémov je **seizmicky odolných**.

6.4.4.1.1.2.7 Systémy, ktoré podporujú správnu funkciu VZT systémov

Pre prevádzku, kontrolu a údržbu vzduchotechnických systémov, ktorými je uskutočňované odstraňovanie RAL z uvoľňovanej vzdušiny, je nutná spolupráca nasledujúcich systémov a zariadení:

- ventilačný komín (pre HVB a BAPP),
- systémy elektrického napájania ventilátorov jednotlivých vzduchotechnických systémov,
- TVD – chladiaca voda privádzaná do chladičov chladiacich vzduchotechnických systémov,
- systém chladiacej vody z centrálneho zdroja chladu,
- špeciálna kanalizácia - drenážny systém a nádrže nečistého kondenzátu (zber kondenzátu z chladičov aj filtračných zariadení, drenáž dekontaminačných roztokov z filtračných zariadení),
- systém kontroly a riadenia – meranie a regulácia kritických parametrov (podtlak v boxe PG) a prevádzkových parametrov,
- systém radiačnej kontroly – meranie aktivity aerosólov, jódu a RVP vo filtrovanom vzduchu, prevádzková kontrola stavu filtračných jednotiek (ich účinnosti),
- systém rozvodu nízkotlakého vzduchu - potrebný pre realizáciu testov filtračných zariadení.

6.4.4.1.1.2.8 Požiadavky na kontrolu účinnosti filtrácie VZT zariadenia

Pre filtračné stanice VZT systémov HVB a BaPP je v [II.3], [II.10], [II.11] požadovaná periodická kontrola účinnosti filtrácie aerosólových a jóduvých filtrov (on site, alebo laboratórne).

Periodickým testovaním účinnosti filtrácie je zisťovaná tesnosť bariéry proti šíreniu RAL („hermetická zóna“). Tesnosť HZ je tu reprezentovaná vysokou účinnosťou filtrácie filtračných zariadení. Identifikuje sa tým zmena kvality filtračného, resp. sorpčného materiálu a filtračnej stanice ako jedného komplexu. Periodickým testovaním sa preukáže, že filtračné zariadenia sú trvale schopné prevádzky s vysokou účinnosťou filtrácie. Periodické sledovanie tesnosti vzduchotechnického systému je odôvodnené požiadavkou na prevádzkovateľa, ktorý musí trvale dokladovať stav filtračného zariadenia.

6.4.4.1.1.2.9 Elektrické napájanie

Detailný prehľad napájania je uvedený v zoznamoch elektrických zariadení VZT systémov. Sú tam uvedené príslušné elektrické rozvádzače a parametre elektrického napájania..

Poznámka: Podrobnejšie je popis elektrického napájania VZT systémov uvedený aj v kapitole 6.7.3 tejto PpBS [I.8].

6.4.4.1.1.2.10 Systém kontroly a riadenia

Riadenie vzduchotechnických systémov zahŕňa:

- naregulovanie prietokov cez systémy pri spúšťaní (na dosiahnutie požadovaných podtlakov, tlakových strát), - má to vplyv na dosiahnutie najvyššej dosiahnuteľnej účinnosti filtrácie, závislej na optimálnej dobe styku filtrovaného vzduchu so sorbentom,

- udržovanie optimálne nastavených parametrov (teplota, vlhkosť), s cieľom dosiahnuť trvale vysokú účinnosť filtrácie,
- nábeh záložných ventilátorov (pri poruche prevádzkovaného ventilátora), príp. spustenie záložného systému ako celku pre trvalé plnenie bezpečnostnej funkcie „obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok...“
- automatické riadenie rýchločinných klapiek (na základe signálov odvodených z havarijných stavov) - súvisí to s uzavretím hermetickej zóny, čím sa zabráni úniku RAL,
- manuálne diaľkové riadenie komponentov vzduchotechnických systémov (nastavovanie režimov prevádzky, napr. premanipulovanie obtokov filtrov).

Riadenie a kontrola VZT systémov sa uskutočňuje na základe dvoch druhov meraní - meraní na vlastných VZT systémoch a meraní vo vetraných priestoroch. Merané sú:

- teploty vo ventilovaných miestnostiach,
- tlaku na saní a výtlaku ventilátorov - umožňuje diagnostikovať ich prevádzku,
- prietoku vzduchu VZT systémom,
- tlakovej straty na filtračných staniciach,
- relatívnej vlhkosti vzduchu vo vstupnom potrubí pred filtračnými stanicami (iba v systémoch s jódomým filtrom) - umožňuje riadiť zapínanie, resp. vypínanie ohrievačov vzduchu. Redukciou vlhkosti sa optimalizuje filtrácia, resp. záchyt jódu na sorbente,
- diferenciálneho tlaku medzi HZ a vzduchotesnou zónou, podobne je meraný diferenciálny tlak medzi vzduchotesnou zónou a neaktívnou časťou KP,
- objemová aktivita rádioaktívnych aerosólov, jódu a RVP (v systéme SRK) - umožňuje orientačne hodnotiť účinnosť filtrácie.

Meracia technika, ktorou je kontinuálne sledovaná prevádzka filtračných staníc (prietok vzdušiny, teplota filtra, tlaková strata na filtri), je súčasťou dodávky jednotlivých vzduchotechnických systémov. Signalizácia riadiacich, resp. regulačných zásahov pri diaľkovom riadení je vyvedená do BD, ND a do SD.

Kontinuálne monitorovacie zariadenia aj vzorkovacie zariadenia vzduchu sú súčasťou SRK. Spôsob monitorovania je uvedený v [I.1]. Ide o monitorovanie objemovej aktivity aerosólov, jódu a RVP. Odbery vzorky vzduchu (trvalé alebo jednorázové) umožňujú overovanie účinnosti filtrov (dekontaminačného faktora) počas ich prevádzky. Tieto merania umožňujú približný odhad účinnosti filtrácie³.

6.4.4.1.1.3 Činnosť obsluhy

Činnosť obsluhy pri prevádzke VZT systémov pozostáva z prevádzkovej kontroly a výmeny aerosólových filtračných vložiek a vysýteného sorbentu jódomých filtrov. Postupy výmeny aerosólových filtračných vložiek a uhlového sorbentu v jódomých filtroch sú uvedené v inštrukciách výrobcu, technických podmienkach pre filtračné stanice VZT systémov a v technologických predpisoch pre vzduchotechniku HVB a BaPP.

6.4.4.1.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov

Z hľadiska režimov reaktorového bloku je vzduchotechnika HVB projektovaná pre:

³ Sú to však kontroly iba orientačné, pretože nie sú uskutočňované za definovaných podmienok

- režim normálnej prevádzky:
 - nominálny prevádzkový režim,
 - nenominálny prevádzkový režim,
- režim abnormálnej prevádzky,
- prevádzku v havarijných podmienkach.

VZT systémy BAPP sú prevádzkované nezávisle na režime prevádzky reaktorového bloku.

VZT systémov majú prevádzkové režimy, definované vlastnými prevádzkovými podmienkami VZT zariadení. VZT zariadenia môžu byť v nasledujúcich prevádzkových stavoch:

- normálny prevádzkový stav - všetky zariadenia VZT systému sú prevádzkyschopné, t.j. kedykoľvek je možné urobiť zmenu zálohového komponentu za pracovný a naopak. Stroje, zariadenia a komponenty VZT systémov umožňujú realizovať požadovanú bezpečnostnú funkciu v plnom rozsahu.
- abnormálny prevádzkový stav - u jedného, alebo u viacerých VZT systémov je vždy jedno zariadenia nefunkčné z dôvodov plánovaných alebo neplánovaných opráv,
- havarijný prevádzkový stav VZT zariadení - nie je možné prevádzkovať jeden alebo viac VZT systémov z dôvodu súčasnej prevádzkovej neschopnosti všetkých komplementárnych zariadení (dúchadiel, filtračných staníc, ohrievačov a pod.).

Stručný popis jednotlivých bezpečnostných vzduchotechnických systémov a vzduchotechnických systémov, ktoré s týmito systémami spolupracujú je uvedený v kapitolách: 6.4.4.1.1.2.1, 6.4.4.1.1.2.2, a 6.4.4.1.1.2.4.

6.4.4.1.1.4.1 Normálna prevádzka bloku

Z hľadiska prevádzky vzduchotechniky HVB a BAPP má normálna prevádzka reaktorového bloku dva režimy: nominálny a nenominálny režim.

Nominálny prevádzkový režim VZT systémov

V nominálnom prevádzkovom režime - v režime vetrania HZ, je vzduchotechnika prevádzkovaná na projektovaných parametroch. V prevádzke sú VZT systémy:

- hermetickej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávací:
 - prírodný:
- vzduchotesnej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávacie:
 - prírodné:

Všetky cirkulačné a odsávacie systémy sú bez automatickej regulácie prietoku vzduchu. Ventilátory pracujú na nominálnych parametroch. Zmena vzduchového výkonu súvisí iba so zmenou tlakovej straty na filtroch alebo potrubných trasách.

Nenominálne prevádzkové režimy VZT systémov

Nenominálne prevádzkové režimy určených VZT systémov sú:

- prevádzkový režim pri výmene paliva v reaktore,
- prevádzkový režim pri plánovaných opravách, revíziách a údržbe JE.

V režime výmeny paliva v reaktore sú prevádzke nasledovné VZT systémy:

- hermetickej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávací:
 - prírodný:
- vzduchotesnej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávacie:
 - prírodné:

V režime plánovaných opráv, revízií a údržby JE sú prevádzke sú VZT systémy:

- hermetickej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávací:
 - prírodný:
- vzduchotesnej zóny:
 - cirkulačné:
 - odsávacie:
 - prírodné:

Systém pracuje spolu s prírodným systémom s rovnakým výkonom ventilátora. Výber vetraných priestorov HZ sa uskutočňuje otváraním, resp. zatváraním príslušných klapiek. Takýmto spôsobom môžu byť prevetrávané priestory: paluba HCČ, šachta reaktora, priestor nad šachtou reaktora.

V režime výmeny paliva (otvorenie bariér medzi HZ, vzduchotesnou zónou a vonkajším priestorom pri prácach spojených s výmenou paliva) okrem toho pracuje odsávací systém vzduchotesnej zóny, ktorý má dva ventilátory.

6.4.4.1.1.4.2 Prevádzka bloku za abnormálnych podmienok

Pri strate napájania zostanú v prevádzke len vzduchotechnické systémy so zaisteným napájaním. V HZ sú to cirkulačné systémy zabezpečujúce chladenie priestorov HZ, odsávací systém a prírodný systém.

K rýchlejšiemu odstraňovaniu RAL z ovzdušia HZ môže byť súčasne prevádzkovaný cirkulačný VZT systém, ktorý zabezpečuje aerosólovú aj jódovú filtráciu. Spúšťaný je pri dodržaní prevádzkových podmienok pre atmosféru HZ.

V prípade odstávky bloku (bez roztesnenia hermetickej zóny) zostávajú v prevádzke vzduchotechnické systémy ako pri nominálnom režime.

6.4.4.1.1.4.3 Prevádzka v havarijných podmienkach

Havarijné podmienky reaktorového bloku predstavujú podmienky vzniknuté pri [II.23]:

- projektových haváriach

- nadprojektových haváriach (vrátane ťažkých havárií so závažným poškodením AZ alebo palivových článkov).

Z havarijných podmienok, ktoré na reaktorových blokoch MO34 môžu vzniknúť, sú z hľadiska prevádzky VZT systémov dôležité prevádzkové stavy pri malom alebo veľkom úniku. Tieto režimy sa rozlišujú podľa veľkosti úniku média z I.O..

6.4.4.1.1.4.3.1 Malý únik - režim vzduchotechniky pri kompenzovateľnom úniku chladiva z I.O.

V tomto režime, pri signáli „Malý únik“, pracujú všetky vzduchotechnické systémy HZ, okrem prírodného a odsávacieho, ktoré sa automaticky vypínajú. Systém chladenia paluby HCČ je v prevádzke ak súčasne neprišlo k strate napájania zo siete.

Cirkulačný systém pracuje pokiaľ neprišlo k strate napájania zo siete. Zníženie aktivity štiepných produktov v priestoroch HZ zabezpečujú aerosólové a jódové filtre systému. Systém sa automaticky odstaví pri zvýšení teploty vzduchu na saní nad 65 °C. Pracujúci ventilátor sa zastaví, odpovedajúce klapky sa uzatvoria a vypne sa elektrický ohrievač. Operátor môže manuálne systém nabehnúť po poklese teploty v sacom vzduchovode pod 65 °C. Pri zvýšení relatívnej vlhkosti vzduchu v priestore nad 90 % sa pred jódovými filtermi spúšťajú automaticky elektrické ohrievače vzduchu.

V pohavarijnom stave pracuje VZT systém ako cirkulačný (so zaradeným aerosólovým a jódovým filtrom) až do zníženia rádioaktivity na požadovanú hodnotu. Na pokyn pracovníkov radiačnej kontroly sa filtre môžu odstaviť. Odstavenie vzduchotechnického systému je zaistené navolením stavov otvorený/zatvorený príslušných APU.

6.4.4.1.1.4.3.2 Veľký únik - režim vzduchotechniky pri nekompenzovateľnom úniku chladiva z I.O.

Na signál „Veľký únik“ sa automaticky vypínajú všetky vzduchotechnické systémy hermetickej zóny. Opätovné zapnutie vzduchotechnických systémov sa uskutočňuje až po odstavení sprchového systému, kedy môže byť operátorom spustený cirkulačný systém, na dochladenie priestorov hermetickej zóny.

6.4.4.1.1.4.3.3 Režim vzduchotechniky pri odstraňovaní následkov veľkého úniku

Odsávací systém, ktorý sa pri havárii odstavuje pri prevýšení tlaku v hermetickej zóne o 0,3 kPa, môže byť spustený v prípade poklesu tlaku na cca 0,1 MPa a na pokyn pracovníkov.

Po havárii sa prepojí systém s filtráciou na cirkulačný režim a pracuje spolu s filtračným systémom, čím sa zrýchli proces odstraňovania produktov štiepenia z priestorov hermetickej zóny..

Po znížení aktivity v priestoroch sa systém namanipuluje ako odťahový, s odťahom do ventilačného komína a spustí sa prírodný systém. Pohavarijný prevádzkový režim vzduchotechniky je plne zameraný na prevetrávanie kontaminovaných priestorov a tvorbu podmienok pre začatie opráv.

6.4.4.1.1.4.3.4 Režim vzduchotechniky pri ťažkej havárii a odstraňovaní jej následkov

Rovnako ako v prípade signálu „Veľký únik“ sa automaticky vypínajú všetky vzduchotechnické systémy hermetickej zóny a RČA uzatvárajú HZ.

V priebehu ťažkej havárie je prevádzkovaný VZT systém (s využitím jeho potrubného rozvodu) ako jeden funkčný celok, ktorý zabezpečuje vetranie miestností reaktorovne, a zabezpečuje aj funkciu tzv. sekundárneho kontajnementu.

Po dosiahnutí vhodných klimatických podmienok v HZ je možné začať odstraňovať následky havárie rovnakými vzduchotechnickými systémami ako v predchádzajúcej kapitole - 6.4.4.1.1.4.3.3.

6.4.4.1.1.5 Detailné prvky projektu

6.4.4.1.1.5.1 Dispozičné riešenie

Rozmiestnenie komponentov VZT systémov, podieľajúcich sa na spracovaní RAL v plynnom stave, je uvedené v kap. 6.7.3 tejto PpBS [I.8] a v projektovej dokumentácii.

6.4.4.1.1.5.2 Hlavné komponenty filtračných systémov

Filtračné zariadenia sú stavebnicového typu, ktorý umožňuje zostaviť filtračnú stanicu podľa požiadaviek na kvalitu filtrácie a podľa druhu nečistôt a kontaminantov, ktoré sú vo filtrovanom vzduchu. Základné časti zostavy tvoria aerosólové filtre (prefilter a vysoko účinný filter), jódový filter, aerosólový výprachový filter, odlučovač vlhkosti, elektrický ohrievač a prechodové komory.

6.4.4.1.1.5.2.1 Aerosólový filter

Aerosólový filter zabezpečuje dvojstupňovú filtráciu. Prvý stupeň obsahuje prefilter, druhý stupeň obsahuje HEPA filter. Vzduchotechnické systémy HZ majú pred aerosólovým filtrom predradený odlučovač vlhkosti. Vznikajúci kondenzát je odvedený špeciálnou kanalizáciou.

Počet filtračných vložiek prvého aj druhého stupňa aerosólovej filtrácie je daný celkovým prietokom vzdušiny cez filtračnú stanicu a hodnotou menovitého prietoku vzdušiny cez jednu vložku.

Aerosólový prefilter je vybavený typom aerosólových filtrov, resp. filtračných vložiek. Komora filtra je spoločná pre sekciu prefiltrov aj HEPA filtra. Aerosólový prefilter zvyšuje životnosť HEPA filtra. Rovnaký dôvod má aj zaradenie odlučovača vlhkosti.

Aerosólový filter (HEPA) tvorí druhý stupeň filtrácie aerosólov.

6.4.4.1.1.5.2.2 Prachový filter

Prachovými filtrami sú osadené prírodné vzduchotechnické systémy. Ich účelom je zabezpečiť vzduch zbavený prachových častíc do technologických priestorov HVB a BAPP. Zvyšuje sa tým životnosť aerosólových filtrov v odsávacích a cirkulačných vzduchotechnických systémoch. Okrem toho sú požiadavky na čistotu privádzaného vzduchu spojené s minimalizáciou tvorby rádioaktívnych aerosólov v dôsledku aktivácie nerádioaktívnych aerosólov v privádzanom vzduchu. Je to jeden zo spôsobov riadenia koncentrácie RAL.

6.4.4.1.1.5.2.3 Jódový filter

Jódový filter je určený na záchyt rádioaktívnych nuklidov jódu a jeho zlúčenín (v organickej aj anorganickej forme) v plynnej alebo parnej fáze z filtrovanej vzdušiny. V smere prúdenia filtrovanej vzdušiny je zaradený za sekciu aerosólovej filtrácie.

Jódové filtre sú inštalované vo vzduchotechnických systémoch hermetickej zóny. Na základe požiadaviek, stanovených normou DIN 25 414 [II.11] sú v uvedených vzduchotechnických systémoch využívané jódové filtre s hlbokým filtračným lôžkom (200 – 240 mm). Konštrukčne sú filtre násypného typu – čerstvý sorbent

sa do filtračného lôžka dostáva postupným nasýpaním (zvrchu filtračného lôžka). Odstránenie degradovaného, resp. vyčerpaného sorbentu sa uskutočňuje gravitačným vypúšťaním do sudov pre RAO. Takýto spôsob optimalizuje operácie s potenciálne rádioaktívnym materiálom z hľadiska princípu ALARA.

Sorpčným materiálom je aktívne uhlie, typu Camcarbon KJ 1,4-2/2/520 (impregnované jodidom draselným) [II.22]. Dominantným mechanizmom zachytu je chemická sorpcia – zachytený jód zostáva v sorbente chemicky viazaný - sorpcia je nevratná (pre prevádzkové teploty).

Filtračné lôžko, s hĺbkou min. 200 mm (normatívna požiadavka [II.11]) a dostatočným prierezom, poskytuje pre požadované prietoky požadované hodnoty doby styku. Výhodou tohto sorpčného lôžka je určitá rezerva sorbentu pre prípad poklesu účinnosti zachytu v priebehu prevádzky. Hlboké filtračné lôžko zaručuje zvýšenú účinnosť filtračnej náplne filtra. Tento typ jódových filtrov je v prevádzkovaných JE využívaný od roku 2003 [III.8], [III.9] a vykazuje dostatočnú spoľahlivosť a účinnosť filtrácie.

Do zostavy jódového monitora patrí diferenčný manometer pre meranie tlakovej straty jódového filtra (s lokálnym odčítaním tlakovej straty) a vzorkovací systém alebo odberové zariadenie sorbentu. Vzorkovací systém a odberové zariadenie umožňujú laboratórnu kontrolu stavu sorbentu v predpísaných časových intervaloch.

Účinnosť zachytu jódu a jeho foriem je ovplyvňovaná relatívnou vlhkosťou a dobou kontaktu zachytávanej zložky s adsorbentom. Vplyv teploty vzdušiny, resp. teploty sorpčného lôžka je zanedbateľný až do teplôt pokiaľ sú stabilné impregnanty.

Sorpčný materiál sa dodáva s certifikátom, ktorý obsahuje testovacie podmienky a dosahované parametre: účinnosť, resp. prienik elementárnej a organickej (metyljodid) formy. Požiadavky na filtračné zariadenia a filtračné prvky sú uvádzané napr.: [II.10]⁶.

V Tabuľka 6.4.4-1 sú uvádzané najnižšie hodnoty účinnosti zachytu pre metyljodid, ktoré sú zároveň kritériom účinnosti zachytu filtra (pre všetky VZT systémy s jódovými filtermi).

Tabuľka 6.4.4-1 Požiadavky na účinnosť zachytu metyljodidu

Zariadenie	Počiatočný stav	Konečný stav (pred výmenou sorbentu)
zariadenie určené pre normálnu prevádzku	99 %	90 %
zariadenie určené pre havarijnú prevádzku	99, 99 %	99, 0 %

Súčasne používané sorpčné materiály majú deklarované hodnoty účinnosti zachytu pre zachyt jódu vo forme metyljodidu. Základné parametre sorbentu jódových filtrov sú uvedené v [II.22].

Poznámka:

Pri vyšších teplotách ako 200 ° C dochádza k rozkladu impregnanu a tým k zmene účinnosti zachytu. Výmena sorbentu jódových filtrov sa uskutočňuje pri poklese účinnosti zachytu (Tabuľka 6.4.4-2), alebo výraznom zvýšení tlakovej straty na filteri.

⁶ v prílohe B.

Tabuľka 6.4.4-2 Základné parametre jódových filtrov

Parameter	Hodnota	Poznámka
účinnosť filtrácie	min. 99,99 % *	počiatočná hodnota pre zachyt organickej formy – CH ₃ I
doba styku filtrovaného vzduchu so sorbentom	min. 0,5 s	pri nominálnom prietoku

* Účinnosť zachytu organických zlúčenín jódu je daná vlastnou účinnosťou sorbentu a tesnosti uloženia sorbentu (tesnosť filtračného lôžka).

6.4.4.1.1.5.2.4 Výprachový aerosólový filter

Výprachový aerosólový filter je zaradený za jódový filter. Je to filter typu HEPA, s rovnakými parametrami ako HEPA vložka v druhom stupni aerosólovej filtrácie. Jeho funkciou je zachyt prachovej frakcie, ktorá vzniká degradáciou sorbentu jódového filtra v priebehu jeho prevádzky.

6.4.4.1.1.5.2.5 Filter na zachyt vzdušnej vlhkosti (odlučovač vlhkosti)

Vo VP MO34 sú odlučovače vlhkosti zaradené do filtračných zostáv, ktoré filtrujú, resp. môžu filtrovať atmosféru s potenciálne vysokou vlhkosťou - t.j. vzdušninu odsávanú z HZ.

Odlučovač vlhkosti je tvorený skriňou s rámom pre upnutie filtračného materiálu, ktorý pozostáva z vrstiev pletiva z nerezového drôtu, ktoré majú medzi sebou vzduchovú medzeru. Vzdušná vlhkosť sa vyzráža na drôtenom filtri za vzniku kondenzátu. Pre aerosólové filtre je okrem toho významný fakt, že sa redukuje aktivita, resp. hmotnosť aerosólov ešte pred vstupom na sekciu aerosólovej filtrácie (aerosólový filter). Pri havarijných podmienkach bolo zistené, že do kondenzátu môže prechádzať až 75 % aktivity obsiahnutej vo filtrovanej vzdušnine.

Odlučovač vlhkosti je dimenzovaný pre požadovaný prietok VZT systému.

Separácia vlhkosti odlučovačom vlhkosti zvyšuje účinnosť filtračného materiálu sekcie aerosólovej filtrácie. Použitím separátorov vlhkosti sa tiež dosahuje:

- zmiernenie tlakových a tepelných nárazov na aerosólový a jódový filter,
- zoslabenie následkov ohňa v priestoroch mimo filtračnej stanice - čistenie filtrovanej vzdušniny od produktov horenia,
- zníženie aktivity RAL, zachytených na aerosólovej sekcii filtračnej stanice.

Trvalá tepelná odolnosť separátora vlhkosti (do +150 °C) zodpovedá odolnosti následných filtračných materiálov .

Parametre inštalovaných separátorov vlhkosti zodpovedajú požiadavkám VP aj požiadavkám dobrej praxe.

6.4.4.1.1.5.2.6 Elektrický ohrievač

Sekcia elektrického ohrievača je zaradená pred jódový filter. Určený je k zníženiu relatívnej vlhkosti vzdušniny pod úroveň 90 % pred vstupom do jódového filtra. Vysušanie filtrovanej vzdušniny má za cieľ optimalizovať podmienky mechanizmu zachytu rádionuklidov jódu v sorbente jódového filtra. Elektrický ohrievač je tvorený skriňou, v ktorej sú uložené ohrievacie tyče.

Tlaková strata sekcie ohrievača je 15 Pa.

6.4.4.1.1.5.2.7 Chladiče vzduchu

Inštalované sú v cirkulačných vzduchotechnických systémoch. Sú to povrchové tepelné výmenníky, využívané na chladenie vzduchu. Chladením vzduchu odťahovaného z boxu PG sa znižuje vlhkosť vzduchu v PG a zároveň sa čiastočne redukuje jeho aktivita (spolu s vlhkosťou sa do kondenzátu dostávajú aj RAL). Vznikajúci kondenzát je zberaný a špeciálnou kanalizáciou zvedený do nádrže nečistého kondenzátu. Chladiče vzduchu sú napojené na systém TVD a na systém centrálného zdroja chladu.

6.4.4.1.1.5.2.8 Rýchlo uzatváracie hermetické klapky

Rýchlo uzatváracie klapky (rýchločinné) slúžia k rýchlemu uzatvoreniu vzduchotechnických potrubí, ktoré prechádzajú stenou HZ, v prípade vzniku havarijného stavu (ovládané sú diaľkovo a automaticky na základe signálov systému ESFAS).

Uzatvorenie RČA uzatvára havarijnú atmosféru v HZ, znamená to zabránenie šíreniu RAL do prostredia vzduchotesnej zóny.

Charakteristická doba prestavenia klapky z pozície otvorená do pozície uzatvorená závisí od jej priemeru (a typu). Potrubia DN1000 sú využívané iba pri odstavenom reaktore.

6.4.4.1.2 Technické hodnotenie systémov

6.4.4.1.2.1 Projektové požiadavky na riešenie vzduchotechnických systémov

Projektové riešenie vzduchotechnických systémov vychádza z plnenia požiadaviek:

- bezpečnostnej funkcie,
- zabudovanie filtrov pre záchyt aerosólov a rádionuklidov jódu,
- na potrebnú výmenu vzduchu, resp. rýchlosť výmeny vzduchu v jednotlivých vetraných priestoroch,
- vysokej spoľahlivosti VZT systémov, vrátane filtračných staníc,
- vysokej účinnosti filtrácie filtračných zariadení a jej kontroly,
- zabezpečenia smeru prúdenia vzduchu v prevádzkových priestoroch JE - vždy v smere potenciálne sa zväčšujúcej kontaminácie ovzdušia rádioaktívnymi látkami,
- odolnosti voči maximálnym nepriaznivým účinkom, ktoré sú predpokladané počas normálnej prevádzky aj pri havárii,
- na jednoduchú údržbu, opravy a skúšky,
- údržby, príp. rekonštrukcie s výmenou komponentov vzduchotechnických systémov (napr. ventilátor, klapka, filtračné zariadenie...) bez podstatných stavebných zmien a bez demontáže komponentov bezpečnostne významných zariadení,
- jadrovej bezpečnosti a technickej legislatívy - vzduchotechnické systémy sú navrhnuté v súlade s riešením problematiky bezpečnosti jadrového zariadenia, rešpektujú platné bezpečnostné, elektrotechnické normy a predpisy,
- zabezpečenia požiarnej ochrany,
- seizmickej odolnosti - hlavné komponenty všetkých systémov, ktoré sú určené pre vetranie hermetických priestorov sú zaradené do I. kategórie seizmickej odolnosti,

- ovládania systémov a ich jednotlivých zariadení.

6.4.4.1.2.2 Konceptia projektového riešenia vzduchotechnických systémov

Základná koncepcia vzduchotechniky v HVB a BaPP zostáva podobná ako na 1. a 2. bloku referenčnej JE (EMO12). Koncepcia bola doplnená o návrh, ktorý zvyšuje bezpečnosť v priebehu ťažkej havárie. T.j. zaplavenie betónovej šachty reaktora cez vzduchotechniku, rušič vákua, čiastočný sekundárny kontajntment, inštalácia rekombinátorov a zapalovačov vodíka, modifikácia VZT systémov a modifikácia ich riadenia v dôsledku zmeny požiarnej bezpečnosti v budovách a zmena sorpčnej vrstvy jódoých filtrov VZT systémov HZ. Bezpečnostné aspekty, týkajúce sa zmeny typu jódoých filtrov sú uvedené v kapitole 6.4.4.1.3.2.

Základnými požiadavkami na koncepciu riešenia vzduchotechnických systémov sú:

- zadržanie RAL vo vnútri fyzických bariér, vrátane udržiavania smeru prúdenia vzduchu v prevádzkových priestoroch (Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006, časť B, kap. Riešenie jadrovej bezpečnosti 5c),
- regulácia a obmedzenie množstva RAL, uvoľnených do ŽP (Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006, časť B, kap. Riešenie jadrovej bezpečnosti 5d),
- zabezpečenie vhodných podmienok v určených priestoroch - udržiavanie tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu v prevádzkových priestoroch na projektových hodnotách a limitovanie množstvo RAL v atmosfére prevádzkových priestorov (Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006, časť B, kap. Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy 5c/3).

Odstraňovanie rádioaktívnych látok z kontaminovaného (resp. potenciálne kontaminovaného) vzduchu a znižovanie koncentrácie rádioaktívnych látok je v projektovom riešení vzduchotechniky MO34 dosahované nasledovnými mechanizmami:

- filtráciou: VZT systémy na odstraňovanie koncentrácie rádioaktívnych látok majú v zostave filtračné stanice. Zostavy filtračných staníc spĺňajú projektové požiadavky a pre jednotlivé VZT systémy sú uvedené v kap. 6.4.4.1.1.
- riedením: odsávacie technologické vzduchotechnické systémy sú zaústené do ventilačného komína - uvoľňovaním vzduchu cez ventilačný komín sa uskutočňuje riedenie potenciálne kontaminovaného vzduchu⁹. Dosahuje sa to tým, že vo VZT koridore vedúcom do ventilačného komína nastáva miešanie vzduchu z filtrovaných aj nefiltrovaných VZT systémov,
- separáciou parnej frakcie a odvodom kondenzátu: týmto spôsobom je uskutočňovaná redukcia kontaminácie vzduchu na chladičoch chladiacich vzduchotechnických systémov.

Ďalším spôsobom riadenia koncentrácie rádioaktívnych látok je možnosť voľby režimov inštalovaných vzduchotechnických systémov v prípade vzniku havarijných situácií:

- odstavenie vzduchotechnických systémov - na dobu potrebnú k ustáleniu takých pomerov v HZ, že parametre vzduchu zodpovedajú podmienkam prevádzky vzduchotechniky; počas tejto doby nastáva pokles úrovne kontaminácie vzduchu,
- zapojenie odťahových vzduchotechnických systémov so zabudovanými filtrami do režimu recirkulácie.

Okrem tu vedených mechanizmov odstraňovania a riadenia koncentrácie RAL je v projekte vzduchotechniky HZ riešená aj minimalizácia sekundárnej tvorby aerosólovej formy RAL. Vzduch privádzaný do hermetickej

⁹ VZT systémy nezaistujú filtráciu RVP, ktoré sa riedia so vzduchom vo VK a vypúšťajú sa do ŽP v súlade s platnými legislatívnymi limitmi.

zóny je spracovávaný dvojstupňou aerosólovou filtráciou, čím sa v HZ významne znižuje pravdepodobnosť naviazania RAL na privádzané nerádioaktívne aerosóly.

Základné rysy koncepcie projektu vzduchotechnických systémov MO34 a ich riešenia zahrnuté v projekte:

– **VZT systémy zodpovedajú zásadám aktívnej prevádzky (s RAL).**

Podľa [II.11] je pre filtračné zostavy (okrem filtračných materiálov, ostatných spotrebných materiálov) požadovaná životnosť cca. 40 rokov. V projektovej dokumentácii je deklarovaná takáto životnosť výrobcom, resp. dodávateľom. Zároveň sa tam uvádza predpokladaná životnosť spotrebných materiálov, vrátane filtračných prvkov a filtračných sorbentov.

Kritickým priestorom z hľadiska výskytu RAL v ovzduší (a následným spracovaním vo VZT systémoch) je box PG. Pre havarijné podmienky je uvádzaná TID = $3,6 \cdot 10^5$ Gy. Konštrukčné materiály vyhovujú takejto radiačnej záťaži. U ostatných VZT systémov je požiadavka na radiačnú odolnosť miernejšia, ale vzhľadom k tomu, že ide o rovnaké materiály, možno konštatovať rovnako vysokú radiačnú odolnosť.

Materiály so zníženou odolnosťou voči radiácii sa testujú tzv. stabilizačnou dávkou (podľa STN ISO 11137-2:2007). Podľa tabuliek radiačnej odolnosti materiály ako guma, PE a HE/CR odolávajú stabilizačnej dávke bez nutnosti výmeny. Po prekročení tejto dávky sa odporúča náhradné diely a spotrebný materiál vymeniť pri najbližšej odstávke.

Radiačná odolnosť umožňuje filtračným staniciam prevádzku aj v prípade malých únikov chladiva I.O. do HZ a tiež pri likvidácii následkov veľkého úniku (LBLOCA). VZT systémy v prípade ťažkej havárie vytvárajú čiastočný sekundárny kontajment.

Poznámka: analýzou je preukázané, že v prípade ťažkej havárie sa filtračné aerosólové vložky nepoškodia v dôsledku zvýšeného tepla, ktoré je spôsobené rádioaktívnou premenou zachytenej aerosólovej formy RAL.

– **VZT systémy udržiavajú podtlak voči okoliu**

- v priestoroch vzduchotesnej zóny do 50 Pa (podtlak je regulovaný pretlakovými klapkami „KID“),
- v priestoroch aktívnej prevádzky v BaPP 30 až 50 Pa.

– **zmierňovanie tepelnej záťaže HZ cirkulačnými vzduchotechnickými systémami (chladiacimi)**

– **návrh komplementárnych vzduchotechnických systémov pre prívod a odvod vzduchu z HZ**

V režime normálnej prevádzky spolupracujú VZT komplementárne prívodné a odsávacie systémy. Ich vzduchové výkony sú nastavené, resp. regulované tak aby sa dosiahol požadovaný podtlak. Výkon navyše zahŕňa aj netesnosti HZ. V priebehu odstávky reaktorového bloku sú v prevádzke komplementárne systémy - prívodný a odvodný.

– **jediná cesta uvoľňovania vzduchu do ŽP** - výstupy všetkých VZT systémov pre HVB a BaPP sú zaústené do ventilačného komína,

– **vzduch odťahovaný z aktívnych, resp. potenciálne aktívnych priestorov (vrátane HZ) je pred uvoľnením do ŽP filtrovaný** Podľa funkcií jednotlivých systémov sú filtračné stanice osadené aerosólovou alebo aerosólovou a jódomovou filtračnou sekciou. Potreba inštalácie filtračnej stanice vyplýva z rozboru možnosti vzniku únikov rádioaktívnych aerosólov a RN jódu, resp. jeho zlúčenín a zo zhodnotenia radiačnej situácie každého daného priestoru. Jódové filtre sú v tých VZT systémoch, ktoré

spracovávajú vzduch s potenciálnym výskytom RN jódu, t.j. v systémoch priamo filtrujúcich atmosféru hermetických priestorov. V atmosfére vzduchotesnej zóny a BaPP je významne nižšia pravdepodobnosť výskytu RN jódu s krátkym časom polpremeny.

- **všetky vzduchotechnické systémy sú nízkotlaké.** VZT systémy HZ nasávajú vzdušninu z priestorov s podtlakom (HZ, vzduchotesná zóna, aktívne priestory BaPP)
- **konštrukčne sú všetky vzduchotechnické systémy navrhnuté tak, aby mohli byť v prevádzke v priebehu normálneho a abnormálneho režimu.**
- **zabudované izolačné, resp. oddelovacie armatúry** - vzduchotechnické systémy HZ majú zabudované komponenty, ktoré v prípade SBLOCA, LBLOCA zabezpečujú odpojenie potrubných vzduchotechnických trás od hermetického priestoru - uzavretie hermetickej zóny t.j. zabezpečenie integrity 4. bariéry (HZ) proti šíreniu RAL
- **bezproblémová montáž a údržba** Konštrukcia VZT systémov spĺňa požiadavky bezproblémovej montáže - rozmerové parametre jednotlivých komponentov VZT systémov zodpovedajú priestorovým podmienkam určených priestorov HVB a BaPP. Filtračné stanice sú umiestnené v priestoroch vzduchotesnej zóny, s rozmerovo kritickým otvorom - dverami. V týchto priestoroch je dostatočný priestor pre údržbu filtračných staníc, vrátane výmeny aerosólových filtračných vložiek a filtračných sorbentov.
- **kontrola a riadenie** - Vo VZT systémoch sú implementované prevádzkové kontroly v systéme SKR, zabezpečené sú prostriedky pre uskutočňovanie kontrol účinnosti filtrácie (pozri popis v kap. 6.4.4.1.1.2.10). Riadenie VZT systémov je manuálne: diaľkové z BD, ND, SD alebo lokálne (z miesta inštalácie). V oboch prípadoch je signalizácia vyvedená na mieste ovládania.
- **spoľahlivosť VZT systémov** Je riešená zálohovaním kritických komponentov pre plnenie bezpečnostnej funkcie - filtračné stanice, ventilátory a príslušné APU. Umiestnenie VZT systémov a ich jednotlivých komponentov vylučuje možnosť súčasného znefunkčnenia pracujúcich a záložných systémov. Prevádzka VZT systémov nie je ovplyvnená činnosťou iných bezpečnostných systémov (napr. sprchového systému) a taktiež nemá vplyv na činnosť iných bezpečnostných systémov. Projektové riešenia zodpovedajú koncepcii bezpečnosti zariadení JE pre ktoré sú určené.
- **radiačná kontrola VZT systémov** Radiačná kontrola vzduchu odsávaného jednotlivými vzduchotechnickými systémami je zabezpečovaná meracími systémami RK. Merania RK sú popísané v kap. 11.4 tejto PpBS [I.1].
- **umiestnenie filtračných staníc** - filtre VZT systémov HZ a im prislúchajúce komponenty (APU, potrubia) sú inštalované v boxoch vzduchotesnej zóny, v ktorých je zabezpečená ventilácia (kvôli eliminácii únikov kontaminovaného vzduchu cez prípadné netesnosti VZT). Strojné zariadenia prírodných systémov, vrátane filtračných jednotiek, sú umiestnené v prírodnej strojovni vzduchotechniky.
- **prívod čerstvého upraveného vzduchu do priestorov HVB a BaPP** - prírodnými vzduchotechnickými systémami z prírodného svetlíka.

Vzduchotechnické systémy vyhovujú požiadavkám na určenú prevádzku a sú navrhnuté podľa všeobecných kritérií na konštrukciu VZT systémov so zabudovanými filtračnými jednotkami na zachyt RAL za normálnej prevádzky i v prípade havárií [II.6], [II.7], [II.10]. Ich projektové riešenie zároveň umožňuje bezproblémovú údržbu, opravy a skúšky.

Funkčný popis vzduchotechnických systémov, ktoré majú vplyv na odvod produktov štiepenia z hermetickej, vzduchotesnej zóny a BAPP je uvedený v kapitolách: 6.4.4.1.1.2.1, 6.4.4.1.1.2.2 a 6.4.4.1.1.2.4.

6.4.4.1.2.3 Projektové požiadavky na parametre VZT systémov

Požiadavky na vybrané zariadenia

Požiadavky na bezpečnostnú kategorizáciu vyplývajú z [II.3] a určenie BT pre jednotlivé VZT systémy HVB a BAPP je v [I.1].

Poznámka: Na potrubiach VZT systémov HZ, ktoré prechádzajú hranicou hermetickej zóny, sú inštalované rýchločinné armatúry. Pre jednotlivé systémy sú spracované Plány kvality VZ, ktorými sa rozpracúvajú zásady zabezpečenia kvality VZ vo všetkých etapách jeho existencie (fáza prípravy, výroby, inštalácie, uvádzania do prevádzky, prevádzky).. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.. Plány kvality VZ sú spracované podľa [II.24].

Poznámka: všeobecný obsah PLKVZ je uvedený v [I.1]

Pre všetky kategorizované komponenty VZT systémov je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušnom pláne kvality, viažucemu sa ku konkrétnemu komponentu použitému v projekte.

V súlade s konštatovaniami uvedenými v kap. 6.4.4.1.1.2.6 sú požiadavky a ich hodnotenie, špecifikované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.3], Príloha č.3, časť B/I./G. – Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy uvedené v kap. 6.4.4.1.3 tohto dokumentu.

Požiadavka životnosti zariadení filtračných zostáv

V projektovej dokumentácii, je deklarovaná životnosť základných častí zariadení – minimálne 40 rokov. Kvalifikovaná životnosť zostáv filtračných zariadení je 40 rokov - pri plnení podmienok kvalifikácie. Technické podmienky pre filtračné stanice uvádzajú dobu prevádzky bez údržby a revízií min. 10 000 hodín (okrem prevádzkovej kontroly „zanesenia“ aerosólových vložiek a sorpčnej náplne jódomých filtrov).

6.4.4.1.2.4 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií

6.4.4.1.2.4.1 Kritérium jednoduchej poruchy

Vo vzduchotechnických systémoch HVB a BAPP je požadované plnenie kritéria jednoduchej poruchy. Pozri PpBS kapitola 6.7.3 [I.8].

6.4.4.1.2.4.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Vo vzduchotechnických systémoch HVB a BAPP je požadované plnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou. Pozri PpBS kapitola 6.7.3 [I.8].

6.4.4.1.2.5 Hodnotenie projektového riešenia

V projekte sú akceptované požiadavky na zabezpečenie jadrovej, radiačnej (radiačnej ochrany personálu a obyvateľstva) a požiarnej bezpečnosti a udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia, ktoré vyplývajú z [II.17]¹¹, [II.3]^{12,13}.

Splnením týchto požiadaviek v projekte VZT systémov MO34 sa rozumie zapracovanie opatrení, ktoré sa týkajú vlastnej konštrukcie systémov, zaisteného elektrického napájania, zaisteného napájania chladiacou vodou, odolnosti voči účinkom zemetrasenia, spoľahlivosti a bezpečnosti prevádzky.

Splnenie požiadaviek kladených na konštrukciu, prevádzku, testovanie a údržbu vzduchotechnických zariadení JE, za normálnej prevádzky i pri projekte predpokladaných havarijných stavoch je dokumentované v [II.3], [II.4], [II.6], [II.7].

6.4.4.1.2.5.1 Plnenie projektových požiadaviek na VZT systémy

Konštrukčné riešenia VZT systémov zohľadňujú požiadavky na dosiahnutie základných parametrov filtračných zariadení.

V Tabuľka 6.4.4-1 a Tabuľka 6.4.4-2 sú uvedené základné parametre pre filtráciu aerosólov a jódu, požadované v [II.10], [II.11].

Použitie filtračné zariadenia plnia uvedené požadované parametre pre filtráciu aerosólov a jódu. Prevádzkové skúsenosti z iných JE (EMO12, EBO V-2, ETE) potvrdzujú, že súčasne dodávané aerosólové vložky spĺňajú uvedené požiadavky. Rovnako možno na základe skúseností s prevádzkou jódomých filtrov na iných JE konštatovať, že použitý sorbent a aj konštrukcia filtra spĺňajú požiadavku na zabezpečenie vysokej účinnosti filtrácie [III.11], [III.12], [III.13], [III.14], [III.15], [III.16].

Plnenie požiadaviek na konštrukciu VZT systémov v projekte MO34

Konštrukcia a zostava filtračného zariadenia zohľadňuje nasledujúce požiadavky:

- **minimálna zostava filtračného zariadenia** pre filtráciu vzduchu z HZ je splnená vo všetkých filtračných zariadeniach VZT systémov.
- **umiestnenie filtračných zariadení v zostave VZT systému na saní ventilátorov** ([II.11], kapitola 5.1.6). Podstatná časť VZT systému je v priebehu normálnej prevádzky v podtlaku. V takto navrhutej zostave je významne minimalizovaná pravdepodobnosť úniku RAL do priestorov HVB, resp. BAPP. Zostavy VZT systémov spĺňajú túto požiadavku.
- **bezkontaktná výmena sorbentu a filtračných materiálov** (vo filtračných zostavách) - bez kontaminácie personálu a pracovného prostredia ([II.11], kapitola 5.1.7).

Zostavy vzduchotechnických systémov umožňujú výmenu vysýtených sorbentov a aerosólových filtračných vložiek s minimálnym rizikom kontaminácie. Je to uskutočňované nasledovne:

- teleso jódomého filtra má vypúšťací ventil v spodnej časti sorpčného lôžka, ním možno riadiť vypúšťanie uhlového sorbentu do oceľového suda. V sude je PE vreca, ktoré je prichytené

¹¹ Zákon 350/2011 Z.z., § 2, bod e „Jadrová bezpečnosť je technický stav a spôsobilosť jadrového zariadeniazabrániť nedovolenému úniku rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia alebo do životného prostredia a.....“

¹² Príloha č.1 k vyhl. č.50/2006, bod 3f

¹³ Príloha č.3 k vyhl. č.50/2006, časť B, bod I. ochrana proti požiaru

vypúšťaciemu hrdlu, takže sa eliminuje vysypanie uhlia mimo vrece a zároveň únik uhlového prachu do ovzdušia.

- konštrukcia telesa aerosólového filtra je navrhnutá tak, že už pri zakladaní novej filtračnej vložky sa v nej umiestňuje PE vrece. Toto vrece slúži pri následnej výmene ako obal kontaminovanej filtračnej vložky. Z telesa filtra sa pri výmene vložka vyťahuje už uložená v PE vreci a následne sa vrece hermeticky uzatvorí.
- **minimálna hĺbka sorbčného lôžka jódového filtra pre havarijné VZT systémy** - má byť použitý jódový filter s násypným sorbčným lôžkom s minimálnou hĺbkou 200 mm - filtre musia byť navrhnuté pre taký prevádzkový režim, v ktorom je zaručená minimálna doba styku. ([II.11], kap. 5.1.7). Použitím konštrukcie s hlbokým sorpčným lôžkom (prietochý profil a objem sorbentu, s hĺbkou sorpčného lôžka min. 200 mm) je zabezpečené, že doba styku zodpovedá normatívnej požiadavke. Jódové filtre všetkých VZT systémov vyhovujú požiadavke minimálnej doby styku.
- **jódový filter musí mať možnosť reprezentatívneho odberu sorbentu** kvôli kontrole účinnosti filtrácie ([II.10], kap. 12.10). Jódové filtre spĺňajú požiadavku kontroly stavu sorbentu (pri odstavenej filtračnej linke) - odberom sorbentu priamo zo sorpčného lôžka – pozri kap. 6.4.4.1.1.2.10.
- **nutnosť uvažovať vplyv klimatických parametrov filtrovaného vzduchu** (vlhkosť). Vplyv zvýšenej vlhkosti je uvažovaný hlavne pre systémy hermetickej zóny. V ich zostavách je na vstupoch filtračných staníc (pred aerosólovou sekciou) zaradená sekcia odlučovača vlhkosti (demister), s pripojením na systém zberu kondenzátu (špeciálnu kanalizáciu). Zhoršenie účinnosti filtrácie jódových filtrov, z dôvodu zvýšenej vlhkosti, je eliminované zaradením ohrievača filtrovaného vzduchu (ďalší odlučovač vlhkosti na vstupe filtračnej stanice) pred jódový filter. Elektrický ohrievač sa uvádza do prevádzky automaticky, v závislosti na meraní relatívnej vlhkosti - keď vlhkosť vzduchu v sacom potrubí dosiahne hodnotu 80 %. Ohrev je automaticky vypínaný pri poklese relatívnej vlhkosti pod 60 % alebo pri dosiahnutí max. prípustnej teploty vzduchu (vzhľadom na prevádzkovú teplotu jódového filtra) [II.11].

Zabezpečenie prevádzkových meraní

Požiadavkou implementácie prevádzkových meraní je sledovaný cieľ permanentnej kontoly stavu filtračných zariadení, aby sa v maximálne možnej miere vylúčili skokové straty účinnosti filtrácie a tým plnenie bezpečnostnej funkcie. Rozsah meraní na VZT systémoch, resp. ich filtračných staniciach je uvedený v popise (kap.6.4.4.1.1.2.10).

Rozmiestnenie strojov a zariadení systémov vzduchotechniky

V [II.3] je požadované: „Zariadenia vnútri systému ochrannej obálky sa musia projektovať tak, aby plnili svoju funkciu a aby ich vplyv na iné systémy, konštrukcie a komponenty bol obmedzený“

V projekte MO34 sú jednotlivé komponenty VZT systémov (aktívne komponenty - ventilátory, pasívne komponenty - potrubné trasy, filtračné zariadenia, chladiče) rozmiestnené v oddelených priestoroch HVB, resp. BaPP a v priestoroch, ktoré sú priamo ventilované/chladené. Umiestnením komponentov v samostatných priestoroch sa eliminuje interakcia s ostatnými technologickými systémami JE a ich vzájomné ovplyvňovanie. Ak sú VZT systémy umiestnené v priestore spolu s inými technologickými zariadeniami, navrhnuté sú tak, aby sa vylúčil ich možný negatívny dopad na túto technológiu.

Bilancia výmeny vzduchu – rýchlosť výmeny vzduchu v jednotlivých vetraných priestoroch

Výmena vzduchu vo ventilovaných priestoroch je daná technologickými, príp. hygienickými požiadavkami týchto priestorov. Na základe týchto požiadaviek boli v projekte navrhnuté vzduchové výkony jednotlivých VZT systémov. V porovnaní s referenčnou JE (EMO12) zostáva v MO34 zachovaný funkčný aj výkonový rozsah vzduchotechniky HVB a BaPP.

Ochrana do hĺbky

Aplikácia princípu ochrany do hĺbky je pre fázu projektovania požadovaná v [II.3] (Základné požiadavky na jadrovú bezpečnosť). Tento princíp patrí k základným princípom koncepcie zabezpečenia jadrovej bezpečnosti. Jeho základným cieľom je prevencia a zmiernenie dôsledkov nehôd a havárií.

Vo VP je tento princíp ochrany do hĺbky aplikovaný riešeniami, ktoré zabezpečujú, že žiadna jednoduchá porucha v systémoch vzduchotechniky nespôsobí ohrozenie personálu JE a obyvateľstva. V projektovom riešení VZT systémov sú zahrnuté riešenia, ktoré sú definované 1. a 2. úrovňou ochrany do hĺbky. VZT systémy sú posudzované ako fyzické bariéry proti šíreniu RAL do pracovného a životného prostredia. V prípade VZT systémov HZ sa jedná o integritu, resp. tesnosť 4. fyzickej ochrannnej bariéry.

Vzduchotechnické systémy a ich komponenty sú navrhnuté konzervatívne – týka sa to:

- výkonov ventilátorov („vzduchových výkonov“),
- dimenzovania profilov potrubných trás (s ohľadom na požadované prietoky),
- filtračných zariadení – kapacitne sú navrhnuté na vyššie parametre ako sú prevádzkové parametre

Z ďalších aspektov princípu ochrany do hĺbky sú v projektovom riešení zahrnuté:

- Zálohované riešenie kritických komponentov VZT systémov – ventilátory (a ich automatické záskoky), filtračné zariadenia.

V závislosti na dôležitosti systému je volený taký stupeň zálohy, že jednoduchá porucha ktoréhokoľvek komponentu systému (ventilátor, filtre, potrubné trasy spolu s príslušnými armatúrami) nespôsobí totálnu neschopnosť systému plniť bezpečnostnú funkciu. Vo VZT systémoch sú inštalované systémy merania a signalizácie, pomocou ktorých je možné predchádzať stavom ich abnormálnej prevádzky a poruchám (meranie prevádzkových parametrov v rámci SKR).

- Sú navrhnuté prostriedky pre prevádzkovú kontrolu (napr. prevádzková kontrola účinnosti filtrácie¹⁵) - aby bolo možné sledovať regulárnu prevádzku a včas identifikovať príp. odklon od nominálnej prevádzky. Navyše sa vykonáva periodické testovanie účinnosti filtrácie tzv. „on site“ testom aerosólových a jódových filtračných zariadení.

Tesnosť vzduchotechnických systémov

Požiadavky na tesnosť VZT systémov je dôležitá z hľadiska zabránenia šírenia ra-látok do priestorov JE [II.3]¹⁶. VZT systémy tvoria fyzickú bariéru proti šíreniu RAL. Tesnosť VZT systémov má dve zložky: tesnosť mechanických konštrukcií a účinnosť filtrácie.

Tesnosť mechanických konštrukcií

¹⁵ Prevádzková kontrola účinnosti filtrácie je iba orientačná, nie je uskutočňovaná za definovaných podmienok

¹⁶ Príloha č. 3 k vyhláske č. 50/2006, časť B, Základné požiadavky na jadrovú bezpečnosť, bod o)

Podstatná časť systémov od nasávacích otvorov po sanie ventilátorov je v podtlaku, tzn., že v tejto časti VZT systémov nie je reálny únik RAL do okolitého prostredia. Kritickou časťou je VZT potrubie od výtlaku ventilátorov po vyústenie vo ventilačnom komíne, ktoré je v budove reaktorov veľmi krátke. Relatívne dlhšie je odsávacie potrubie, to je za filtračným zariadením, ktoré by malo významne redukovať aktivitu uvoľňovanej vzdušiny. Okrem toho je tesnosť tejto časti VZT systémov zabezpečená vlastnou mechanickou konštrukciou, ktorá je odskúšaná pred uvedením systému do prevádzky.

Tesnosť filtračných zariadení - vzhľadom na ŽP

Tesnosť filtračných zariadení vzhľadom na ŽP¹⁷ je daná konštrukčným návrhom. Ten je daný filtračnými prvkami/vložkami. Účinnosť je daná výberom filtračných materiálov, konštrukciou, filtračných prvkov a návrhom ich uloženia [II.10]¹⁸. Na účinnosť má významný vplyv:

- precízna inštalácia filtračných prvkov vo filtračných zariadeniach,
- prevádzka filtračných zariadení: dodržiavanie doporučených prevádzkových režimov.

Implementácia prevádzkových skúseností z iných JE

Využitie prevádzkových skúseností (správnej technickej praxe) a výsledkov výskumu v oblasti jadrovej bezpečnosti je požadované v rámci všeobecných požiadaviek na projekt jadrového zariadenia [II.3]¹⁹.

Skúsenosti z iných JE a z medzinárodných skúseností sa do projektového riešenia premietli:

- v návrhu jódových filtrov z hlbokým filtračným lôžkom. Tento typ jódových filtrov spĺňa doporučená súčasných normatívnych požiadaviek [II.10], [II.11].
- vo výbere sorbentu jódových filtrov, ktorého básový mechanizmus filtrácie je založený na chemickej sorpcii. Využívajú sa skúsenosti s prevádzkou jódových filtrov v JE, skúsenosti s výberom typu sorbentov a testovania ich účinnosti filtrácie pri jeho výmene.

V súčasných doporučeníach na projektovanie [II.10] majú jódové filtre deklarovanú prísnejšiu podmienku na hĺbku filtračného lôžka (v porovnaní so vzduchotechnickými systémami na 1.a 2. bloku EMO).

Vzhľadom na možné zaťaženie jódových filtrov a časove premenné filtračné vlastnosti je doporučované [II.10] zväčšenie hĺbky sorpčného lôžka až na 500 mm. Hrúbka filtračnej vrstvy v projekte VZT systémov MO34 je 200 - 240 mm.

Filtre vo forme sorpčných patrón sú nahradené súvislým sypaným lôžkovým filtrom. Je to z dôvodu zvýšenia účinnosti filtrácie, životnosti sorbentu a aj spoľahlivosti filtračného zariadenia. Sú tým riešené nasledovné nevýhody patrónových filtrov:

- Malá hĺbka sorpčného lôžka (cca. 50 mm), ktorá vyplýva z konštrukčného riešenia patróny.
- Dosahovanie požadovaného výkonu (nominálny prietok cez filtračné zariadenie) a doby styku filtrovaného vzduchu so sorbentom v celom filtri je riešené paralelným radením jednotlivých patrón.
- Doterajšie skúsenosti s prevádzkou patrónovým typom filtrov (EMO12, ETE) ukazujú, že zníženie účinnosti filtrácie pod kritickú hodnotu nastáva cca. po 3 rokoch. Táto perióda je však silne závislá na spôsobe prevádzkovania. Prítomnosť organických otravných látok vo filtrovanom vzduchu môže spôsobiť významnú skokovú zmenu hodnoty účinnosti.

¹⁷ tesnosť 4. bariéry proti šíreniu RAL, je daná vysokou účinnosťou filtrácie

¹⁸ kapitola 11 a 12

¹⁹ Príloha č. 3 k vyhláske č. 50/2006, časť B

- S vyčerpanými patrónami je nutné zaobchádzať ako s pevným rádioaktívnym odpadom v celku alebo oddelene - sorbent a obal
- Inštalácia jódových filtrov s hlbokým lôžkom odstraňuje, resp. minimalizuje uvedené nevýhody. Plnenie sorpčného lôžka sa uskutočňuje priamo na mieste inštalácie filtračného zariadenia a nie je kritické z hľadiska rizika vzniku „skratových“ kanálov, ktorými by prúdila vzdušina bez filtrácie. Dôležitým parametrom pri plnení je dosiahnutie tlakovej straty na filtri.

Ochrana proti požiaru

V [II.3]²⁰ je požadované, že „projekt musí zabezpečiť vhodné preventívne a zmierňujúce opatrenia pri potenciálnej možnosti vzniku požiaru“. VZT systémy musia byť navrhované tak, aby sa dosahovali nasledovné ciele [II.3]:

- predchádzanie požiarom,
- identifikácia, signalizácia a uhasenie požiarov,
- lokalizácia požiarov, ktoré neboli uhasené,
- zabránenie šíreniu požiarov cez VZT systémy a aby ich prevádzka nepodporovala horenie [II.10].

VZT systémy, ktoré odsávajú vzduch z priestorov s možným vznikom požiaru, majú v potrubných trasách inštalované protipožiarne klapky. Ich inštaláciou sa zabráňuje šíreniu ohňa a dymu cez potrubia VZT systémov do ostatných priestorov. Tým sa zároveň predchádza zničeniu alebo degradácii filtračných vložiek a sorpčného materiálu. Týmto sa zároveň minimalizuje možnosť šírenia RAL do pracovného prostredia v JE a do prostredia mimo JE.

Ovládanie protipožiarnych klapiek (ich servopohonov) zabezpečuje FPDS na základe signálu z:

- miestnosti, kde detektor systému EPS zistí požiar,
- termoelektrického teplotného snímača.

Komponenty VZT systémov sú prevážne z ocele. Kritickými sú filtračné materiály – filtračné vložky aerosólových filtrov a aktívne uhlie v jódových filtroch. Výberom materiálov a voľbou ich prevádzkových parametrov (max. prevádzkovej teploty) sa potláča vznik požiarov vo filtračných staniciach v max. možnej miere. Max. prevádzková teplota filtrovaného vzduchu pre VZT systémy HZ (tiež pre aerosólové filtračné vložky a jódový sorbent) je 150 °C. Pri takejto prevádzkovej teplote nehrozí vznik požiaru vo filtračnej stanici.

Vo VZT systémoch je meraná teplota filtrovaného vzduchu.

Riešenie havarijných stavov v systémoch vzduchotechniky

Havarijné stavy vo VZT systémoch možno chápať ako:

- havarijný prevádzkový stav vlastných VZT zariadení,
- prevádzku VZT systémov v havarijných podmienkach JE, vrátane požiaru.

Havarijný prevádzkový stav VZT znamená, že nie je možné prevádzkovať jeden alebo viac VZT systémov pre súčasnú neschopnosť prevádzky niektorých komponentov systému (ventilátorov, ohrievačov, chladičov, filtračných staníc a pod.). Prevádzkový stav tohto typu (havarijný) je málo pravdepodobný, vďaka zálohovaniu, ktoré je jedným z hlavných rysov koncepcie VZT systémov.

²⁰ Príloha č. 3 k vyhláške č. 50/2006 [II.3], Všeobecné požiadavky na jadrovú bezpečnosť – Zabránenie vzniku a rozvoja porúch zariadení, bod 6.

Prevádzka v havarijných podmienkach JE

V [II.10]²¹ sú formulované požiadavky na návrh VZT systémov, aby vo všetkých predpokladaných režimoch (vrátane havarijných) odolávali očakávaným tlakom, teplotám, účinkom korozívnych látok, vlhkosti a ionizujúcemu žiareniu. Požiadavky sa týkajú materiálových a konštrukčných návrhov, ktoré zabezpečujú odolnosť voči havarijnej atmosfére, účinkom ionizujúceho žiarenia.

Pre prevádzku v havarijných podmienkach prichádzajú do úvahy iba VZT systémy hermetickej a vzduchotesnej zóny. Ich konštrukčné, materiálové aj funkčné parametre vyhovujú havarijnej prevádzke tak ako je to pre vybrané typy havárií uvedené nižšie.

Podmienky pre prevádzku jednotlivých VZT systémov závisia od rozsahu havarijnej situácie (kap. 6.4.4.1.1.4). Projekt vzduchotechniky zabezpečuje prevádzku:

- **v prípade SBLOCA** - prevádzku všetkých VZT systémov (vrátane cirkulačných) ako v normálnej prevádzke reaktorového bloku. Tomu zodpovedajú aj zostavy filtračných staníc, v ktorých je inštalovaný odlučovač vlhkosti (jeho výhoda pre prípad havarijnej zvýšenej vlhkosti je uvedená v kap.6.4.4.1.1.1).
- **v priebehu MBLOCA** („stredného“ úniku chladiva I.O.)
- **v prípade LBLOCA** - všetky VZT systémy HZ a vzduchotesnej zóny sú odstavené (okrem systémov chladenia priechodiek).

Napriek tomu, že VZT systémy nie sú určené pre prevádzku v priebehu LBLOCA, ani v prípade ťažkých havárií, v ich zostave sú zabudované armatúry, ktoré ochránia systém proti havarijným tlakovým rázom. Cieľom je zabezpečenie tesnosti 4. fyzickej bariéry (HZ), ktorá je požadovaná aj v prípade havarijnej situácie [II.3]²⁵. Tieto armatúry sú dimenzované na tlak min. 1,1 násobku max. havarijného tlaku ([II.11], kap. 5.3.7). Okrem toho sú rýchločinné a zapracujú v prvých okamihoch vzniku havárie. Projektové riešenie spĺňa požiadavku [II.10] (kap. 9.11), že rýchločinné uzatváracie armatúry na hranici HZ, je nutné uzatvárať automaticky - signálom od ochranného systému reaktora.

V projekte MO34 majú VZT systémy HZ, ktoré prechádzajú stenou hermetických priestorov, pre zvládnutie počiatkových fáz havarijných stavov navrhnuté požadované „oddeľovacie“ prvky - rýchločinné a automatické. Sú nimi:

- rýchlo uzatváracie hermetické klapky - v prípade vzniku pretlaku v HZ (LBLOCA) sa všetky vzduchotechnické potrubia automaticky uzavru pomocou týchto uzatváracích klapiek (t.j. VZT systémy HZ budú odstavené od havarijnej atmosféry). VZT systémy môžu byť spúšťané až po odznení havarijných podmienok (tlak v HZ). Základné parametre rýchločinných klapiek sú uvedené v kap. 6.4.4.1.1.5.2.8.
- hermetické uzávery – tie sú v priebehu normálnej, resp. nominálnej prevádzky bloku (a tiež v prípade vzniku havárie) zatvorené. Sú však dimenzované na pretlak z HZ.
- **v priebehu ťažkej havárie** - v prevádzke je iba komplementárna dvojica VZT systémov vzduchotesnej zóny, ktorou sa okrem iného realizuje bezpečnostná funkcia čiastočného sekundárnehoo kontajnementu [I.1].
- **likvidácia následkov LBLOCA** - projekt uvažuje s prevádzkou filtračných VZT systémov hermetickej zóny. Kritickým parametrom pre začiatok filtrácie je tlak havarijnej atmosféry v HZ. Organizácia

²¹ Kapitola 10

²⁵ Príloha č. 3 k vyhláske č. 50/2006, časť B - Základné požiadavky na jadrovú bezpečnosť, bod o)

prevádzky cirkulačných systémov bude závisieť od konkrétnych pomerov v HZ. Kontaminácia ovzdušia HZ, resp. jej zmeny sú kontrolované v systéme RK.

Z dôvodu tlaku v HZ je vhodné začať filtráciu systémom, ktorého filtre sú „inštalované“ v rovnakom tlaku. Z radiačného hľadiska je to výhodné, aktivita (vo forme aerosólov a plynnej formy RN jódu) zachytená na filtroch zostane lokalizovaná v HZ.

- **prípád straty vlastného napájania** - v prípade straty napájania zo siete zostávajú v prevádzke VZT systémy napájané zo zdrojov zálohovaného napájania.

Zo VZT systémov HZ sú to:

- chladiace systémy,
- filtračný komplementárny systém.

VZT systémy BaPP sú prevádzkované nezávisle na stave reaktorového bloku (i keď prevádzka jednotlivých jej technológií môže byť havarijnými podmienkami reaktorového bloku ovplyvnená). Poruchy technologických zariadení, resp. ich havarijný stav (napr. strata tesnosti zariadení s rádioaktívnymi médiami) sú pokrývané normálnou prevádzkou vzduchotechniky BaPP.

Poznámka: havarijným VZT systémom je aj prírodný VZT systém - pre dodávku filtrovaného vzduchu do BD, resp. do BD ajND. Jeho funkčné, konštrukčné a bezpečnostné hodnotenie je v [I.9].

Prostriedky kontroly filtračnej schopnosti

Filtračná schopnosť (aerosólových a jódoých filtrov) je určovaná hodnotou účinnosti filtrácie. Požiadavkou na filtračné zariadenia je jej vysoká hodnota a zároveň aj časová stabilita. U oboch typov filtrov sa s dobou prevádzky účinnosť filtrácie znižuje. Preto musí byť kontrolovaná: pred začiatkom prevádzky filtra, po každej výmene filtračnej vložky, resp. sorbentu a periodicky v priebehu prevádzky. Požiadavka na testovanie je uvedená v [II.3], [II.10].

Kontrola účinnosti filtrácie je založená na dávkovaní testovacieho média do vzduchotechnickej trasy a odbere vzduchu (s týmto médiom) v definovaných bodoch vzduchovodného potrubia VZT systémov. Body pre dávkovanie testovacieho plynu a odberové body sú navrhnuté podľa kritérií uvedených v [II.10] (príloha F). Lokalizácia týchto bodov je nasledovná:

- dávkovanie testovacieho média je pred aerosólovými filrami,
- odber testovacieho média pred aerosólovými filrami,
- odber testovacieho média za aerosólovými a pred jódoými filrami,
- odber testovacieho média za jódoými filrami.

Okrem on site testov jódoých filtrov navrhované filtračné zariadenia umožňujú testovanie pomocou tzv. vzorkovačov²⁶ [II.11] (kap. 5.1.7), alebo priameho odberu vzorky sorbentu. Odber vzoriek filtrovaného vzduchu je popísaný v kap. 11.4 tejto PpBS [I.1] a v dokumentácii vykonávacieho projektu.

Zariadenie na odber sorbentu je súčasťou dodávky v rámci. Vlastné vyhodnotenie a stanovenie účinnosti filtrácie je uskutočňované laboratórnou metodikou.

Princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany

²⁶ Vzorkovače sú súčasťou PS12 (v systém radiačnej kontroly)

Projektové riešenie vzduchotechnických systémov rešpektuje princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany. Zahrňuje technické a organizačné opatrenia na kontrolu a zmiernenie možných rádiologických následkov úniku ra-látok.

V rámci projektového riešenia vzduchotechniky je RO zabezpečovaná:

- Umiestnením príslušných potrubných a filtračných zariadení v poloobsluhovaných, resp. neobsluhovaných priestoroch. Zabezpečuje sa tým RO personálu JE v HVB.
- Umiestnením filtračných zariadení reaktorovne mimo HZ, v priestoroch vzduchotesnej zóny s príslušnou ventiláciou. Podobne VZT zariadenia pre priestory BAPP sú umiestnené v priestoroch s príslušnou ventiláciou. Tým je splnená požiadavka o „udržaní podmienok prostredia na prístup zamestnancov k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť“ [II.3]. V súvislosti s prevádzkou vzduchotechniky to znamená prevádzkové kontroly, testy filtračných staníc a údržbu.
- Vysokou úrovňou účinnosti filtrácie aerosólov a jódu - ochrana obyvateľstva a ŽP.
- Inštaláciou príslušných zariadení SRK, resp. využívaním prenosných meracích prístrojov RK.

K radiačnej ochrane personálu prispieva tiež fakt, že na práce so zariadeniami vzduchotechniky musí byť vydaný R-príkaz.

6.4.4.1.2.5.2 Analýza porúch v systémoch vzduchotechniky

K závažným poruchám vo vzduchotechnických systémoch patria tie, ktoré znamenajú stratu, resp. významné zníženie funkčnosti (t.j. realizácie požadovanej bezpečnostnej funkcie). Jedná sa predovšetkým o:

- poruchy ventilátorov, ktoré sú súčasťou zostavy všetkých systémov vzduchotechniky,
- zníženie účinnosti filtrácie filtračných staníc (pod požadovanú hodnotu),
- strata chladenia (v systéme TVD, alebo chladenej vody).

Pre včasné zistenie porúch vo VZT systémoch sú inštalované na filtračných sekciách diferenciálne tlakomery, ktorými sa lokálne merajú tlakové straty. Tlakové straty na filtroch slúžia ako indikátory správnej funkcie ventilátorov a jednotlivých filtračných sekcií.

Charakteristickým typom porúch vo VZT systémoch s filtračnými zariadeniami je zmena účinnosti filtrácie. Súvisí to s charakterom filtrácie a filtračných materiálov. Pokles účinnosti filtrácie neznamená vo vzduchotechnických systémoch úplnú stratu schopnosti plnenia bezpečnostnej funkcie - zvyčajne sa u nich nepredpokladá skoková zmena. Znížená schopnosť spôsobuje možné úniky RAL do ŽP. Tento stav v prevádzke filtračných zariadení je očakávaný a spravidla nastáva s približovaním sa ku koncu životnosti filtračných materiálov. K zabráneniu tomu, že prevádzka pôjde až do kritického zníženia účinnosti filtrácie, sú v systémoch vzduchotechniky plánované periodické testy. Tieto testy sú požadované vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.3].

Minimalizácia vzniku porúch (príp. ich úplné zabránenie) a zabránenie ich rozvoja sú v projekte vzduchotechniky HVB a BaPP riešené diagnostikou prevádzky VZT systémov a signalizácie. Sumarizácia meraní na VZT systémoch v rámci SKR je uvedená v kap. 6.4.4.1.1.2.10. V technických správach projektovej dokumentácie vzduchotechniky sú popísané merania, spôsoby riadenia aj signalizácie.

Aerosólové filtre

U aerosólových filtrov ide predovšetkým o zníženie účinnosti filtrácie z dôvodu poruchy integrity filtra – porucha samotného filtračného materiálu (vložky) alebo porušenie tesnosti v systéme uchytenia vložky. Významná strata integrity sa bude prejavovať zanášaním následného jódového filtra.

Zníženie účinnosti filtrácie aerosólových filtrov v prívodných VZT systémoch môže znamenať zvýšenú koncentráciu nerádioaktívnych aerosólov, ktoré sú privádzané do HZ. Tam môže nastať ich „aktivácia“ naviazaním RAL (z únikov I.O.). Okrem toho spôsobujú zvýšené zaťaženie aerosólových filtrov v systémoch HZ.

Ďalším typom obmedzujúceho faktora prevádzky aerosólového filtra je zvýšenie jeho tlakovej straty. To je signalizáciou ukončenia životnosti alebo nesprávnej prevádzky (prívod vzduchu so zvýšenou koncentráciou aerosólov, resp. prachu, alebo prevádzka s nenominálnym prietokom vzduchu cez filter).

Jódové filtre

Podobne ako u aerosólových filtrov ani u jódových nemožno hovoriť priamo o poruchách, ale o stavoch, ktoré znamenajú zmenu prevádzkovej schopnosti filtra. Jedná sa o:

- zníženie účinnosti filtrácie – zníženie úrovne tesnosti (u navrhovaného sorbentu je veľmi nízka pravdepodobnosť úplnej straty filtrácie)
- nárast tlakovej straty na filtri pri nominálnom, resp. zaregulovanom prietoku.

V oboch prípadoch sú definované kritéria pre prevádzku a ich dosiahnutie, resp. priblíženie sa k nim je signálom pre výmenu sorbentu.

Po určitej dobe, zvyčajne na úrovni životnosti sorbentu, začína pokles účinnosti filtrácie. U konštrukcie filtrov (filtračného lôžka), použitých pre MO34 je zníženie tesnosti prakticky možné iba degradáciou sorbentu – dynamickým alebo statickým starnutím. V dôsledku pôsobenia vzdušného kyslíka na bazový sorbent dochádza k jeho droleniu – zvyšuje sa podiel prachovej frakcie v sorbente. To následne vyvoláva aj zvýšenie tlakovej straty. Ďalším faktorom znižovania účinnosti filtrácie môže byť „otrava“ sorbentu záchytom pár organických látok.

Tlaková strata môže byť zvyšovaná aj v dôsledku straty tesnosti aerosólovej filtračnej sekcie.

Zníženie účinnosti filtrácie je možné identifikovať periodickým testovaním, alebo na základe meraní v SRK.

6.4.4.1.2.5.3 Analýza spoľahlivosti

6.4.4.1.2.5.3.1 Zhodnotenie spoľahlivosti

Spoľahlivosť (požadovaná v [II.3])³⁰ je v závislosti na dôležitosti VZT systémov zabezpečovaná nasledovnými spôsobmi:

- zálohovaním zariadení a strojov,
- zálohovaním elektrického napájania,
- zálohovaním prívodu TVD,
- príslušnou kvalifikáciou zariadenia,

³⁰ Príloha č. 3, časť B - radiačná ochrana, ventilačné a filtračné systémy G, 5e,f

- návrhom s dostatočnou výkonovou rezervou - zníženie výkonu ventilátorov (v dôsledku poruchy) v takomto prípade preto nemusí hneď viesť k strate funkčnosti VZT systému.

Zálohovanie

Zálohovanie filtračných staníc vyplýva z požiadavky Vyhlášky č. 50/2006 ÚJD SR, príloha č.3, časť G, bod 5e, „Projekt musí byť vyhotovený tak, aby používané filtre mali požadovanú spoľahlivosť....“

Zálohovanie spĺňa jeden z dvoch nasledujúcich aspektov (alebo oba súčasne):

- zabezpečenie trvalej filtračnej kapacity VZT systému (VZT systém je trvale potenciálne schopný prevádzky s vysokou účinnosťou filtrácie),
- výmena filtračných materiálov (resp. iná údržba) v priebehu neobmedzenej (trvalej) prevádzky - je umožnená zálohovaním za nepretržitej prevádzky [II.11]³¹. Okrem toho pre systémy chladenia cirkulujúceho vzduchu je požadovaná minimálne rovnaká zálohovania ako má zariadenie, pre ktoré je príslušná vzduchotechnika navrhnutá [II.11]³².
- Projekt zohľadňuje požiadavku (Vyhl. č. 50/2006 ÚJD SR, príloha č.3, Všeobecné požiadavky na projekt jadrového zariadenia, časť G, bod 5f), aby zariadenia dôležité z hľadiska JB (so vzťahom k bezpečnosti), boli zálohované. V projekte vzduchotechnických systémov je podľa funkcie systému uvažované zálohovanie na rôznych úrovniach: zálohovanie ventilátorov, zálohovanie filtračných zariadení a ich kombinácia. Takéto riešenie umožňuje vysokú spoľahlivosť prevádzky.

Záloha zdrojov podtlaku (ventilátorov)

Zálohovanie je dôležité zvlášť u systémov, s ktorými sa počítá pri likvidácii dôsledkov havárií. Návrh ich konštrukcie, riadenia a kontroly musia zabezpečovať trvalú „funkčnú“ prevádzku bez potreby údržby, resp. iného lokálneho zásahu personálu. [II.11], kap. 5.1.6.

Táto požiadavka je plnená pomocou:

- zálohovania ventilátorov,
- automatického riadenia,
- diaľkového riadenia a kontroly z miest ovládania v SD, BD, resp. ND (miesto závisí od VZT systému),kompletne pre jednotlivé systémy.

Výber materiálov vzduchotechnických systémov

Filtračné materiály

Filtračné materiály navrhnuté vo vykonávacom projekte spĺňajú požiadavky na filtračné materiály, definované v [II.10] a [II.11]. Tieto požiadavky sa týkajú hlavne zabezpečenia požadovanej úrovne filtrácie a tepelnej odolnosti - parametre: účinnosť filtrácie, výkon VZT systému a s ním spojený potrebný objem filtračného materiálu, doba styku a požiadavky spojené s klimatizačnými parametrami filtrovanej atmosféry určených priestorov.

³¹ DIN 25 414, resp. KTA 3601, kap. 5.1.6 Filtrační zařízení vzduchu

³² DIN 25 414, resp. KTA 3601, kap. 5.2.4 Systémy na chladienie cirkulujúceho vzduchu

Výber typov komponentov (napr. jódové filtre s hlbokým filtračným lôžkom) spolu s optimálnymi parametrami vybraných filtračných materiálov zaručujú, že filtračné zariadenia dosahujú najvyššiu možnú účinnosť filtrácie, akú je možné dosiahnuť v priemyselnej aplikácii. Optimálna prevádzka, s plným využitím parametrov filtračných materiálov, predpokladá nastavenie VZT systému na doporučenú dobu kontaktu filtrovaného vzduchu a filtračného materiálu.

Konštrukčné materiály

Na konštrukčné materiály VZT systémov sú kladené požiadavky [II.10]:

- pevnosti - na zabezpečenie seizmickej odolnosti a odolnosti voči havarijným podmienkam,
- chemickej stability - odolnosť voči korozívnym látkam, vlhkosti, dekontaminačným prostriedkom,
- požiarnej odolnosti - materiály pre výrobu jednotlivých komponentov VZT systémov nesmú podporovať horenie,
- radiačnej stability (počas životnosti sa nesmú prejaviť známky neprípustného starnutia).

Vo VP je pre skrine filtračných zariadení a ostatné komponenty VZT systémov určený ako konštrukčný materiál ocel' triedy DIN 1.4541. Pre voľne vedené vzduchovody je určený čierny oceľový plech (s ochranným náterom). Pre potrubia zabudované do stavebných konštrukcií je použitý nerezový plech. Materiálovou a konštrukčnou požiadavkou na filtračné zariadenia je, aby u týchto zariadení bola minimalizovaná úroveň možnej kontaminácie povrchov a zároveň aby ich konštrukcia umožňovala dekontamináciu ([II.11] kap. 5.1.1(6)).

Kontrola účinnosti filtrácie

Zárukou spoľahlivej funkcie filtračných staníc je pravidelná kontrola s cieľom včasnej signalizácie zhoršenia parametrov charakterizujúcich účinnosť filtrácie (pod projektovanú resp. požadovanú účinnosť zachytu). Vo vykonávacom projekte všetkých vzduchotechnických systémoch s filtračnými stanicami sú zahrnuté riešenia, ktoré spĺňajú požiadavky na sledovanie parametrov dôležitých pre zaistenie filtračnej účinnosti [II.6], [II.7], [II.8], [II.9], [III.1].

Povinnosť uskutočňovať skúšky a kontroly stavu VZT systémov vychádza z požiadavky Vyhlášky č. 50/2006 ÚJD SR, príloha č.3, časť G, bod 5e, „Projekt musí byť vyhotovený tak, aby používané filtre bolo možné podrobiť skúškam účinnosti“ [II.3]. Dôvody pre kontrolu aerosólových aj jódových filtrov vychádzajú z rovnakých požiadaviek. Pre filtračné systémy sú vykonávané nasledovné testy:

1. Test kvality - test filtračného zariadenia pred a počas inštalácie na JE.
2. Preberací test - test filtračného systému pri prvej inštalácii filtrov pred prebratím systému a jeho uvedením do prevádzky (funkčné skúšky).
3. Test spôsobilosti - kontrola filtračného systému po každej inštalácii alebo výmene filtračného zariadenia.
4. Opakovaný test - periodická kontrola filtračného systému podľa požiadaviek (kritérií) dozorných orgánov.
5. Prevádzkový test - pravidelné vyhodnotenie kontinuálne sledovaných prevádzkových parametrov.

Testy uvedené v 2. a 3. bode majú okrem iného preukázať bezchybnú inštaláciu filtračného zariadenia, znamenajú kontrolu tesnosti zariadení príslušných ventilačných systémov. Testy uvedené v 2. až 5. bode sú tzv. „on site“ testy, ktoré sa uskutočňujú v nominálnom režime testovaného zariadenia.

Pre opakovaný test sa v projektovej dokumentácii sa uvažuje s dvomi typmi testu: on site testom a laboratórnym testovaním.

Pre všetky filtračné stanice vo VZT systémoch HVB a BaPP sú v projektovej dokumentácii navrhnuté odberové príruby pre „on site“ testovanie účinnosti filtrácie aerosólových a jódových sekcií týchto staníc. Dávkovacie a odberové príruby sú navrhnuté na potrubíach. Podrobný popis týchto „on site“ testov je uvedený v programoch funkčných skúšok. Výsledkom testu je hodnota účinnosti filtrácie, alebo dekontaminačného faktoru. Pre orientačné prevádzkové meranie možno využiť aj odberové sondy systému RK.

Laboratórne testovanie sa týka iba jódových filtrov. Podľa projektovej dokumentácie je súčasťou dodávky filtračných staníc vzorkovacia (odberová) tyč pre odber vzoriek sorbentu z filtračného lôžka pre následnú laboratórnu kontrolu. Jódové filtre sú vybavené otvormi v sorpčnom lôžku, ktoré umožňujú jednorázový odber vzorky sorbentu priamo zo sorpčného lôžka filtračného zariadenia. Technika odberu zabezpečuje, že odobratá vzorka reprezentuje celý prierez vrstvy sorbentu v smere prúdenia vzduchu. Následne je vzorka podrobená laboratórnej analýze testovacím plynom $\text{CH}_3^{131}\text{I} + \text{H}_2$. Výsledkom je stanovenie účinnosti filtrácie, resp. dekontaminačného faktoru.

Kontrola činnosti filtračných staníc prostredníctvom periodických testov sa realizuje odberom testovacieho média cez nátrubky s prírubou osadenými na potrubíach vzduchotechnického systému (na prívodných a odsávacích potrubíach k filtračnému zariadeniu)³³. Okrem toho sú na VZT potrubíach inštalované odberové sondy pre trvalé odbery vzoriek vzduchu, ktoré sú súčasťou SRK. V závislosti na systémoch sú na tieto odbery pripojené:

- kontinuálne monitorovacie zariadenia RK,
- trvalé stabilné odberové trasy so zaradenými meracími filterami,
- prenosné odberové zariadenia (tzv. vzorkovače vzduchu).

Poznámka: on site testovaním účinnosti aerosólových filtrov sa meria tesnosť aerosólovej sekcie ako celku, t.j. filtračných vložiek a ich uloženia (resp. ich tesniacich plôch v telese filtra).

Prvoradým dôvodom pre kontrolu jódových filtrov (on site testom, alebo laboratórne) je znižovanie účinnosti filtrácie spôsobenej starnutím sorbentu, použitého na záchyt jódu a jeho zlúčenín. Starnutie sorbentu je spôsobované dvoma mechanizmami – prúdením vzduchu (opotrebovanie oterom) a otravou (znehodnotenie nečistotami). Oba mechanizmy predstavujú postupné mechanické a chemické zmeny sorpčného materiálu. V závislosti na prevádzkových podmienkach je treba uvažovať o dynamickom a statickom starnutí. Dynamické starnutie je charakteristické pre prevádzku filtračných staníc, kým statické starnutie je výsledkom skladovania sorpčných materiálov a tiež prevádzky filtračných staníc v stave rezervných (záložných) filtrov.

Kontinuálne merania určujú podmienky pre prevádzku filtračných staníc, napr. výmenu filtračných materiálov.

Prevádzková kontrola VZT systémov

Kontrola spoľahlivosti prevádzky filtračných staníc vyžaduje kontinuálne sledovanie nasledujúcich prevádzkových parametrov [II.10]:

- teploty filtra,

³³ Ich umiestnenie a inštalácia vychádza z [II.10]

- tlakovej straty na filtri, resp. odporu filtra meraním rozdielu tlakov pred a za filtrom (prudký pokles tlakovej straty alebo jej strmý nárast signalizuje potrebu výmeny filtračných vložiek, resp. sorbentu)

Poznámka: prietok a tlaková strata spolu súvisia (pre konkrétny filter). V projektovej dokumentácii sú navrhnuté lokálne meranie tlakovej straty na každej filtračnej sekcii.

- objemovej aktivity na vstupe a výstupe z filtračného zariadenia (pomer týchto aktivít orientačne určuje účinnosť záchytu filtra - zníženie účinnosti filtra pod požadovanú úroveň signalizuje potrebu výmeny filtra).

Na VZT systémoch sa meria tlak na saní a výtlaku ventilátorov a množstvo prúdiaceho vzduchu, tlaková strata na filtroch, vlhkosť prúdiaceho vzduchu a úniky vody z chladičov.

Monitorovanie objemovej aktivity (aerosóly, jód a RVP) je riešené v projekte radiačnej kontroly (DPS3.12.01) a popísané je v kapitole 11.4 tejto PpBS [I.1].

Okrem toho je u cirkulačných systémov požadované merať parametre, ktorými je kontrolované chladenie ovzdušia v určených priestoroch [II.10]³⁵.

Účinnosť záchytu aerosólov filtermi vzduchotechnických systémov možno sledovať periodickým odberom vzoriek vzduchu odbermi SRK na vstupe a výstupe filtračných staníc a záchytom na pevných aerosólových filtroch s meraním a vyhodnocovaním v RCHL, resp. v laboratóriu RK. Podobne možno stanoviť účinnosť záchytu jódomých filtrov systémov. Táto možnosť kontroly VZT systémov je súčasťou väzby medzi systémami vzduchotechniky a systému RK.

Zoznam odberových trás s príslušnými „meracími“ aerosólovými filtermi je uvedený v prevádzkovom predpise pre systém radiačnej kontroly.

Poznámka: Okrem sledovania parametrov dôležitých pre zaistenie účinnosti filtrácie je potrebné zaistiť sledovanie technického stavu a kontrolu činnosti ventilátorov a ostatných zariadení ventilačných systémov [II.10] (kap. č.17, 18). Minimálne jedenkrát za rok je nutné preveriť funkčnosť oddeľovacích rýchlo činných armatúr. Túto časť kontroly ventilačných systémov riešia prevádzkové predpisy pre jednotlivé komponenty.

6.4.4.1.2.5.3.2 Preukázanie kvalifikácie systémov

Dokumentované sú výsledky kvalifikácie týchto zariadení pre MO34 a vyhodnotenie dosiahnutej úrovne kvalifikácie na základe výpočtov. Overenie filtračných staníc (dodávky fy Chestreal Progress, a.s.) sa týka:

- seizmickej kvalifikácie - klasifikácie na seizmické vplyvy okolia, seizmická kategorizácia VZT systémov a ich komponentov uvedená v [I.8]. Seizmická odolnosť jednotlivých komponentov vyhovovuje spektru seizmického zaťaženia definovaného pre konkrétne priestory.
- kvalifikácie na prostredie - neseizmické vplyvy okolia (okrem vplyvov elektromagnetického prostredia),
- kvalifikácie na EMC - vplyvy elektromagnetického prostredia, vplyvy elektromagnetickej a rádiových frekvencií interferencie.

Kvalifikácia filtračných staníc pre podmienky MO34 platí za podmienky splnenia podmienok uvedených vo výpočtových správach, podmienok inštalácie, výpočtového zhodnotenia potrubí, montážnych podmienok a podmienok pravidelnej údržby.

Uloženie strojov a zariadení VZT systémov je navrhnuté s ohľadom na potlačenie prenosu chvenia v rámci zostáv jednotlivých systémov. Ventilátory sú inštalované na pevných izolovaných základoch. Spojenie

³⁵ Kap. 9

ventilátorov (ako zdroja vibrácií) s nasávacími a výtlačnými potrubiami je navrhnuté pomocou tesných gumových spojov.

Stroje a zariadenia VZT systémov, inštalovaných v HZ sú navrhnuté z hľadiska parametrov prostredí, v ktorých majú byť inštalované. Týka sa to cirkulačných systémov, ktoré budú prevádzkované v prostredí HZ pri rôznych režimoch reaktorového bloku.

Pre VZT systémy boli spracované hydraulické výpočty. Výpočtami boli určené tlakové pomery, potvrdená dostatočnosť navrhnutých priemerov, resp. profilov potrubných trás a potvrdené dosiahnutie požadovaných technických parametrov. Tým bola preukázaná prevádzky schopnosť týchto systémov pre požadované prietoky filtrovaného vzduchu. Je predpoklad, že tieto výpočty potvrdzujú aj prevádzky schopnosť VZT systémov 4. bloku.

6.4.4.1.3 Bezpečnostné zhodnotenie VZT systémov HVB a BaPP

VZT systémy významným spôsobom ovplyvňujú bezpečnosť reaktorového bloku z pohľadu radiačnej ochrany obsluhujúceho personálu aj z pohľadu bezpečnej prevádzky jadrových zariadení. Pri bezpečnostnom hodnotení VZT systémov sa vychádza z požiadaviek Vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť pri projektovaní jadrových zariadení. Jedným zo základných princípov je kategorizácia projektovaných VZT systémov a ich komponentov. Tomuto je venovaná kapitola 6.7.3 tejto PpBS [I.8].

Z dôvodov uvedených v kap. 6.4.4.1.1.2.6 vyššie na VZT systémy sú uplatňované požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.3], v prílohe č.3 v časti B/I./G. (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.27] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.3] je uvedené na konci kapitoly 6.4.4.1.4).

6.4.4.1.3.1 Kritériá pre systémy a ich plnenie

Cirkulačné VZT systémy sú podporné systémy v skupine bezpečnostných systémov. Systémy na odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL a ostatné cirkulačné VZT systémy reaktorovne sú systémy súvisiace s jadrovou bezpečnosťou a zaradené sú do skupiny podporných systémov. VZT systémy sú zaradené medzi vybrané zariadenia [II.3], [I.1]. Uvedená klasifikácia znamená požiadavky na zaistenie vysokej kvality týchto VZT systémov a ich zodpovedajúcu kvalifikáciu, ktorá je preukázaná vo vypracovaných plánoch kvality vybraných zariadení. Zoznam príslušných plánov kvality je uvedený v [I.8]. Okrem toho sú súčasťou sprievodnej technickej dokumentácie aj metódy pre kontrolu stavu filtračných zariadení v priebehu prevádzky.

Navrhnuté projektové riešenie spĺňa požiadavky pre zabezpečenie akosti jednotlivých komponentov VZT systémov aj VZT systémov ako celku.

Základné bezpečnostné požiadavky na VZT systémy sú [II.3]:

- plnenie príslušnej bezpečnostnej funkcie³⁶,
- vysoká spoľahlivosť prevádzky³⁷,
- zabezpečenie radiačnej ochrany³⁸.

³⁶ Príloha č. 3 k vyhláške č. 50/2006, časť B - G. Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy, (5) c) 1. až 4.

³⁷ Príloha č. 3 k vyhláške č. 50/2006, časť B - G. Radiačná ochrana, ventilačné a filtračné systémy (5) e),f)

³⁸ Príloha č. 3 k vyhláške č. 50/2006, časť B - G. Radiačná ochrana, ventilačné a filtračné systémy (5) g)

Bezpečnostné funkcie VZT systémov

Bezpečnostná funkcia pre cirkulačné VZT systémy definovaná v [II.3] je:

- „vytvorenie vhodného pracovného prostredia v určených priestoroch pre technologické zariadenia a personál, vnútornú a vonkajšiu bezpečnosť zariadení“.

Bezpečnostné funkcie pre odsávacie VZT systémy definované v [II.3] sú:

- „likvidácia únikov štiepných produktov do vzduchu prevádzkových priestorov“ - zníženie objemových aktivít RAL a zabránenie rozptylu a nekontrolovanému úniku plyných RAL do určených priestorov,
- „minimalizácia únikov plyných výpustí do ŽP“ – udržanie únikov do ŽP pod ustanovenými limitmi.

K tomu, aby VZT systémy plnili požadované bezpečnostné funkcie, sú pre ne v projekte definované nasledovné parametre:

- množstvo vzduchu („výkon“ VZT systému),
- rozdiel tlaku medzi určenými priestormi,
- tlaková strata na zariadeniach systému (vrátane potrubného systému),
- teplota privádzaného vzduchu,
- účinnosť filtrácie.

Projektová dokumentácia pre VZT systémy obsahuje prostriedky na kontrolu týchto parametrov (SKR, periodické kontroly účinnosti filtrácie, monitorovanie v SRK). Obsiahnuté sú v nej aj postupy funkčných skúšok. Navrhnuté projektové konštrukčné a materiálové riešenie VZT systémov garantuje dosahovanie požadovaných úrovní týchto parametrov. Tieto parametre sú definované tak, aby boli dosiahnuté a splnené požadované bezpečnostné funkcie a ich splnenie je dokumentované vo vykonávacom projekte MO34.

Spracované projektové riešenie zabezpečenie tiež dosiahnutie kvality jednotlivých komponentov aj VZT systémov ako celkov.

V súlade s princípom ochrany do hĺbky (1. úroveň), všeobecne požadovanom pre celý projekt JE, sú jednotlivé komponenty VZT systémov navrhnuté a dimenzované konzervatívne. To znamená, že s rezervou vyhovujú požadovaným úrovniam ochrany do hĺbky (poznámka: v priebehu uvádzania do chodu budú parametre zaregulované na požadované, resp. nominálne hodnoty). Vykonávací projekt VZT systémov zodpovedá riešeniam, navrhnutým v úvodnom projekte MO34. Tento úvodný projekt preberá v hlavných rysoch projektové návrhy pre EMO12³⁹ (ciele, systémy, vetrané priestory, parametre VZT systémov a ich komponentov). Vzduchové výkony ventilátorov VZT systémov sú v súlade s Úvodným projektom MO34 a zodpovedajú teda projektu VZT systémov EMO12, kde doterajšia prevádzka potvrdzuje dostatočne nadimenzovaný rozsah požadovaných parametrov. Je to odôvodnené aj tým, že potrubné trasy a tiež stavebná časť HZ MO34 sa oproti EMO12 významne nezmenili. Pravidelné testy filtračných staníc potvrdzujú správnosť projektového prístupu aj pre MO34.

Cirkulačné vzduchotechnické systémy

Cirkulačné VZT systémy zabezpečujú chladenie alebo filtráciu vzduchu v určených priestoroch. Ako sprievodný efekt chladenia sa dosahuje odstraňovanie RAL z cirkulujúceho vzduchu a riedenie objemovej aktivity RAL vo vzduchu určených priestorov HZ. Efektívna prevádzka cirkulačných VZT systémov vyžaduje zabezpečiť požadované parametre:

³⁹ Referenčná JE EMO12 je stavebne aj technologicky zhodná elektráreň

- objem cirkulujúceho vzduchu,
- teplotu vzduchu – podľa ochladzovaných miestností,
- účinnosť filtrácie aerosólových a jódových filtrov.

U chladiacich systémov je rozhodujúca teplota ovzdušia v ochladzovaných priestoroch. Dosahuje sa odvodom tepla a pary, uvoľnených do týchto priestorov. Objem cirkulujúceho ochladzovaného vzduchu bol stanovený na základe uvoľňovaného tepla. Na základe toho boli navrhnuté chladiace príkony pre jednotlivé VZT systémy.

V každom bloku MO34 je v reaktorovni navrhnuté inštalovať jeden cirkulačný filtračný systém. Základné charakteristiky a parametre jeho filtračných zariadení sú uvedené v kap. 6.4.4.1.1.2.1. Tento systém je určený pre režimy normálnej prevádzky a malej havárie. Na vstupe filtračného zariadenia je zaradený odlučovač vlhkosti, ktorým sa s vlhkosťou odstraňuje aj hrubá frakcia aerosólov (kap.6.4.4.1.1.5.2.5). Systém je prevádzkovaný do teploty filtrovaného vzduchu max. 65 °C – pri prevýšení tejto teploty sa ventilátor automaticky odstaví, spolu s ním sa uzatvárajú príslušné klapky. Cieľom je ochrániť ventilátory a ich pohony.

Projektové riešenie cirkulačných systémov zabezpečí plnenie požiadaviek prevádzky JE.

Odsávacie a prírodné vzduchotechnické systémy

Požiadavky na odsávacie a prírodné VZT systémy vyplývajú z požiadaviek na zabezpečenie jadrovej bezpečnosti [II.13] a radiačnej bezpečnosti. Z hľadiska JB musí projektové riešenie zabezpečiť plnenie jednej zo základných bezpečnostných funkcií [II.3]⁴⁰ – „regulácia a obmedzenie množstva a druhu rádioaktívnych látok do ŽP.“ Ďalšie požiadavky na projektové riešenie týchto systémov vychádzajú z kritérií pre ich kategorizáciu do bezpečnostných tried vybraných zariadení [II.3].^{41,42,43,44}

Potrubné trasy VZT systémov HZ majú prechod cez steny HZ, ktoré spolu s filtračnými zariadeniami tvoria 4. (fyzickú) bariéru proti šíreniu RAL do okolitých priestorov. Požiadavka tesnosti tejto bariéry [II.3]⁴⁵ je projektovým riešením zabezpečená odsávacími VZT systémami, ktoré vytvárajú vytvorenie podtlaku v HZ.

Pri hodnotení tesnosti filtračných zariadení je treba uvažovať potenciálny únik RAL cez VK do životného prostredia. Účinnosť filtrácie nemá trvale stabilnú hodnotu. Jej zníženie na kritickú úroveň znamená obmedzenie životnosti aerosólových vložiek alebo sorbentu jódových filtrov. Aktivita, uvoľnená do ŽP, je závislá na stupni zníženia účinnosti filtrácie. Preto k bezpečnostným charakteristikám VZT systémov patrí aj kontrola účinnosti filtrácie. Požiadavka kontroly účinnosti filtrácie vyplýva z [II.3]⁴⁶ a [II.11] (Skúšky filtračných

⁴⁰ Príloha č.3 k vyhl. č. 50/2006, časť B – Riešenie jadrovej bezpečnosti.... – bod (5)d

⁴¹ Príloha č.1 k vyhl. č. 50/2006, bod 2f „.....na zabránenie únikov rádioaktívnych látok z jadrového paliva do okolia

⁴² Príloha č.1 k vyhl. č. 50/2006, bod 3f „.....nevyhnutné na udržanie podmienok prostredia vnútri jadrového zariadenia potrebných na prevádzku bezpečnostných systémov a na prístup zamestnancov k plneniu činností dôležitých pre jadrovú bezpečnosť“

⁴³ Príloha č.1 k vyhl. č. 50/2006, bod 3j „.....nevyhnutné na obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pod ustanovené limity pri normálnej a abnormálnej prevádzke“

⁴⁴ Príloha č.1 k vyhl. č. 50/2006, bod 2h „.....určené na obmedzenie prieniku ionizujúceho žiarenia mimo ochrannej obálky pri havarijných podmienkach a po ich uplynutí“

⁴⁵ Príloha č.3 k vyhl. č. 50/2006, časť B – B. Riešenie jadrovej bezpečnosti.... – bod (5)c

⁴⁶ Príloha č.3 k vyhl. č. 50/2006, časť B – G. Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy – bod (5)e

zariadení). Spôsob realizácie prevádzkovej ako aj laboratórnej kontroly účinnosti filtrácie, implementovaný v projekte, je popísaný v kap. 6.4.4.1.1.2.10 a v kap. 6.4.4.1.2.5.3.1.

Odsávacie VZT systémy v spolupráci s prívodnými VZT systémami zabezpečujú ventiláciu v určených priestoroch HZ. Projektové riešenie zabezpečuje realizáciu nasledujúcich funkcií:

- odťah požadovaného objemu vzduchu s ohľadom na zabezpečenie požadovaného podtlaku a požadovanú výmenu vzduchu vo vetraných miestnostiach,
- definovaný smer prúdenia vzduchu s vytvorením tlakového rozdielu medzi určenými priestormi (HZ a vzduchotesná zóna, HZ a neaktívna časť),
- filtrácia aerosólov a jódu.

Prívodné aj odsávacie VZT systémy sú vo VP navrhnuté s takými vzduchovými výkonmi, ktoré zabezpečia požadované tlakové pomery v priestoroch HVB a BAPP. Prívádzaný čerstvý vzduch je prívodnými systémami filtrovaný a ohrievaný, resp. ochladzovaný (v závislosti na ročnom období).

Účinnosť filtrácie

V projektovom riešení sú uvedené typy filtračných jednotiek s definovanými parametrami a ich hodnotami. Požiadavky na zabezpečenie prevádzky vyplývajú z [II.13], [II.3].

Aerosólový filter

Účinnosť filtrácie aerosólovej sekcie (prefilter + HEPA filter) je stanovená za definovaných podmienok – štandardnou testovacou metódou. V [II.10] je uvedená požiadavka na účinnosť filtrácie - minimálna hodnota účinnosti filtrácie je 99,95 % Túto požiadavku spĺňa aj projektový návrh. Je to zároveň kritická hodnota pre výmenu filtračných vložiek (HEPA).

Poznámka: vo filtračnej aerosólovej sekcii sú za sebou zaradené vložka predfiltera (s projektovou hodnotou účinnosti > 90 %) a vložka vysokoúčinného filtra „HEPA“ (s projektovou hodnotou účinnosti > 99,95 %). Účinnosť filtrácie celej aerosólovej sekcie určuje HEPA filter. U filtračných staníc s jódomým filtrom zvyšuje účinnosť filtrácie aerosólov aj jódomý filter s výprachovým filtrom HEPA. Je to však nežiadúci efekt, pretože spôsobuje zanášanie jódomého filtra a tým znižovanie jeho účinnosti zachytu jódu.

Jódový filter

Účinnosť filtrácie je určovaná predovšetkým kvalitou sorpčného materiálu a dobou kontaktu filtrovaného vzduchu so sorbentom. Doba kontaktu je určená hĺbkou filtračného lôžka. Výber sorbentu (jeho kvalita) a doba kontaktu sú dokumentované v projektovej dokumentácii a vyhovujú odporúčaniam pre optimálny výber sorbentu a geometrie filtračného lôžka podľa [II.10] a [II.11].

Jódový filter so sypaným filtračným lôžkom je zaplnený aktívnym uhlím, impregnovaným jodidom draselným. V projektovom riešení sa deklaruje, že dodaný filter, resp. sorpčný materiál v ňom spĺňa požiadavku počiatocnej hodnoty účinnosti filtrácie pre metyljodid ($\text{CH}_3^{131}\text{I}$) - 99,99%. Základným mechanizmom zachytu jódu je chemická sorpcia. Tento mechanizmus filtrácie je výhodný aj v prípade zníženej účinnosti filtrácie zvlášť v recirkulačnom režime.

Technická normatívna dokumentácia pre sypané jódomé filtre (filtre hlboko lôžkové) doporučuje minimálnu hĺbku lôžka 200 mm [II.10]. Väčšia hĺbka filtračného lôžka ako požadovaná má okrem zaručenej hodnoty účinnosti filtrácie vplyv aj na predĺženie životnosti náplne sorpčného lôžka.

Odhad filtračnej kapacity

Aerosólové filtre

Kapacita aerosólových filtrov je v technickej literatúre prezentovaná údajom absorbovanej hmotnosti. Táto hodnota je závislá na type, tvare, veľkosti (ploche) a porozite filtra ale tiež na veľkosti, tvare a koncentrácii aerosólov, ktorými je filter exponovaný. Hmotnostný údaj o zanesení filtra výrobca, resp. dodávateľ filtrov na MO34 neudáva. Filtračná kapacita aerosólových filtrov je uvádzaná hodnotou dovolenej tlakovej straty na filtri, tzv. „koncová tlaková strata“. Táto hodnota reprezentuje zvýšenie odporu v dôsledku zanesenia filtra, t.j. zachytených aerosólových častíc. Jej hodnota je zároveň deklarovaná ako kritérium pre výmenu filtračných vložiek. V projektovej dokumentácii sú uvádzané zvlášť hodnoty pre sekciu predfiltra a pre sekciu HEPA filtra.

Jódové filtre

Z analýz chovania sa jódu pri nadprojektových haváriách a z príslušných modelov [II.16] vyplýva, že 95 % inventáru AZ tvorí aerosólová zložka (C_{sI}) a 5 % pripadá na prchavé formy jódu (I_2 , HI, organické zlúčeniny, napr. metyljodid CH_3I). Z podielu prchavých foriem jódu má pri projektovej havárii elementárna forma jódu podiel 4,85 %, na organické formy jódu pripadá 0,15 %⁴⁷ [III.6].

Jódový filter každej filtračnej stanice je naplnený sorbentom - aktívnym uhlím impregnovaným jodidom draselným (KI).. Kapacita filtra je vypočítaná ako konzervatívna hodnota na základe údajov uvedených v [II.14], [II.15]. Pre jednotlivé vzduchotechnické systémy je uvedený konzervatívny odhad filtračnej kapacity jódových filtrov, resp. filtračnej vetvy, t.j. maximálna hmotnosť jódu, ktorú je schopný sorbent v objeme filtračného lôžka zachytiť.

Pre optimálnu filtráciu jódu je definovaná minimálna doba styku [II.11]. Pre súčasne dodávané sorbenty všetky posudzované jódové filtre tento parameter spĺňajú – sú to hodnoty, ktoré zaručujú dostatočne vysokú účinnosť zachytu (čerstvý sorbent).

Filtračný systém, ktorý má byť v prevádzke počas alebo bezprostredne po havárii musí byť dimenzovaný 2 x 100 % (alternatívne prepojitelný) ([II.11], kap. 5.2.3). V každom z uvedených VZT systémov sú použité tri filtračné stanice (s rovnakou kapacitou). Postupným využitím všetkých troch liniek je kapacita týchto systémov trojnásobná. Pri uvážení sorpčnej kapacity všetkých troch liniek a transportných ciest a zdrojových foriem jódu možno konštatovať, že jódové filtre týchto dvoch systémov z hľadiska kapacity vyhovujú aj likvidácii následkov nadprojektových havárií.

Prostriedky na spomalenie procesu znižovania účinnosti filtrácie

Proces znižovania účinnosti filtrácie je normálny prevádzkový proces, ktorý je dôsledkom prevádzkových činností vo vetraných priestoroch, stárnutia filtračných a konštrukčných materiálov (najmä tesnení).

Stárnutie sa zvlášť týka jódových sorbentov. Stárnutie predstavuje mechanizmy degradácie vlastností [III.4] označované ako:

⁴⁷ V prípade ťažkých havárií, keď nie je možné zaručiť požadované pH vody na podlahe ochrannnej obálky (pH = 7 alebo väčšie, t.j. neutrálne alebo zásadité prostredie) sú uvažované nasledujúce formy jódu: elementárny (90%) a organický (10%).

- statické stárnutie: Spočíva v pomalých oxidačných procesoch povrchu uhlia. Prebieha počas skladovania sorbentu alebo držania sorbentu v záložných filtroch (t.j. bez prietoku filtrovaného média). V suchom vzduchu spôsobuje proces statického stárnutia veľmi pomalé zmeny.
- dynamické stárnutie: Spôsobené je zrýchlením oxidačných procesov (v dôsledku veľkých objemov prúdiaceho vzduchu) a pôsobením vzdušnej vlhkosti.

Okrem pozvoľných procesov stárnutia je sorbent vystavený potenciálne možnej rýchlej degenerácii aktívnych centier v sorbente alebo obsadeniu voľného povrchu sorbentu konkurenčnými látkami (škodliviny, resp. jedy) a tým vyradeniu sorbentu z procesu zachytu jódu. Takými škodlivinami sú hlavne organické rozpúšťadlá, kyslé plyny a pary, ozón, olejová hmla a pod.

Po určitej dobe prevádzky je okamžitý stav sorbentu jódových filtrov určovaný kombináciou všetkých troch vpredu popísaných mechanizmov vplyvu. Na základe veľkého množstva meraní a skúseností s prevádzkou filtrov s hlbokou sorpčnou vrstvou bolo možné stanoviť životnosť filtrov v rozsahu 2 až 4 roky [III.10].

Na základe uvedených úvah sú pre elimináciu zníženia účinnosti filtrácie jódových filtrov podstatné hlavne organizačné opatrenia:

- zabrániť otrave sorbentu - organizovať použitie organických látok na dobu keď nemusia byť v prevádzke VZT systémy s jódovými filterami,
- minimalizovať zmeny v dôsledku stárnutia, hlavne dynamického stárnutia,
- kontrolovať hladinu sorbentu v násypnom objeme jódového filtra, t.j. vylúčiť vznik „skratových“ kanálov.

Základným prostriedkom pre vylúčenie prudkých zmien účinnosti filtrácie, resp. aspoň registráciu pozvoľných zmien (pre jódové aj aerosólové filtre) je prevádzková a hlavne periodická kontrola účinnosti. Z toho vyplýva ďalší prostriedok proti významnému zníženiu účinnosti filtrácie - skorá výmena sorbentu, alebo filtračnej vložky⁴⁸.

6.4.4.1.3.2 Bezpečnostné aspekty projektového riešenia

Základným parametrom jódových filtrov je doba styku filtrovaného vzduchu so sorbentom, resp. jeho zdržanie v sorpčnom lôžku. Pre požadovaný prietok sa na základe doby styku určuje potrebný objem sorbentu. Pre určený objem je vypočítaná kapacita filtra (v počiatočnom stave po naplnení lôžka čerstvým sorbentom) na základe známej adsorpčnej kapacity sorbentu.

V prípade havarijného stavu môže nastať aj situácia, keď je porušená integrita HZ (s únikom RAL do životného prostredia). Vtedy je nutné začať s filtráciou vzdušiny aj za nepriaznivých podmienok (teplota, vlhkosť atmosféry, príp. aj zvýšený prietok), ktoré spôsobia zníženie účinnosti zachytu. Práve v takýchto prípadoch hrá významnú úlohu dostatočná rezerva hlbokého sorpčného lôžka. Podobne nepriaznivé podmienky pre prevádzku filtračnej stanice (jódových aj aerosólových filtrov) vznikajú pri havárii sprevádzanej požiarom, resp. pri požiarnej udalosti. Treba predovšetkým hodnotiť vplyv tvorby dymu a explozívnych látok (vodík a iné horľavé plyny napr. z rozkladu ionexov). Produktmi horenia je zanášaný aerosólový filter. Zvyšuje sa tým jeho tlaková strata, čím sa menia tlakové pomery aj v jódomom filtri.

⁴⁸ Z dlhodobých meraní vyplýva charakter priebehu závislosti účinnosti filtrácie na čase. Ak nastane zníženie účinnosti na úroveň blízku kritériu pre výmenu, v ďalšej prevádzke nasleduje relatívne rýchly pokles účinnosti.

6.4.4.1.3.3 Radiačná ochrana

Sledovanie radiačnej situácie a zabezpečenie radiačnej ochrany vyplýva z požiadavky na projektovanie bezpečnostných systémov vzduchotechniky [II.10]⁴⁹. Projektové riešenie VZT systémov má v nutnej miere v sebe zahrnuté aj prvky radiačnej ochrany. K prvkom radiačnej ochrany patria:

- umiestnenie jednotlivých komponentov v poloobsluhovaných alebo neobsluhovaných priestoroch -vstup do týchto priestorov je riešený na „R“ príkaz,
- tesnosť všetkých komponentov VZT systémov zamedzuje šírenie RAL do ostatných priestorov,
- v priestoroch s komponentmi VZT systémov je odťahová vzduchotechnika – pre likvidáciu potenciálnych únikov RAL a vytváranie požadovaného podtlaku (s inštalovanými pretlakovými klapkami v stavebných konštrukciách vzduchotesnej zóny),
- odvod odťahovaného vzduchu do ventilačného komína,
- napojenie VZT systémov na špeciálnu kanalizáciu (tých systémov u ktorých je predpoklad vzniku kondenzátu). Filtračná stanica nie je napojená na špeciálnu kanalizáciu.

Radiačná ochrana v priebehu výmen filtračných materiálov súvisí s optimalizáciou týchto činností na základe aktuálnej radiačnej situácie.

Trvalé sledovanie radiačnej situácie v priestoroch pracovného prostredia je zabezpečované prostriedkami SRK (stabilné monitorovacie systémy aj prenosné meracie prístroje).

6.4.4.1.3.3.1 Výmena sorbentov a filtračných vložiek

Výmena filtračných materiálov v aerosólových alebo jódových filtroch sa uskutočňuje po dosiahnutí minimálne jedného z kritérií pre ich výmenu:

- minimálna hodnota účinnosti filtrácie, resp. tesnosti filtračného zariadenia - toto kritérium sa uplatňuje hlavne v normálnej prevádzke.

U jódových filtrov dochádza k postupnej degradácii sorbentu alebo neočakávaným otravám sorbentu (najmä v dôsledku použitia organických látok vo vetraných priestoroch).

Kritické hodnoty účinnosti filtrácie pre aerosólové a jódové filtre sú uvedené v Tabuľka 6.4.4-1.

- kritické hodnoty tlakových strát na filtroch, resp. filtračných staniciach sú určené výrobcom, resp. dodávateľom filtračného zariadenia.
- kritické hodnoty PED - toto kritérium pre výmenu filtračných vložiek alebo sorbentu sa uplatňuje najmä v prípadoch likvidácie havarijných stavov.

Poznámka: Životnosť filtračných materiálov je iba odhadovaný parameter filtračných materiálov, veľmi závisí od konkrétnych prevádzkových podmienok.

Činnosti spojené s výmenou filtračných materiálov budú uskutočňované v KP na „R“ príkaz. Pre hodnotenie bezpečnosti priebehu výmeny filtračných vložiek a sorpčného materiálu je rozhodujúca radiačná situácia v miestnosti filtrov. Rozsah a priebeh manipulácie s filtračnými materiálmi dodáva spolu so zariadením

⁴⁹ Projekt musí byť vyhotovený tak, aby bolo zabezpečené monitorovanie parametrov dôležitých z hľadiska hodnotenie radiačnej situácie, ožiarenia zamestnancov a obyvateľov pri normálnej a abnormálnej prevádzke a tiež pri havarijných stavoch.

výrobca príp. dodávateľ. Optimalizáciou týchto činností sa má dosiahnuť minimálna dávková záťaž personálu a kontaminácie pracovného prostredia.

Konštrukcia VZT systémov dovoľuje výmenu filtračných materiálov aj v priebehu prevádzky VZT systému (okrem systému, ktorý je celý umiestnený v HZ). Napriek tomu, bude vhodné organizovať tieto výmeny pre prevádzkové systémy v dobe odstávky reaktorového bloku a odstávkový systém v dobe mimo odstávku reaktorového bloku, vždy po určitej dobe vymierania RAL (pre jódomý filter cca. 10 násobok doby rádioaktívnej premeny ^{131}I)⁵⁰ - v závislosti od skutočnej radiačnej situácie.

S filtračnými vložkami aj s vysýteným sorbentom sa narába ako s pevnými RAO. Bezpečné nakladanie s týmito RAO sa riadi platnou prevádzkovou dokumentáciou.

6.4.4.1.3.3.2 Tvorba rádioaktívnych odpadov

Pri prevádzke vzduchotechnických systémov vznikajú dva druhy rádioaktívnych odpadov:

- pevné RAO - sorbenty jódomých filtrov a filtračné aerosólové vložky po skončení ich životnosti,
- kvapalné RAO - kondenzát, ktorý vzniká na tepelných výmenníkoch chladiacich vzduchotechnických systémov a na separátoroch vzdušnej vlhkosti.

Aktívne uhlie z jódomých filtrov predstavuje spaliteľný odpad. Po ukončení životnosti filtračnej náplne sa aktívne uhlie:

- voľne sype do kovových sudov (200 l, typ MEVA),
- kontroluje sa obsah (sud nesmie obsahovať nespáliteľný materiál, výbušný materiál, sklenené vlákna, PVC, teflón),
- naplnené sudy sú skladované v sklade pevných RAO,
- transport sudov do spaľovne RAO a spálenie (transport sa uskutočňuje po radiačnej kontrole⁵¹)
- prázdne sudy sú vrátené na odpadové hospodárstvo JE.

Zvláštnu skupinu pevných RAO tvoria vložky aerosólových filtrov. Po vybratí filtračnej vložky (zabalenej v plastovom obale) z technologického filtra meria TRB príkon dávky. Podľa nameranej hodnoty sa jednotlivé filtračné vložky:

- odkladané na vymretie do skladu pevných RAO,
- uložené do skladu pevných RAO,
- určené pre ďalšie spracovanie ak sú vložky nekontaminované RAL.

Nekontaminované filtračné vložky alebo vložky po ukončení vymierania sa rozoberajú na jednotlivé časti podľa druhu materiálu (tried RAO) a tie sú ďalej zadelené do predpísaných skupín RAO⁵². Ide hlavne o materiály: drevený rám, hliníkové separátory a filtračná tkanina.

Poznámka: všetky činnosti pri nakladaní s pevnými RAO sú sprevádzané radiačnou kontrolou - všetky obalové súbory majú vystavené sprievodné listy, ktoré obsahujú identifikačné údaje a radiačné údaje (hodnota PD na povrchu).

⁵⁰ cca. 80 dní

⁵¹ meranie PD na povrchu suda, príp. rádionuklidová analýza uhlia

⁵² Určené na spálenie - „S“, určené na lisovanie - „VL“, určené na cementovanie - „C“, určené na ďalšie triedenie - „...“

Zvyšovaním životnosti filtračných materiálov sa minimalizuje tvorba RAO. Dosahuje sa to optimalizáciou prevádzky vzduchotechnických systémov, napr.:

- odstavením VZT systému (ak to dovoľuje radiačná situácia),
- obtokom filtračných sekcií (ak to dovoľuje radiačná situácia),
- výberom kvalitných filtračných materiálov,
- optimálnou voľbou filtračnej zostavy a podmienok filtrácie (napr. zaradenie separátora vlhkosti, ohrievača filtrovanej vzdušiny).

Výber filtračných materiálov aj konštrukcia filtračných prvkov sa uskutočňuje aj z hľadiska možnosti ich likvidácie po skončení životnosti a z hľadiska minimalizácie vzniku sekundárnych RAO pri ich spracovaní.

6.4.4.1.4 Celkové hodnotenie projektu VZT systémov na odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL

Projektové riešenie systémov zabezpečuje:

- trvalú realizáciu príslušných bezpečnostných funkcií - VZT systémy znižujú objemovú aktivitu plyných RAL (okrem rádioaktívnych vzácnych plynov), uvoľňovaných cez ventilačný komín a odvod tepla, generovaného technologickými systémami,
- operatívne riadenie VZT systémov s cieľom optimalizovať realizáciu BF a udržať vysokú spoľahlivosť prevádzky,
- bezpečnú prevádzku s ohľadom na priestorové rozmiestnenie VZT systémov a ich jednotlivých komponentov, prevádzkovú kontrolu, prehliadky, údržbu a výmenu filtračných materiálov.

Navrhnuté zostavy VZT systémov zabezpečujú integritu 4. fyzickej bariéry proti šíreniu RAL. Okrem vlastnej tesnosti VZT systémov (vrátane vysokej účinnosti filtrácie) je integrita bariéry daná aj napojením na systém špeciálnej kanalizácie a ventilačný komín.

Realizácia projektového riešenia bezpečnostnej vzduchotechniky zabezpečí trvalú schopnosť likvidácie následkov porúch tesnosti predchádzajúcich bariér - pokrytia palivových článkov a tlakového rozhranie I.O. a bariér ostatných technologických systémov, ktoré obsahujú RAL.

Optimálna prevádzka VZT systémov spolu s ostatnými spolupracujúcimi technologickými systémami zabezpečí dostatočne nízku aktivitu plyných RAL vo výpustiach, t.j. dodržanie požadovanej úrovne jadrovej a radiačnej bezpečnosti.

Záverom možno konštatovať, že projekt VZT systémov na odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] ako aj v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.27] pre podporné bezpečnostné systémy a pre systémy so vzťahom k bezpečnosti.

6.4.4.2 Odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL v čistiacej stanici technologických odvzdušnení

6.4.4.2.1 Opis systému

Čistiaca stanica technologických odvzdušnení patrí k pomocným systémom I.O. Je spoločným zariadením 3. a 4. bloku MO34 a slúži k čisteniu plyno-vzdušnej zmesi, privádzanej zo systémov spaľovania vodíka a zo systému nádrží nečistého kondenzátu. Stanica tvorí bariéru oproti šíreniu RAL do pracovného a životného prostredia.

Systém čistenia technologických odvzdušnení je systém so vzťahom k bezpečnosti. Čistiaca stanica v zmysle vyhl. ÚJD SR č. 50/2006 plní špecifickú bezpečnostnú funkciu: „obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizačného žiarenia pod ustanovené limity pri normálnej a abnormálnej prevádzke“. Plnenie tejto BF pomáha redukovať potenciálny risk dávkovej záťaže obyvateľstva v okolitom prostredí na najnižšiu možnú mieru.

ČS redukuje únik a uvoľňovanie rádioaktívnych produktov vo forme aerosólov, pár rádioizotopov jódu a hlavne rádioaktívnych vzácnych plynov.

V ČS - sú aplikované procesy spracovania plyných výpustí:

- adsorpcia RVP a jódu - na aktívnom uhlí a zeolite,
- aerosólová filtrácia - filtračný materiál so sklenenými vláknami,
- kondenzácia vlhkosti a odvod kondenzátu.

Čistiaca stanica pozostáva z filtračných liniek. Režim ich prevádzky je určený režimom oboch reaktorových blokov MO34.

Základným filtračným komponentom každej čistiacej linky je uhlový adsorbér. Všetky jej ostatné komponenty zabezpečujú prevádzkové podmienky pre optimálnu sorpciu RVP v adsorbéri - znižujú teplotu a vlhkosť filtrovanej plynovzdušnej zmesi a zbavujú ju aerosólov. Adsorbér pozostáva zo sústavy adsorpčných filtrov, navzájom prepojených tak, že poskytuje objem využiteľného sorbentu cca. 27 m³.

6.4.4.2.1.1 Účel systému

Účelom systému je znižovať aktivitu rádioaktívnych vzácnych plynov. Na zníženie aktivity rádioaktívnych vzácnych plynov je využívaná kontinuálna adsorpcia vzácnych plynov v adsorbéri. Sorbentom v adsorbéri je neimpregnované aktívne uhlie, s fyzikálnou sorpciou ako dominantným mechanizmom zachytu RVP. Tieto adsorpčné filtre predlžujú dobu prechodu jednotlivých plyných rádionuklidov systémom. V oneskorení prechodu čisteného média cez adsorbér spočíva princíp filtrácie v adsorbéri. Dochádza tu k adsorbácii vzácnych plynov (Xe, Kr a Ar) a jódu. Počas doby zdržania v sorbente dochádza k ich rádioaktívnej premene. Ich aktivita na výstupe sa znižuje podľa pomeru medzi dobou prechodu adsorbérom a polčasom ich rádioaktívnej premene.

6.4.4.2.1.1.1 Opis konštrukcie a funkčnosti

Opis konštrukcie a funkčnosti čistiacej stanice a jej zostavy, jej prevádzkových režimov, umiestnenie jednotlivých komponentov, väzba na spolupracujúce technologické systémy, prevádzkové parametre a podmienky prevádzky sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1]. V kapitole je uvedená klasifikácia systému, vrátane seizmickej klasifikácie.

V kapitole 6.7.4.3 je uvedený aj popis funkcie a zostavy systému „Spaľovanie vodíka“, priestory inštalácie jednotlivých jeho komponentov, jeho technologické väzby na ostatné systémy JE a základné prevádzkové parametre jednotlivých komponentov a celej zostavy a podmienky prevádzky.

Kapitola 6.7.2.7 poskytuje informácie o „Systéme čistenia drenážnych vôd a organizovaných únikov ŠOV-2, ktorý zahŕňa nádrže nečistého kondenzátu.

6.4.4.2.1.1.1.1 Bezpečnostné funkcie, ktoré plní systém

Bezpečnostné funkcie, ktoré systém plní sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.1.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie je uvedená v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.1.3 Systémy, ktoré podporujú systém čistiacej stanice

Systémy, ktoré podporujú systém čistiacej stanice sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.1.4 Osobitné požiadavky na systém

Osobitné požiadavky na systém sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.1.5 Elektrické napájanie

Elektrické napájanie je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.1.6 Systém kontroly a riadenia

Systém kontroly a riadenia je uvedený v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.2 Činnosť obsluhy

Činnosť obsluhy je uvedená v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.3 Popis a zásady prevádzkových stavov

6.4.4.2.1.1.3.1 Normálna prevádzka bloku

Normálna prevádzka bloku je uvedená v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.3.2 Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok

Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok je uvedená v kapitole 6.7.4.3 (tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.4 Detailné prvky projektu

6.4.4.2.1.1.4.1 Dispozičné riešenie

Dispozičné riešenie je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.1.1.4.2 Hlavné komponenty systému

Hlavné komponenty systému sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2 Technické hodnotenie systému

Koncepcia projektového riešenia čistiacej podporuje zabezpečenie realizácie jej bezpečnostnej funkcie: technickými prostriedkami aj organizáciou prevádzky.

Funkčná schopnosť systému (ako systému súvisiaceho s jadrovou bezpečnosťou) je nutnou podmienkou pre trvalú normálnu prevádzku reaktorových blokov JE MO34.

Projektové riešenie zabezpečuje vysoký stupeň spoľahlivosti prevádzky tým, že plní základné požiadavky na spoľahlivosť systému:

- zálohovaním

Systém pozostáva z troch plne funkčne vzájomne zameniteľných liniek. Dve linky sú v prevádzke (vo funkcii základnej a pomocnej), jedna z liniek je v zálohe (záloha systému ako celku je 50%). Plne pokrýva potreby režimov oboch reaktorových blokov aj v prípade režimu veľkej bórovej regulácie na oboch blokoch súčasne (v súčasnej prevádzke sú všetky tri linky).

- Optimalizáciou režimu filtrácie

Konštrukcia systému a jeho komponentov zabezpečujú trvale vysoké parametre filtračného zariadenia, hlavne adsorbéru. Ide o výber sorpčných materiálov s ohľadom na dosiahnutie najvyšších počiatočných parametrov a zároveň optimálne pracovné podmienky pre sorbent v adsorbéri.

- Kontrolou prevádzky

Podľa „Vyhl. ÚJD SR č. 50/2006, Príloha č. 3, časť B, odsek G Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy, bod 5e“ majú mať filtračné systémy možnosť skúšky účinnosti filtrácie. V projekte systému ČS technologických odvodušnení je táto požiadavka plnená nasledovne:

- u adsorbérov systému je kvalita sorbentu posudzovaná na základe periodickej skúšky [I.1], alebo špeciálnym meraním ⁵⁴, napr.: spektrometrická metóda monitorovania aktivity vzácnych plynov na vstupe a výstupe adsorbéru.
- u zeolitových filtrov je v systéme inštalované prevádzkové meranie (vlhkosti na výstupe),
- u jódového filtra je prevádzkový monitorovací systém, ktorý kontroluje zmeny účinnosti zachytu jódu.

Podľa „Plánu kontrol a skúšok“ je preukazovaná tesnosť komponentov systému.

- Rozmiestnením komponentov

Jednotlivé komponenty sú rozmiestnené v rôznych priestoroch - dosahuje sa minimalizácia pravdepodobnosti ovplyvnenia integrity ostatných technologických systémov JE a podsystémov navzájom. Rozmiestnenie systému v rôznych priestoroch optimalizuje aj jeho údržbu a opravy.

- Výberom konštrukčných materiálov

Materiálové projektové riešenie vychádza z vlastností spracovávaného média v systéme [I.1]. Časti systému, u ktorých je predpoklad styku materiálu so vzdušnou vlhkosťou, resp. s kondenzátom sú navrhnuté realizovať z nerezovej ocele. Plášť aj hrdlá adsorbéru sú v kontakte s vysušeným vzduchom - vyhotovené sú z uhlíkovej ocele. Dúchadlá sú zaradené za adsorbérom, vyhotovené sú zo sivej liatiny.

Poznámka: konštrukčné materiály jednotlivých komponentov systému sú uvádzané v príslušných údajových listoch, referencie na ne sú uvedené v [I.1].

⁵⁴ Štandardne inštalované prevádzkové merania SRK to neumožňujú

– Kvalifikačné požiadavky

Systém je projektovaný na plnenie klimatických seizmických podmienok pre priestory inštalácie jednotlivých jeho komponentov. Konštrukcia, použité materiály a spôsob inštalácie komponentov systému zodpovedajú požiadavkám seizmickej odozvy.

– Vznik porúch a ich šírenie

Vznik porúch, resp. závad v systéme je diagnostikovaný meracími kanálmi v SKR a SRK. Potlačenie šírenia porúch, resp. vzájomného ovplyvňovania podsystémov je riešené aplikáciou nezávislosti a zálohovania kritických zariadení systému.

Neprerušované plnenie funkcie filtrácie je zabezpečované automatikou systému ČS, účinnou prevádzkovou diagnostikou a spoľahlivou prevádzkou spolupracujúcich systémov.

Projektové riešenie systému vychádza z požiadaviek pre trvalú normálnu prevádzku reaktorových blokov JE MO34. Technické prostriedky dávajú zároveň možnosti pre organizáciu prevádzky s ohľadom na plnenie bezpečnostnej funkcie. Ide o zálohovanie dôležitých komponentov systému ČS. Zálohovanie oneskorovacích liniek (50 %) umožňuje operátorovi dočasne odstaviť oneskorovaciu linku, u ktorej nastalo na výstupe zvýšenie objemovej aktivity. Okrem toho aj zavŕhčenie prevádzkovaného zeolitového filtra je možné riešiť prepnutím na záložný filter (v rámci prevádzkovej oneskorovacej linky).

Použité konštrukčné materiály sú zárukou vysokej prevádzkovej spoľahlivosti aj dostatočnej životnosti komponentov a tým celej zostavy systému.

Projekt systému zohľadňuje inštalované zdvíhacie prostriedky pre montáž, demontáž, revízie a opravy.

Podrobnejšie technické zdôvodnenie projektu čistiacej stanice je uvedené v kapitole 6.7.4.3 PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia

Požiadavky na vybrané zariadenia sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Kritérium jednoduchkej poruchy je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Kritérium poruchy so spoločnou príčinou je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.3.3 Bezpečnostné charakteristiky systému

Bezpečnostné charakteristiky systému sú uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.4 Zhodnotenie spoľahlivosti

Zhodnotenie spoľahlivosti je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.2.5 Preukázanie kvalifikácia systému

Preukázanie kvalifikácia systému je uvedené v kapitole 6.7.4.3 tejto PpBS [I.1].

6.4.4.2.3 Bezpečnostné zhodnotenie systému

Z hľadiska bezpečnostného hodnotenia čistiacej stanice je podstatné plnenie nasledujúcich kritérií pre:

- **realizáciu bezpečnostnej funkcie:** „obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pod ustanovené limity pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke“ (do životného prostredia)

Pri návrhu kapacity adsorbérov sa predpokladá, že všetky plyné RN v systéme technologického odvodu vzduchu prechádzajú z kvapalnej do plynnej fázy a sú odvádzané do ČS, t.j. do systému 8KPM. Objem adsorbérov resp. ich filtračná kapacita zodpovedá predpokladanému objemu RVP za dobu ich zachytu sorbentom.

- **spoľahlivosť prevádzky systému**

Spoľahlivosť prevádzky systému je v projekte riešená:

- Systémom kvality - kvalifikáciou zariadení,
- zabudovaním meracích zariadení, ktorými sú sledované prevádzkové parametre jednotlivých komponentov systému a systému ako celku,
- výberom komponentov (materiálov a vyhotovením) tak, aby boli plnené kvalifikačné požiadavky,
- návrhom zostavy systému, resp. jej štruktúry, ktorou sa minimalizuje dôsledok vzniku porúch a tiež šírenie porúch v rámci systému (tým aj spoľahlivosť v systéme spracovania plyných výpustí)
- napájanie elektrických spotrebičov systému zo zdrojov zálohovaného napájania príslušnej kategórie,
- príslušnou klasifikáciou (a tomu zodpovedajúcemu riešenie) spolupracujúcich technologických systémov.

- **radiačná ochrana**

Komponenty liniek ČS, ktoré majú filtračnú funkciu predstavujú významné zdroje žiarenia. Projektové riešenie systému zohľadňuje požiadavky radiačnej bezpečnosti tým, že jednotlivé komponenty sú umiestnené v neobsluhovaných priestoroch KP, zabezpečených VZT systémami vzduchotesnej zóny.

Sledovanie radiačnej situácie je zabezpečované prostriedkami systému radiačnej kontroly [I.1]:

- v priestoroch pracovného prostredia a v samotnom systéme,
- kontrolou aktivity výpustí cez ventilačný komín.

Podrobnejšie bezpečnostné hodnotenie čistiacej stanice technologických odvodu vzduchu je uvedené v kapitole 6.7.4.3 PpBS [I.1].

6.4.4.3 Odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL systémami lokalizácie únikov rádioaktívnych látok

6.4.4.3.1 Opis systémov

Sprchový systém

Sprchový systém je popísaný v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

Sprchový systém je aktívny bezpečnostný systém. Jeho funkčná spoľahlivosť je zvýšená 200 % zálohovaním, t.j. tvorený je tromi nezávislými podskupinami, jedna je pracovná a dve z nich sú záložné. Každá z týchto skupín je schopná plniť funkciu sprchového systému a má samostatné elektrické napájanie zo zaisteného napájania II. kategórie (DGS).

Vákuovobarbotážny systém

Vákuovobarbotážny systém je popísaný v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

Vákuovobarbotážny systém je pasívny bezpečnostný systém, určený k znižovaniu tlaku (a tým aj k lokalizácii úniku rádioaktívnych látok) v hermetickej zóne.

Podrobný popis funkcií a parametrov vákuovobarbotážneho systému je uvedený v kapitole 6.4.2 PpBS MO34 [I.1].

6.4.4.3.1.1 Účel systémov

Vid' MO34 PpBS kapitola 6.4.2 [I.1].

6.4.4.3.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systémov

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS MO34 [I.1].

6.4.4.3.1.2.1 Bezpečnostné funkcie systémov

Nižšie je uvedený zoznam systémov na znižovanie tlaku a lokalizáciu únikov a znižovania rádioaktívnych látok z kontajneru reaktora počas nehody a po nehode podľa dokumentu [I.1]:

- sprchový systém,
- systém na potlačenie podtlaku,
- zariadenie na oddelenie kontajneru.

6.4.4.3.1.2.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.2.3 Systémy, ktoré podporujú systémy lokalizácie únikov rádioaktívnych látok

Systémy, ktoré podporujú systémy lokalizácie únikov rádioaktívnych látok sú popísané v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.2.4 Osobitné požiadavky na systém

Osobitné požiadavky na systém sú popísané v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.2.5 Elektrické napájanie

Elektrické napájanie je popísané v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.2.6 Systém kontroly a riadenia

Systém kontroly a riadenia je popísaný v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.3 Činnosť obsluhy

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.5 Detailné prvky projektu**6.4.4.3.1.5.1 Dispozičné riešenie**

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.1.5.2 Hlavné komponenty systému

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2 Technické hodnotenie systémov**6.4.4.3.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia**

Požiadavky na vybrané zariadenia sú uvedené v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť sú uvedené v PpBS kap. 6.4.2 - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systémov**6.4.4.3.2.3.1 Funkcie vykonávané systémom**

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1]

6.4.4.3.2.3.2 Kritérium jednoduchej poruchy

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2.3.3 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2.3.4 Analýza spoľahlivosti

6.4.4.3.2.3.4.1 Zhodnotenie spoľahlivosti

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.2.3.4.2 Preukázanie kvalifikácia systému

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

6.4.4.3.3 Bezpečnostné zhodnotenie systémov

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

Oba bezpečnostné systémy, tak sprchový systém ako aj vakuovobarbotážny systém patria do hermetickej zóny jadrovej elektrárne. Pri ich zapojení je ich účinok založený na lokalizácii únikov rádioaktívnych látok v rámci hermetickej zóny, čím vlastne projekt spĺňa požiadavku zadržania rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér. Mechanizmus zachytenia rádioaktívnych únikov v parovzdušnej zmesi je popísaný v kap. 6.4.4.3.2.

Cieľom funkcie sprchového aj vakuovobarbotážneho systému je zvládnuť prvotný nepriaznivý vývoj havarijného stavu a následne stabilizovať situáciu znížením tlaku v HZ, znížením teploty a lokalizáciou rádioaktívnych únikov.

Pre ochranu štvrtej a piatej úrovne je dôležitý najmä fakt, že sprchový systém a VBS budú zabráňovať šíreniu únikov rádioaktívnych látok mimo fyzikálne bariéry jadrového zariadenia a zároveň tým vlastne znížia rádiologické dopady havárií na zdravie obyvateľstva, ale aj okolité životné prostredie.

Fyzikálno – chemický princíp znižovania tlaku a lokalizácie rádioaktívnych únikov

Určenie zloženia a množstva rádionuklidov, ktoré môžu byť uvoľnené z I.O. je definované v [I.1] a v [I.1], [I.3].

Jód tvorí hlavný podiel sledovaných rádionuklidov pri uvoľnení rádioaktivity z jadrového reaktora I.O.. Z chemického hľadiska tvorí absolútne prevládajúcu formu jodid cézny Csl. Je to potvrdené rôznymi experimentmi, ale aj na základe chemických rovnováh. V tejto forme by mal byť viazaný prakticky všetok uvoľnený jód. Csl je relatívne málo prchavá zlúčenina. Pri normálnom tlaku je jej teplota varu 1280 °C. Csl po uvoľnení kondenzuje na pevných, alebo kvapalných časticách aerosólov, alebo pri jeho kondenzácii vytvára sám kondenzačné jadrá aerosólov. Únik rádiojódu sa predpokladá vo forme aerosólov (95%), organických zlúčenín (0.15%) a v elementárnej forme (4.85%) Negatívom procesu je, že môže tiež kondenzovať na kovových povrchoch technológií.

V praxi môže jód tvoriť aj prchavé zlúčeniny napr. I₂, HI, prípadne organické zlúčeniny za prítomnosti sŕp organických zlúčenín. Z celkového množstva jódu v I.O. sa predpokladá maximálne 5 % jódu v prchavej forme.

Pokiaľ dôjde v I.O. ku kontaktu Csl s vodou bude jód vo vode prítomný ako anión I v dôsledku ľahkej rozpustnosti Csl. Transport jódu je určený predovšetkým chovaním aerosólov.

Pri havárii môžu byť aerosóly odstraňované z atmosféry pôsobením bezpečnostných systémov bloku (sprchový systém a VBS). Týmto dvoma systémami sa zabezpečí masívna kondenzácia vznikajúcej pary a teda aj účinné vymývanie aerosólov a v nich naviazaných foriem jódu a iných štiepných produktov

z atmosféry HP. Proces vypadávaní aerosólov z atmosféry je v tomto prípade rýchly a účinný. Štiepne produkty unášané aerosólmi sa tak dostanú do vodnej fázy použitej v sprchovacom systéme a vo VBS. Problém procesu lokalizácie jódu je v tom, že vo vodnom roztoku po vymytí aerosólov z atmosféry môže dôjsť k sekundárnej tvorbe molekulárnej, prchavej formy jódu. Neprchavá forma jódu I^- bude v dôsledku rádiochemických reakcií tvoriť molekulárnu formu jódu I_2 , ktorá je mimoriadne prchavá. Určitý podiel môžu tvoriť aj vznikajúce organické zlúčeniny jódu, ktoré sú tiež prchavé. Podiel prchavých zložiek jódu vo vodnej fáze je ovplyvnený hodnotou pH. Čím nižšia hodnota pH tým väčší je podiel prchavých foriem jódu. Táto skutočnosť je ošetrená tým, že roztok sprchového systému je tvorený hydrazínom a KOH, čím sa vytvára priaznivé pH > 5. Taktiež pre roztok H_3BO_3 v barbotážnych žľaboch je predpísané pH > 5 [II.16].

Koncepcia projektového riešenia systémov znižovania tlaku v HZ a lokalizácie rádioaktívnych únikov

Koncepcia projektového riešenia spĺňa požiadavky kladené na projektovanie jadrových zariadení, t.j. požiadavky vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] a ostatných legislatívnych predpisov.

- Pri projektovaní systémov a komponentov dôležitých pre bezpečnosť sú adekvátne realizované zohľadňujúc kritérium bezpečnej poruchy a kritérium jednoduchej poruchy v zmysle Vyhlášky ÚJD SR č. 50/200611 Z.z., § 2 , odseky h),i).

Zo zatriedenia zariadení vyplývajú požiadavky na funkčnosť:

- Odviesť teplo z aktívnej zóny po porušení tlakového okruhu chladiča reaktora, aby sa obmedzilo poškodenie paliva.
- Obmedziť únik rádioaktívneho materiálu z kontajneru reaktora v podmienkach havárie a po havárii.
- Zadržanie rádioaktívnych látok vnútri fyzických bariér.

Legislatívne požiadavky na projektovanie bezpečnostných systémov sú zapracované a projektom splnené.

Hodnotenie projektového riešenia

Vid' kapitola 6.4.2 PpBS - Systém hermetického priestoru [I.1].

Projekt kompletne spĺňa kritériá a odporúčania pre projekt jadrových zariadení, definovaných vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 ako aj v súčasnosti platnej vyhl. ÚJD SR č. 430/2011.

6.4.4.4 Odstraňovanie a riadenie koncentrácie RAL systémom čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO

6.4.4.4.1 Opis systémov

6.4.4.4.1.1 Účel systémov

Systém čistenia odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO je spoločný systém dvojbloku MO34, umiestnený v BAPP. Čistiace stanice tohoto systému zabezpečujú filtráciu vzduchu odťahovaného z nádrží „ŠOV“ a z nádrží kvapalných RAO. Okrem toho zabezpečuje čistenie vzduchu zo systému evakuácie monžíkov. Filtráciou sa odlučujú plynné RAO aj plynné chemické látky. Čistiaca stanica tohoto systému je zaústená do ventilačného komína. Základnou funkciou systému je zabránenie šíreniu RAL do pracovných priestorov a obmedzovanie výpustí plyných RAL do ŽP.

6.4.4.4.1.2 Opis konštrukcie a funkčnosti systémov

Systém odvetrávania nádrží s kvapalnými RAO a systém evakuácie monžíkov je tvorený dvomi nezávislými prevádzkovými systémami:

- čistenie technologických odzdušnení nádrží s kvapalnými RAO,
- čistenie vzdušiny z evakuácie monžíkov.

Skladovanie kvapalných RAO v nádržiach umožňuje znižovanie a riadenie koncentrácie rádioaktívnych látok - v dôsledku rádioaktívnej premeny. Systém zabezpečuje separáciu kvapalných a pevných aerosólov, jódu, oxidov dusíka a prchavých organických nečistôt zo vzduchu odsávaného zo skladovacích nádrží KRO, zberných nádrží odpadových vôd, nádrží odpadových vôd, nádrží bórového koncentráту a z deflagmátorov odzdušnení systému odpariek..

Systém zabezpečuje separáciu kvapalných a pevných aerosólov a vlhkosti zo vzduchu odsávaného pri evakuácii monžíkov. Spracovanie týchto plyných odpadov spočíva vo filtrácii a riedení. Z ich výstupu je filtrovaný vzduch vedený do ventilačného komína.

Filtračný systém slúži k čisteniu vzduchu od kvapalných a pevných aerosólov, jódu, oxidov dusíka a prípadných prchavých organických látok. Systém technologického odzdušnenia zabezpečuje odťah a filtráciu vzduchu z:

- odsadzovacích nádrží kalu, prevádzkovej nádrže kalu, fixačnej a manipulačnej jednotky, ktoré sú súčasťou solidifikačnej linky,
- skladovacích nádrží rádioaktívneho koncentráту a rezervnej nádrže koncentráту,
- skladovacej nádrže sorbentov (ionexov) a havarijnej nádrže sorbentov
- sedimentačnej nádrže,
- prepádovej nádrže,
- scedzovacej nádrže sorbentov,
- prevádzkových nádrží použitých dekontaminačných roztokov,
- nádrží bórového koncentráту,
- nádrže bórového koncentráту,
- z deflegmátorov odzdušnenia (systém odpariek),
- nádrží zberu a skladovania odpadných vôd.

Systém pozostáva z dvoch rovnakých filtračných liniek. Jedna z nich je v prevádzke, druhá je v rezerve. Rezervná vetva je spúšťaná v prípade nutného dlhodobého odstavenia prevádzkovej linky - v prípade poruchy niektorého komponentu linky, alebo regenerácie aerosólových filtrov. Obe musia byť prevádzkyschopné, pretože systém pracuje kontinuálne.

Systém pozostáva z nasledujúcich základných komponentov:

- skrúber,
- aerosólový filter,
- parný ohrievač,
- adsorpčný filter,
- dúchadlá,
- prachový filter.

V každej linke sa uskutočňuje trojstupňová filtrácia - v skruberi, aerosólovom filtri a uhlovom adsorbátore. Vzduch odťahovaný z čistiacich staníc odpadných vôd a skladovacích nádrží kvapalných RAO je vedený do skruberu. V skruberi sa vzduch ochladzuje a čiastočne ošišuje:

- filtráciou aerosólov,
- odstránením oxidu uhličitého a oxidov dusíka,
- odstránením rádionuklidov jódu (^{131}I , ^{132}I , ^{133}I , ^{134}I , ^{135}I) - chemickou sorbciou na hydroxide sodnom,
- odstraňovaním prachových organických prímiesí.

Ochladený a čiastočne ošistený vzduch je vedený na druhý stupeň filtrácie - aerosólový filter. Následne sa čistený vzduch vedie na tretí stupeň filtrácie - adsorpčný filter (uhlový filter). Pred vstupom vzduchu do adsorbéru sú v ohrievači upravené parametre tohto vzduchu. Vzduch sa ohrieva o cca. 10 až 15 °C. Znižuje sa jeho vlhkosť a tým aj možnosť kondenzácie v sorbente. Znížením relatívnej vlhkosti na úroveň < 70 % sa optimalizujú pomery v adsorbéri, s cieľom dosiahnuť max. úroveň sorpcie jódu. V uhlovom adsorbéri nastáva filtrácia rádionuklidov jódu a redukcia objemu RVP.

Vyčistený vzduch (od RAL a ďalších, vpredu uvedených plynných kontaminantov) je pomocou dúchadla vedený do ventilačného komína. K zabezpečeniu stabilného výkonu dúchadiel má systém inštalované prisávanie čistého vzduchu. Prisávaný vzduch je filtrovaný v prachovom filtri.

Systém zaisťuje funkciu evakuácie monžíkov uložiska RAO a tiež filtráciu rádioaktívnych aerosólov v systéme evakuácie monžíkov. Pozostáva z jednej čistiacej linky s dvomi vývevami (pracovnej a rezervnej). Rezervná výveva je zapínaná v prípade nedostatočného vakuu v pracovnej vetve. Prietok filtrovanej vzdušiny je 200 m³/h.

Z monžíka je odsávaný vzduch o teplote cca. 35 až 75 °C, s obsahom RAL (vo forme aerosólov) a vodnej pary (RV až 100 %). Následne je vzduch v chladiči, ktorý má zabudovaný separátor vlhkosti ochladený pod teplotu 35 °C so súčasnou separáciou vlhkosti. Okrem technologického dôvodu má chladenie vzduchu aj vedľajší efekt, t.j. časť vodnej pary spolu s aerosólovou frakciou plynných RAO kondenzujú v chladiči - to je 1. fáza čistenia vzduchu. Z chladiča je vzduch vedený do aerosólového filtra, kde sú odstránené rádioaktívne aerosóly. Vyfiltrovaný vzduch je vedený do ventilačného komína - cez vývevy.

Aerosólové filtre oboch subsystémov sú regenerované počas prevádzky v nasledujúcich krokoch. Najskôr musí byť vytiahnutá filtračná vložka z telesa filtra. Potom je teleso filtra dekontaminované roztokom

kyseliny. Dekontaminačný roztok a zachytená vlhkosť z telesa filtra je vedená do nádrže vodného uzáveru. Potom je nová nezaťažená filtračná vložka inštalovaná do telesa filtra.

Pomocný systém čerpania roztoku hydroxidu sodného v skrúberoch čistiacej stanice. Vzduch odsávaný z nádrží (ich zoznam je uvedený vpredu) je vedený do skrúberu, kde sa ochladzuje a predčisťuje odstránením jódu, oxidov dusíka a potenciálneho prachu organických prímiesí

6.4.4.1.2.1 Bezpečnostné funkcie

Filtračné stanice systému ČTON zabezpečujú filtráciu RAL prenášaných vzduchom (aerosólovú formu a RN jódu).

Systém čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO plní špecifickú bezpečnostnú funkciu:

*obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných RAL a ionizujúceho žiarenia **pod ustanovené limity** pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke.*

Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. [II.27] v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. [II.3] v Prílohe č.1 upravuje písmeno (z 3 j na III n) a znenie kritéria pre kategorizáciu VZ nasledovne:

obmedzenie výpustí alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke.

6.4.4.1.2.2 Kategorizácia zariadení do bezpečnostnej triedy a seizmickej kategórie

Systém čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO je v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ klasifikovaný ako systém so vzťahom k bezpečnosti.

Zariadenia systému sú pre svoju dôležitosť z pohľadu dosiahnutia vysokej bezpečnosti bloku v súlade s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] zaradené medzi vybrané zariadenia.

Zariadenia systému čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO sú navrhnuté, skonštruované, dodané a inštalované v zmysle vyhlášky ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] 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 čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO, vydanými na základe zákona č. 541/2004 Z.z. [II.17], resp. v dobe odovzdania platnej vyhlášky ÚJD SR č. 56/2006 [II.24].

Po uplynutí platnosti prechodného ustanovenia uvedenom vo vyhláške ÚJD SR č. 430/2011 (viď [II.27], §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.27]).

Na základe vyhlášky ÚJD SR č. 430/2011 [II.27], §3, resp. Príloha č.1 a Príloha č.3, časť B ods. II, pre vybrané zariadenia systému čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO **nie sú žiadne dodatočné požiadavky** v porovnaní s vyhláškou ÚJD SR č. 50/2006 [II.3].

Z uvedeného a s odvolaním na obsah a konštatovania kap. 6.4.4.1.2.1 vyššie vyplýva, že zariadenia systému čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO požiadavky platnej vyhlášky

ÚJD SR č. 430/2011 [II.27] (t.j. po uplynutí prechodného ustanovenia, vid' §7 „Prechodné ustanovenie“ platné do 31.12.2014), spĺňajú.

Zariadenia systému čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO sú v súlade s dokumentom „Zoznam vybraných zariadení pre 3. blok MO34 a spoločné zariadenia 3. a 4. bloku - textová časť“ (ich seizmická odolnosť nie je požadovaná).

6.4.4.4.1.2.3 Systémy, ktoré podporujú činnosť systémov

Pre prevádzku a funkčnú pohotovosť a pre jeho údržbu je nutná spolupráca nasledujúcich systémov a zariadení:

- systém nakladania s RAO,
- systém technickej vody nedôležitej,
- systém rozvodu vykurovacej pary,
- systém rozvodu dusíku,
- systém rozvodu demivody,
- špeciálna kanalizácia,
- systém kontroly a riadenia na ČTON,
- systém elektrického napájania,
- systém radiačnej kontroly,
- ventilačný komín,
- manipulačné (zdvíhacie) zariadenia.

6.4.4.4.1.2.4 Osobitné požiadavky na systémy

Na uvádzané systémy sa nevzťahujú žiadne osobitné požiadavky.

6.4.4.4.1.2.5 Elektrické napájanie

Koncepcia elektrickej časti a napájania vlastnej spotreby je popísaná v PpBS, v kapitole 6.6 – Elektrické napájanie [I.1].

V koncepcii sú uvedené:

- všeobecné a základné princípy riešenia systémov vlastnej spotreby JE,
- požiadavky spotrebičov na elektrické napájanie (popis údajov a hodnoty),
- popis schémy systému vlastnej spotreby JE - zdroje a rozvodná sieť systému vlastnej spotreby a ich funkcie.

Všetky zariadenia popisovaných systémov sú napájané zo systému normálneho napájania (III. category).

6.4.4.4.1.2.6 Systém kontroly a riadenia

SKR je zabezpečené cez:

- automatické riadenie a manuálne diaľkové riadenie z mimoblokovej dozorne (prepínanie konfigurácie liniek ČS, riadenie jej prevádzkových režimov),

- kontrolu parametrov systému a filtrovaného vzduchu (teplota, tlak, vlhkosť) s prenosom signálov a merania v mimoblokovej dozorni.

Filtračná funkcia ČS je sledovaná systémom radiačnej kontroly (PS12). Monitorované sú:

- príkon dávky na nádrži zásad a na vstupe plynovzdušnej zmesi do ČS,
- objemová aktivita aerosólov, jódu a RVP.

Podrobnejší popis meraní v SRK je uvedený v [I.1]. Trvalé zvýšenie objemových aktivít aerosólov a jódu vo vzduchu je signálom na prešetrovanie stavu filtrov.

6.4.4.4.1.3 Činnosť obsluhy

Na zariadenia popisovaných systémov sa nevzťahujú špeciálne požiadavky na činnosť obsluhy. Činnosť obsluhy za normálnej prevádzky bloku je uvedená v technologickom predpise a v manipulačných kartách.

6.4.4.4.1.4 Popis a zásady prevádzkových stavov

Prevádzkové režimy sú nezávislé na prevádzkovom režime reaktorových blokov MO34.

6.4.4.4.1.4.1 Normálna prevádzka bloku

Režim čistenia technologického odvodu vzdušného nádrží

V režime trvalej prevádzky ČS je prevádzkovaná jedna z vetiev, druhá zostáva v rezerve. Rezervná vetva je prevádzkovaná iba v prípade nutnosti dlhodobého odstavenia pracovnej vetvy. Počiatočný, resp. prevádzkový stav v tomto režime je charakterizovaný tým, že:

- jednotlivé komponenty sú naplnené príslušnými prevádzkovými hmotami a médiami:
 - adsorpčné filtre sú naplnené aktívnym uhlím,
 - nádrž hydroxidu je naplnená 10 % roztokom NaOH,
 - hydrouzáver je naplnený vodou,
- stavy ventilov sú v definovaných polohách:
 - ventily pre napájanie ohrievačov vykurovacou parou sú otvorené,
 - ventily pre prívod TVN do chladičov a odvod TVN z nich sú otvorené,
 - ventily pre odvod lúhu NaOH zo skrubera sú otvorené,
 - ventily napájania vody vlastnej spotreby sú otvorené,
- pretlak v potrubí vody vlastnej spotreby je o 0.1-0.2 MPa vyšší ako pretlak čerpaného média,
- spustené sú dúchadlá a čerpadlá.

Pracovné dúchadlo vytvára potrebný podtlak pre nasávanie vzduchu z nádrží. Na potrubí odvodu vzdušného nádrží jednotlivých systémov sú osadené regulačné ventily, automaticky udržiavajúce zadaný tlak v nádržiach.

Režim čistenia vzduchu z evakuácie monžíkov

Systém nepracuje v trvalej prevádzke, režim činnosti je riadený podľa potrieb prevádzky uložiska RAO. Počiatočný stav systému pre nominálny režim vyžaduje:

- stav príslušných ventilov:

- otvorené sú ventily na trase evakuovaného vzduchu,
 - otvorené sú ventily na trase chladiacej vody,
 - otvorený ventil na trase odvode kondenzátu z chladiča,
 - otvorené sú ventily na trase prívodu vody k výveve.
- naplnenie hydrouzáveru vodou vlastnej spotreby.

Odstavenie systému je dosiahnuté vypnutím pracovnej vývevy (z SD) a uzatvorením prívodu pomocných technologických médií.

Nenominálne prevádzkové režimy

Systémy majú projektom definované nasledujúce nenominálne režimy:

- spustenie systému do prevádzky,
- regenerácia aerosólových filtrov,
- výmena NaOH,
- režim odstavovania.

Režim spustenia čistenia technologického odvetrávania nádrží

Začiatkový stav v tomto režime znamená, systém obsahuje filtračné prvky, hmoty a média:

- adsorpčné filtre sú naplnené aktívnym uhlím, aerosólové filtre majú inštalované filtračné vložky,
- nádrž hydroxydu sodného je naplnená 10 % roztokom,
- nádrž hydrouzáveru je naplnená vodou (vodou vlastnej spotreby).

V režime spustenia systému sú spúšťané dúchadlá a čerpadlá a nastavené ventily tak, aby bol optimálne prevádzkovaný režim čistenia vzduchu, odsávaného z nádrží KRAO.

Režim spustenia čistenia vzduchu z evakuácie monžíkov

Počiatkový stav systému v režime spúšťania evakuácie monžíkov znamená ručné nastavenie príslušných ventilov (na prívode vody do chladiča, na prívode vody k vývevám). Okrem toho musia byť otvorené ventily na trase evakuovaného vzduchu a odvodu kondenzátu. Hydrouzáver musí byť naplnený vodou (vlastnej spotreby). Monžíky sú týmto pripravené na režim plnenia. Spustením pracovnej vývevy (z SD) nastáva evakuácia monžíka a jeho plnenie.

Režim regenerácie aerosólových filtrov

Tento režim je spúšťaný v prípade, že tlaková strata na aerosólovom filtri dosiahne hodnotu > 500 Pa. Regenerácia aerosólových filtrov spočíva v preplachu aerosólového filtra kyselinou dusičnou a následne horúcim kondenzátom. Režim regenerácie trvá dovtedy, kým tlaková strata nedosiahne požadované prevádzkové hodnoty (menšie alebo rovné 500 Pa). Frekvencia spúšťania regenerácie závisí od spôsobu prevádzky.

Začiatkový stav pre režim regenerácie:

- pracovná vetvy pracujú v nominálnom režime,
- armatúry na prívodoch regeneračných roztokov k aerosólovým filtrom a na odvodoch do hydrouzávera sú zatvorené,

- u filtrov je nutné uviesť do prevádzky rezervnú linku.

Režim výmeny NaOH

Pri kontinuálnej cirkulácii NaOH cez skrubery dochádza k postupnému obohacovaniu NaOH rádioaktívnymi produktmi. Z tohto dôvodu je nutné približne jeden krát za mesiac odpustiť 1m^3 znečisteného NaOH z nádrže do špeciálnej kanalizácie a stratu nahradiť čerstvým NaOH. Jeden krát za rok sa uskutočňuje výmena celého objemu NaOH.

Pri čiastočnej výmene NaOH je systém, vrátane hydroxidového hospodárstva, v nominálnom prevádzkovom režime. Pri úplnej výmene NaOH musí byť systém odstavený.

Ventily pre odvod NaOH do špeciálnej kanalizácie a pre prívod čerstvého hydroxidu sú ovládané ručne. Ventil na odvodu nádrže hydroxidu sodného zostáva pri vypúšťaní a doplňovaní otvorený, aby boli dodržané potrebné tlakové pomery v nádrži pri zmenách úrovne hladiny.

6.4.4.4.1.4.2 Prevádzka bloku za abnormálnych a havarijných podmienok

Abnormálna prevádzka systému znamená neplánované stavy, operácie a udalosti, s ktorými je v projekte reaktorových blokov MO34 uvažované (možno očakávať ich výskyt). Sú to hlavne havarijné odstavenie, výpadok zariadenia, strata sieťového elektrického napájania.

Systém čistiacej stanice technologického odvetrania nádrží nie je určený pre prevádzku v havarijných podmienkach.

6.4.4.4.1.5 Detailné prvky projektu

6.4.4.4.1.5.1 Dispozičné riešenie

6.4.4.4.1.5.2 Hlavné komponenty systémov

6.4.4.4.2 Technické hodnotenie systémov

Koncepcia čistiacej stanice má zabezpečiť plnenie požiadaviek radiačnej bezpečnosti v systéme nakladania s kvapalnými RAO. ČS spracovania plyných výpustí je spoločným zariadením pre 3. a 4. blok MO34.

Filtračný systém ČS zabezpečuje maximálne možné zníženie objemovej aktivity plyných RAL vo vzduchu, vo forme aerosólov, jódu aj RVP. Úroveň uvoľňovanej aktivity je daná stavom filtračných zariadení čistiacej stanice.

K základným rysom koncepcie projektového riešenia patrí:

- odsávanie vzduchu (kontaminovaného RAL) z nádrží KRAO a jeho privod do ČS a vývod vyčisteného vzduchu z výstupu ČS do ventilačného komína dvojbloku MO34,
Poznámka: Nádrže sú prefukované dusíkom. Tento dusík zabezpečí riedenie - znižovanie koncentrácie produktov rádiolýzy vody, ktoré sú obsiahnuté vo vzduchu. Vzduch z nádrží je kontinuálne odsávaný čistiacou stanicou.
- plnenie požiadaviek, vyplývajúcich z radiačnej ochrany - izolácia vznikajúcich plyných RAL od biosféry,
- filtrácia uvoľňovaného vzduchu - v zostave sú filtračné prvky: skrubber, aerosólový a jódomý filter,
- prevádzka systémov, nezávislá na prevádzkových režimoch reaktorových blokov MO34,
- trvalá prevádzka systému - v systéme sú dve rovnocenné filtračné linky, t.j. 100 % záloha filtračnej kapacity,
- zabezpečenie trvalej a spoľahlivej prevádzky systému - to znamená trvalú a spoľahlivú filtráciu vzduchu s potenciálne najvyššou možnou účinnosťou filtrácie. V normálnych prevádzkových podmienkach nie je predpoklad skokových zmien účinnosti filtrácie,
- konštrukčné vyhotovenie - Konštrukcia ČS zohľadňuje:
 - objem filtrovaných vzdušnín a parametre filtračných materiálov,
 - celkové priestorové nároky,
 - transport materiálov, resp. zariadení v HVB, montáže a údržby,
 - inštaláciu jednotlivých častí liniek ČS v oddelených miestnostiach,
 - spôsob výmeny filtračných materiálov.

Vzhľadom k tomu, že systémy sú určené k spracováaniu plyných RAO, v projektovom riešení sú zohľadnené všeobecné požiadavky na vzduchotechnické systémy:

- zabezpečenie požadovanej spoľahlivosti a účinnosti filtrácie vzduchu - v normálnych podmienkach nie je predpoklad skokových zmien účinnosti filtrácie,
- konštrukcia ČS a jednotlivých jej komponentov zohľadňuje fakt, že tvorí bariéru proti šíreniu RAL do pracovných priestorov.

Koncepcia projektového riešenia zabezpečuje realizáciu funkcií podsystémov ČTON technickými prostriedkami aj organizáciou prevádzky. Projektové riešenie systému pokrýva požiadavky systému nakladania s KRAO oboch blokov MO34.

6.4.4.4.2.1 Požiadavky na vybrané zariadenia systémov

V rámci projektovej dokumentácie sú vypracované revízie PLKVZ pre klasifikované zariadenia systému. V STD je preukázané, že ich výroba, dodávka, montáž spĺňajú požiadavky definované v príslušných plánoch kvality. Použité štandardy, normy a predpisy platné pre projektovanie jadroveoenergetických zariadení sa vzťahujú na materiály, postup výroby a kontroly počas výroby a v etape prevádzky.

Systém je klasifikovaný ako systém so vzťahom k bezpečnosti Zabezpečuje usmernený (bezpečný) odvod vzduchu (kontaminovaného RAL), odvetrávaného zo skladovacích nádrží kvapalných RAO a z monžíkov pri ich evakuácii a jeho následné čistenie. Systémy zabraňujú šíreniu RAL do pracovného prostredia a významne redukujú aktivitu RAL uvoľňovaných do ŽP (cez ventilačný komín). Prevádzkou ČS sú teda izolované vznikajúce plynné RAL od biosféry, resp. je ňou minimalizované uvoľňovanie RAL, tzn. minimalizáciu vplyvu ionizujúceho žiarenia na ŽP.

V súlade s konštatovaniami uvedenými v kap. 6.4.4.4.1.2.2 sú požiadavky a ich hodnotenie, špecifikované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.3], Príloha č.3, časť B/I./G. – Radiačná ochrana, ventilačné systémy a filtračné systémy uvedené v kap. 6.4.4.4.3 tohto dokumentu.

6.4.4.4.2.2 Požiadavky na pevnosť, životnosť a seizmickú odolnosť

Splnenie požiadaviek na pevnosť a životnosť je dokladované v projektovej dokumentácii. Pre jednotlivé komponenty ČS boli spracované PLKVZ v preukaznej a kvalifikačnej dokumentácii.

Požiadavky na životnosť zariadení systému sú definované v návrhových špecifikáciach, a PLKVZ (1. aj 2. etape) jednotlivých zariadení. Dokladované sú v preukaznej dokumentácii, ktorá obsahuje návrhové a kontrolné výpočty. Týmito výpočtami je dokladované splnenie pevnostných požiadaviek na jednotlivé komponenty systému čistiacej stanice.

6.4.4.4.2.3 Zhodnotenie bezpečnostných funkcií systému

6.4.4.4.2.3.1 Kritérium jednoduchkej poruchy

Na popisované systémy sa neuplatňuje požiadavka na splnenie kritéria jednoduchkej poruchy.

6.4.4.4.2.3.2 Kritérium poruchy so spoločnou príčinou

Na popisované systémy sa neuplatňuje požiadavka na splnenie kritéria poruchy so spoločnou príčinou.

6.4.4.4.2.3.3 Analýza spoľahlivosti

6.4.4.4.2.3.3.1 Zhodnotenie spoľahlivosti

Prevádzkyschopnosť systému počas normálnej prevádzky a počas a po havárii

Prevádzka čistiacej stanice technologických odvzdušnení nádrží je požadovaná počas normálnej prevádzky reaktorového bloku. Jej prevádzka počas havárie a po havárii sa v projektovom riešení neuvažuje.

Zálohovanie v systéme

Projekt systému uvažuje s riešením zálohovania pre dôležité komponenty systému. Všetky komponenty, dôležité pre trvalú prevádzku systému, sú zálohované (zdvojené). ČS pozostáva z dvoch navzájom zameniteľných podsystémov. Prípadný výpadok niektorého z ich komponentov, dôležitých z hľadiska plnenia

funkcie systému, znamená automatické spustenie rezervného zariadenia. V závislosti na dôležitosti komponentov ich rezerva môže byť spúšťaná automaticky (dúchadlá, čerpadlá) alebo zákrokom operátora manuálne. Takéto riešenie umožňuje vysokú spoľahlivosť trvalej prevádzky.

Optimalizácia režimu filtrácie

Projektové riešenie systému ČTON zabezpečuje, že spracovávaný vzduch bude mať optimálne parametre z hľadiska filtrácie. Dosahuje sa to:

- separáciou vlhkosti zo spracovávaného vzduchu,
- chladením spracovávaného vzduchu,
- chladením roztoku NaOH v okruhu skrubera,
- ohrevom vzduchu pred prívodom na sorpčný filter.

Kontrola prevádzky ČTON

V systéme ČTON sú implementované prostriedky prevádzkovej kontroly, pomocou ktorých je možné predchádzať stavom abnormálnej prevádzky a poruchám (meranie prevádzkových parametrov - sledovanie teploty, tlaku, vlhkosti a aktivity jednotlivých zložiek plyných RAO).

Prevádzková kontrola je zabezpečovaná v samotnom systéme ČTON (SKR) a v SRK. Kontrolné body a merané veličiny sú navrhnuté tak, aby bolo možné sledovať regulárnu prevádzku a včas identifikovať príp. odklon od nominálnej prevádzky.

Tesnosť systému ČTON

Konštrukcia systému ČTON zabezpečuje tesnosť, ktorá je dôležitá z hľadiska zabráneniu šírenia ra-látok do pracovných priestorov v BAPP. V dobe prevádzky dúchadiel, resp. vývevy je tesnosť časti systému (od vstupu až po dúchadlá) zabezpečená tým, že je v podtlaku, t.j. únik RAL je málo pravdepodobný. Tesnosť dúchadiel je zabezpečená prívodom dusíka do upchávok dúchadiel⁵⁶. Potrubné trasy na výtlaku dúchadiel, resp. vývev (až po zaústenie do VK) majú zabezpečenú tesnosť mechanickou konštrukciou.

Poznámka: V realizačnej fáze sú všetky komponenty systému podrobené testu na tesnosť tlakovou skúškou.

Rozmiestnenie systému ČTON

Jednotlivé komponenty systému sú rozmiestnené v rôznych priestoroch (v kap.6.4.4.4.1.5). Inštaláciou v oddelených priestoroch sa eliminuje vplyv na ostatnú technológiu v BAPP a tiež aj podsystémov ČTON navzájom.

Rozmiestnenie systému ČTON v rôznych priestoroch optimalizuje aj jeho údržbu a opravy.

Princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany v systéme ČTON

Projektové riešenie systému ČTON rešpektuje princípy a požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany. RB je zabezpečovaná:

- umiestnením príslušných zariadení ČTON v oddelených priestoroch (RB personálu JE v KP),
- vysokou úrovňou účinnosti filtrácie všetkých zložiek plyných RAO - ochrana obyvateľstva a ŽP,

⁵⁶ Okrem toho upchávky ventilátrov majú zabezpečiť tesnosť aj bez prívodu dusíka

- inštaláciou príslušných zariadení SRK⁵⁷, uvedených v kap. 11.3 a 11.4 tejto PpBS.

6.4.4.4.2.3.3.2 Požiadavky kvalifikácie systému ČTON

Klimatické podmienky

Pri výbere jednotlivých komponentov systému ČTON sú rešpektované požiadavky priestorov, v ktorých sú inštalované. Pre uvedené priestory je uvedená aj celková dávka počas životnosti zariadenia (TID). Tiež sú tam uvedené charakteristiky prostredia pre havarijné podmienky.

Požiadavky na seizmickú odolnosť

Vznik porúch a ich šírenie

Vznik porúch, resp. závad v systéme ČTON je diagnostikovaný meracími kanálmi v SKR a SRK. Potlačenie šírenia porúch, resp. vzájomného ovplyvňovania podsystémov ČTON je v projekte riešené aplikáciou nezávislosti a zálohovania kritických zariadení systému.

Neprerušované plnenie funkcie filtrácie je zabezpečované automatikou systému ČS, účinnou prevádzkovou diagnostikou a spoľahlivou prevádzkou spolupracujúcich systémov.

6.4.4.4.3 Bezpečnostné zhodnotenie systémov

Prvoradým kritériom prevádzky ČTON je plnenie bezpečnostnej funkciu: „obmedzenie výpustov alebo únikov tuhých, kvapalných alebo plyných rádioaktívnych látok a ionizujúceho žiarenia pod ustanovené limity pri normálnej prevádzke a abnormálnej prevádzke“.

Kritickými komponentami, ktoré zabezpečujú plnenie uvedenej BF, sú filtračné zariadenia, navzájom prepojené tak, že vytvárajú viacstupňovú filtráciu. Jedná sa o skrubery, aerosólové filtre a adsorpčné filtre. K nim možno radiť aj tepelné výmenníky (chladiče), kde spolu s kondenzátom sú odvádzané zo spracovávaného vzduchu aj RAL.

Vysoká účinnosť filtrácie je v projektovom riešení zabezpečená:

- konštrukciou samotných filtračných zariadení,

Poznámka: konštrukčným materiálom filtračných zariadení (skrubery, aerosólové a jódové filtre) je nerezová oceľ, triedy 17247.4.

- výberom filtračných materiálov,
 - pre aerosólovú filtráciu sú v projekte navrhnuté filtračné vložky HEPA - s triedou filtrácie EU-13 (na báze skleneného mikrovlákná),
 - pre jódový filter je navrhnutý sorbent - aktívne uhlie „Silcarbon J48“.
- vytvorením optimálnych podmienok filtrácie (eliminovanie vplyvu vlhkosti),

⁵⁷ Meracie kanály SRK kontrolujú funkciu čistiacej stanice. Merané sú aktivity aerosólov, jódu a vzácnych plynov v spracovávanom vzduchu a príkon dávky na vstupnom potrubí ČTON a nádrže so zásadami. Z týchto meraní možno odhadovať RS v priestoroch ČTON.

Filtračné sekcie sú radené za sebou tak, že optimalizujú prevádzku nasledujúceho filtra. Na vstupe filtračnej linky je skrúber, ktorý vzduch ochladzuje a chemickými reakciami odstraňuje z čisteného vzduchu jód a oxidy dusíku. Zároveň čiastočne zachytáva kvapalné a pevné aerosóly (viď kap. 6.4.4.4.1.2). Tým sa znižuje záťaž nasledujúceho aerosólového filtra. V nasledujúcom tepelnom výmenníku sa vzduch ohrieva - znižuje sa jeho vlhkosť, čím sa optimalizuje mechanizmus filtrácie jódového filtra. Podobne v podsysteme sa optimalizuje filtrácia aerosólovým filtra - vzduch je najskôr ochladený a odseparovaná je z neho vlhkosť (kondenzát s RAL je odvedený je do vodného uzáveru).

- možnosťou zámeny funkčne ekvivalentných nezávislých filtračných liniek (z prevádzkovanej na záložnú linku).
- včasnou výmenou vysýteného sorbentu (v jódovom filtri), alebo nefunkčnej aerosólovej filtračnej vložky (zanesenej alebo netesnej). - výmena je indikovaná prostriedkami SKR a SRK.
- čiastočnou alebo úplnou výmenou sorbentu (NaOH) v skrúberi - včasná výmena je signalizovaná meraním v SRK. Sorbent kontaminovaný RAL je vypúšťaný do špeciálnej kanalizácie.

Z dôvodov uvedených v kap. 6.4.4.4.1.2.2 sú na systém čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO uplatňované požiadavky definované vo vyhláške ÚJD SR č. 50/2006 [II.3], v prílohe č.3 v časti B/I./G. (posúdenie plnenia požiadaviek platnej vyhlášky ÚJD SR č. **430/2011** [II.27] voči požiadavkám vyhlášky ÚJD SR. č. 50/2006 [II.3] je uvedené na konci tejto kapitoly).

Spoľahlivosť prevádzky systému ČTON

Spoľahlivosť prevádzky systému ČTON je v projekte riešená:

- zabudovaním meracej techniky, ktorou sú sledované prevádzkové parametre jednotlivých komponentov systému a systému ako celku,
- výberom komponentov (materiálov a vyhotovením) tak, aby boli plnené kvalifikačné požiadavky,
- návrhom zostavy systému ČTON, resp. jej štruktúry, ktorou sa minimalizuje dôsledok vzniku porúch a tiež šírenie porúch v rámci systému - kap. 6.4.4.4.1.2.

Pre uvažované filtračné zariadenia systému ČTON (ako kritické komponenty systému) sa nepredpokladá skoková zmena účinnosti filtrácie (resp. zlyhanie filtračného zariadenia). Postupná degradácia filtračných materiálov, alebo prechod do nežiadúceho prevádzkového stavu (napr. zanesenie aerosólového filtra) budú identifikovateľné v SKR aj SRK.

Radiačná ochrana

Radiačná ochrana v systéme ČTON je v projekte riešená:

- umiestnením jednotlivých komponentov v oddelených priestoroch kontrolovaného pásma - prevažne poloobsluhované priestory (kap. 6.4.4.4.1.5.1),
- ventiláciou miestností s technológiou čistiacej stanice,
- konštrukciou filtračných zariadení a komponentov s obsahom RAL

Konštrukcia komôr filtračných zariadení umožňuje bezkontaktnú výmenu aerosólových vložiek a sorbentu jódového filtra (ako u filtračných staníc VZT systémov HVB a BaPP). Konštrukcia komory aerosólových filtrov umožňuje dekontamináciu jej vnútorných povrchov (kyselinou dusičnou).

- sledovaním radiačnej situácie v priestoroch pracovného prostredia prostriedkami systému radiačnej kontroly - kap. 11.3 a 11.4 tejto PpBS [I.1], [I.1].

Tvorba RAO pri prevádzke ČTON

Pri prevádzke systému ČTON vznikajú RAO, ktoré sú tvorené:

- vyčerpaným aktívnym uhlím z adsorpčných filtrov.
Výmena sa uskutočňuje vypustením náplne sypaného sorpčného lôžka z telesa a naplnením čerstvým uhlím, typu Silcarbon J48, alebo schváleného ekvivalentu.
- kontaminovaným hydroxidom sodným
- regeneračnými médiami aerosólových filtrov – kyselina dusičná, horúci kondenzát
- kontaminovaná voda v nádrži hydrouzáveru – do tejto nádrže je vedený kondenzát z tepelného výmenníka.

Vyčerpané aktívne uhlie predstavuje spaliteľný RAO. Postup jeho likvidácie je rovnaký ako u jódomých filtrov ostatných VZT systémov - kap. 6.4.4.1.3.3.2.

Celkové hodnotenie projektu ČTON

Konštrukcia systému ČTON, rozsah projektovaných prevádzkových režimov a bezpečnostné charakteristiky ČTON zabezpečujú:

- trvalú realizáciu funkcie - filtračný systém ČS znižuje objemovú aktivitu uvoľňovaných plynných RAL,
- účinnú filtráciu vzduchu
- operatívne riadenie s cieľom optimalizovať realizáciu požadovaných funkcií,
- spoľahlivú a bezpečnú prevádzku s ohľadom na:
 - rozmiestnenie komponentov systému ČTON,
 - prevádzkovú kontrolu, prehliadky, údržbu a výmenu filtračných materiálov,
- radiačne bezpečnú prevádzku všetkých komponentov systému ČTON.

V DPS3.54.02 sú spracovávané kontaminované, alebo potenciálne kontaminované vzdušniny. Z hľadiska aktivity sú v systéme najdôležitejšie rádionuklidy jódu⁵⁸.

ČTON zabezpečuje dostatočne nízku aktivitu plynných RAL v systéme nakladania s KRAO za podmienok dodržania požadovanej úrovne radiačnej bezpečnosti (RB v pracovnom prostredí, minimalizácia rádioaktívnych výpustí do ŽP).

Záverom možno konštatovať, že projekt systému čistiacej stanice odvetrávania nádrží „ŠOV“ a nádrží kvapalných RAO spĺňa všetky požiadavky definované vo vyhláske ÚJD SR č. 50/2006 [II.3] ako aj požiadavky definované v súčasnosti platnej vyhláske ÚJD SR č. 430/2011 [II.27] pre systémy so vzťahom k bezpečnosti.

⁵⁸ Projekt uvádza iba aktivity rádionuklidov jódu

LITERATÚRA**I Dokumenty vo vlastníctve SE**

- [I.1] PNM34373966 Kapitola 11.3 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany, PpBS MO34
- [I.2] PNM34361115 Kapitola 07.02.01.12 Analýza radiačných následkov obálkových projektových havárií, PpBS MO34
- [I.3] PNM34361116 Kapitola 07.02.01.13 Úniky rádioaktivity zo systémov alebo komponentov, PpBS MO34
- [I.4] PNM34361040 Kapitola 06.04.01 Systém havarijného chladenia AZ, PpBS MO34
- [I.5] PNM34361021 Kapitola 05.03 Kategorizácia vybraných zariadení do bezpečnostných tried, PpBS MO34
- [I.6] PNM34361092 Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plynných výpustí, PpBS MO34
- [I.7] PNM34373967 Kapitola 11.4 Monitorovanie radiačných charakteristík, PpBS MO34
- [I.8] PNM34361088 Kapitola 06.07.03 Vzduchotechnické systémy, PpBS MO34
- [I.9] PNM34361042 Kapitola 06.04.03 Systémy na zabezpečenie obývateľnosti dozorní a radiačných stredísk, PpBS MO34
- [I.10] PNM34361041 Kapitola 06.04.02 Systémy hermetického priestoru, PpBS MO34
- [I.11] PNM34373965 Kapitola 11.02 Zdroje ionizujúceho žiarenia, PpBS MO34
- [I.12] PNM34361771 Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, PpBS MO34
- [I.13] PNM34361097 Kapitola 06.11 Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, PpBS MO34
- [I.14] PNM34361084 Kapitola 06.07.02.08 Systém čistenia odpadových vôd a vôd z nádrží nečistého kondenzátu ŠOV 3, PpBS MO34
- [I.15] PNM34373966 Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany, PpBS MO34
- [I.16] PNM34371038 Kapitola 06.03 Ochranná obálka jadrového reaktora, PpBS MO34
- [I.17] PNM34361073, Kapitola 06.06 Elektrické napájanie, PpBS MO34

II Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony)

- [II.1] Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bezpečnostný návod ÚJD SR, I.1.2/2008, Bratislava
- [II.2] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 5/2004
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č. 50/2006 Z.z. - o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [II.4] Vyhláška ÚJD SR č. 53/2006 Z.z. - podrobnosti o požiadavkách pri nakladaní s jadrovými materiálmi, rádioaktívnymi odpadmi a vyhoretým jadrovým palivom

- [II.5] Zákon NR SR č.87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [II.6] Regulatory Guide 1.140, „Design, Testing, and Maintenance Criteria for Normal Ventilation Exhaust System Air Filtration and Adsorption Units of Light - Water - Cooled Nuclear Power Plants“, Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC)
- [II.7] Regulatory Guide 1.52, „Design, Testing, and Maintenance Criteria for Post Accident Engineered - Safety -Feature Atmosphere Cleanup System Air Filtration and Adsorption Units of Light - Water - Cooled Nuclear Power Plants“, Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC)
- [II.8] Regulatory Guide 1.4, „Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss of Coolant Accident for Pressurized Water Reactors“, Office of Standards Development, U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC)
- [II.9] Technical Reports Series No. 274 Design of Off-Gas and Air Cleaning Systems at Nuclear Power Plants, IAEA, Vienna, 1987
- [II.10] Vzduchotechnické systémy jaderných elektráren, normativně technická dokumentace, Asociace strojních inženýrů - komise VZT systémy JE, Praha, říjen 2000
- [II.11] DIN 25 414, Vzduchotechnické zariadenia v jadrových elektrárnách, 1991
- [II.12] Retention, Conditioning and Storage of Gaseous Radionuclides from Nuclear Fuel Cycle Facilities, IEAE, draft, november 1998
- [II.13] Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení, potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam, ÚJD SR
- [II.14] Separace radionuklidů z plynu, F. Kepák, Academia, Praha 1989
- [II.15] Informačný materiál fy Sutcliffe Speakman Carbons Ltd.
- [II.16] Modely chování jódu při nadprojektové havárii pro reaktory VVER-440/213, Rýdl, ÚJV Řež, ÚJV 11133-T, jún 1998
- [II.17] Zákon č. 541/2004 o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon)
- [II.18] Zákon č. 350/2011 novela zákona č. 541/2004
- [II.19] NS-G-1.3 Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series
- [II.20] Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008 - Pripomienky k rozsahu a obsahu PBS pre MO34
- [II.21] STN EN 779 Filtre na odlučovanie častíc na všeobecné vetranie. Stanovenie filtračných parametrov
- [II.22] Materiálový list - špecifikácia aktívneho uhlia typ CAMCARBON KJ, CAMFIL
- [II.23] BNS I.11.1/2012 Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti, ISBN 978-80-88806-90-5, ÚJD SR, 5/2012

- [II.24] Vyhláška ÚJD SR č. 56/2006 Z.z. 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.25] Vyhláška ÚJD SR č.431/2011 Z.z.. o systéme manažérstva kvality
- [II.26] Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, Bezpečnostný návod ÚJD SR, I.1.2/2014, Bratislava
- [II.27] Vyhláška ÚJD SR č. 430/2011 Z.z. - o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.28] Rozhodnutie ÚJD SR č. 63/2015. Schválenie kategorizácie vybraných zariadení do bezpečnostných tried podľa dokumentov PNM34361188 a PNM34361189

III Dokumenty vytvorené VUJE a inými organizáciami (nie sú v I. a II. skupine)

- [III.1] Správa VUJE č. 246/94 Návrh požiadaviek ÚJD SR pre testovanie filtrov vzduchotechnických zariadení v prevádzke JE, Stanislav Janečka, Vladimír Kapišovský, 1994
- [III.2] DMO/022/3001/T/F0/S Konceptia riešenia „Systému radiačných kontrol“, Bezpečnostný koncept, Jozef Morávek, Vladimír Kapišovský, Štefan Ševečka, Rudolf Rehák, 2006
- [III.3] DMO/032/0401/T/F0/S Konceptia zvýšenia efektívnosti prevádzky VTZ a účinnosti filtrácie vzduchu HZ a RS, Technická správa, Andrej Tkáč
- [III.4] VUJE TK 214/99 6740 Analýza vlastností filtračných zariadení vzduchotechnických systémov hermetickej zóny JE V-1 v havarijných podmienkach Postupná rekonštrukcia JE V1, Štefan Ševečka, FTS 2.4.13 Filtrovaný ventling, 1999
- [III.5] 171909/QA/028 Metodický návod na hodnotenie bezpečnosti technologických systémov, konštrukcií a komponentov v PpBS MO34
- [III.6] Bujan, Kusovská: Metodika a kritéria bezpečnostných analýz pre radiačné havárie a radiačné ohrozenie obyvateľstva, Technická správa V01-28162/2010.3, VUJE a.s., febr./2012
- [III.7] DMO/022/2812/T/F0/E, Funkcia vzduchotesnej zóny a sekundárneho kontajnementu, Dodatok 7 „Hodnotenie radiačných následkov ťažkej havárie“, Technická správa, VUJE, 2008
- [III.8] 1TL70 - Odsávací systém pre udržanie podtlaku HZ, Program predkomplexného vyskúšania (jódového filtra), Úloha modernizácie ÚM M 07.04, Protokol o vykonanej skúške, august 2003
- [III.9] 1TL70 - Odsávací systém pre udržanie podtlaku HZ, Program komplexného vyskúšania (jódového filtra), Úloha modernizácie ÚM M 07.04, Protokol o vykonanej skúške, august 2003
- [III.10] T. Zelinka, A. Vávra: Jódové filtry s hlbokou sorpčnú vrstvou, štúdia, VÚV Praha, január 1985
- [III.11] Súhrnná dokumentácia k testovaniu sorbentov jódových filtrov vo vzduchotechnických systémoch JE V-2 DECEMBER 209
- [III.12] Súhrnná dokumentácia k testovaniu sorbentov jódových filtrov vo vzduchotechnických systémoch JE V-2 DECEMBER 2010 - JANUÁR 2011
- [III.13] Súhrnná dokumentácia k testovaniu sorbentov jódových filtrov vo vzduchotechnických systémoch JE V-2 DECEMBER 2011
- [III.14] Súhrnná dokumentácia k testovaniu sorbentov jódových filtrov vo vzduchotechnických systémoch JE V-2 DECEMBER 2012

[III.15] Súhrnná dokumentácia k testovaniu sorbentov jódových filtrov vo vzduchotechnických systémoch JE V-2 DECEMBER 2013

[III.16] Měření odlučivosti aerosolových filtrů a účinnosti sorbentu jodových filtrů filtračních zařízení, JE Dukovany, předávací protokol, SoD č. 4400023359/Z0190-2013

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 6.4.4-1	Požiadavky na účinnosť zachytu metyljodidu	22
Tabuľka 6.4.4-2	Základné parametre jódových filtrov	23