

Влияние на работата на спецводоочистката върх експлоатацията на ЯЕЦ

*Общи положения и аспекти.

Технологичния процес на ЯЕЦ е такъв, че той винаги се съпровожда от образуването на течни радиоактивни отпадъци, още наричани трапни води. Освен това, изпълнението на изискванията обезпечаващи радиационна безопасност на персонала на ЯЕЦ (дезактивация на помещенията, пране на спецоблекло и др.) също така довежда до образуването на трапни води. В таблицата са дадени характерни стойности на съдържанието на радионуклиди в трапните води след аварията на Чернобилската ЯЕЦ-след аварията

| Годишни допустими стойности | Годишни контролни нива, Ки/l |
|-----------------------------|------------------------------|
| Mn ⁵⁴ -6,7 | 0,4 |
| Co ⁶⁰ -1,6 | 0,5 |
| Cs ¹³⁴ -1,6 | 0,7 |
| Cs ¹³⁷ -1,6 | 1,0 |
| Sr ⁹⁰ -1,6 | 0,3 |

Контролните стойности са съгласно действащите нормативни документи в бившия СССР през 80-те години. Необходимо е да се отбележи че приведените значения отчитат смиването на радионуклидите на територията на централата замърсена след аварията през 1986 година. За намаляване на обема на течните радиоактивни отпадъци и поддържането на водохимичния режим на Първи контур е организирана и изградена така наречената спецводоочистка, неотменна структурна единица към всяка ЯЕЦ.

*Предназначение и структура на спецводоочистката-СВО

За снижаването на активността на реакторната вода и поддържането на зададения водохимичен режим на топлоносителя циркулиращ в Първи контур, част от него се направлява към системите и съоръженията на СВО (Специално почистване на водите). Спецводоочистката защитава реакторното оборудване от образуването на радиоактивни отложения (продукти на корозия), снижава степента на процесите на корозия на конструкционните материали от които са изработени елементите и възлите на реакторното оборудване, тези обстоятелства са определящи за надеждната и безаварийна икономичност на работата на ЯЕЦ. Оборудването на СВО и обемите за съхраняване на течни радиоактивни отпадъци-РАО, се свързват с тръбопроводи със системите на спецгазоочистката на реакторно отделение. Спецгазоочистката е предназначена за почистване на и от радионуклиди на благородните газове J, Kr образувани при експлоатацията на реакторния Първи контур и попаднали по различни пътища в атмосферата на реакторно отделение и неговия херметичен обем. СВО и СГО работят съвместно през целия жизнен цикъл на ЯЕЦ. След задържане и понижаване на активността на радионуклидите благородните газове, те се изхвърлят на атмосфера през вентилационните комини на ЯЕЦ. Заради сравнително неголемия период на полуразпад на изотопите на J, Kr, Xe, след тяхното задържане в течение на няколко часа, се образуват нови радионуклиди с малка активност. Оборудването на СВО се характеризира с

конструктивни особености, свързани с висока активност на обработваните среди, изискващи повишена надеждност и компактност. Тези условия за експлоатация, трябва да предвиждат максимална възможност за механизация и автоматизация на технологичните процеси протичащи в оборудването и съоръженията на СВО. Тези условия са продиктувани от стремежа към минимално дозово натоварване на оперативния и ремонтния персонал на реакторно отделение. Спецификата на СВО предназначена за ЯЕЦ се заключава в това, че редица технологични процеси (дозирание на химични реагенти и регулиране на температурата на обработваната вода) не е желателно да се извършва ръчно. Освен това натрупаните радионуклиди, отделящи се при експлоатацията на СВО, практически изключва пребиваването на оперативния персонал зает с нейното оперативно обслужване близо до нейното оборудване. Затова голяма част от оборудването на системите на СВО се обслужва дистанционно с максимално използване на средствата на автоматизация на технологичните процеси. Това включва автоматизирана запорна и регулираща арматура и елементи на автоматизиран химичен контрол. Обработването на трапните водителни ПАО се основава на така наречения термичен метод на работа на СВО.

*Принцип на термичния метод на работа на СВО-3

СВО-3 е основна структурна единица на СВО, способстваща за минимизиране на генерираните течни радиоактивни отпадъци-трапни води. В процеса на работа на СВО-3 се преследват две основни цели. При протичането на технологичните процеси на преработка на трапните води се извличат от тях радиоактивни елементи в концентриран вид, а очистената вода се връща в технологичния цикъл на ЯЕЦ. По такъв начин се организира един вид обратна система за водоснабдяване на ЯЕЦ. Понеже обема на течните радиоактивни отпадъци е достатъчно голям (стотици метри кубични вода, при нормална експлоатация), те съдържат също така дългоживущи радионуклиди, които са добре изолирани от околната среда в границите на Първия контур и по-специално в системите и съоръженията на СВО. При преработката на тези радиоактивни води се постига друга, освен обратното водоснабдяване цел: а именно свеждането до минимален обем на радиоактивните отпадъци подлежащи на погребване. За преработката на течни радиоактивни отпадъци се използват следните технологични методи: термични, сорбционни и мембранни. По-често се използват първите два.

Термичен метод (изпарение и дестилация) е най-разпространен в практиката по редица технико-икономически съображения. Той се отличава с висока степен на очистване на водата от радионуклиди. Този метод се осъществява в специални изпарителни апарати, основен елемент на СВО-3, с подвеждането на топлина от водна пара през стената на изпарителния апарат. В съвременната практика се използват три основни вида изпарителни апарати за СВО: специални изпарителни апарати, изпарителни апарати с естествена циркулация, изпарителни апарати с принудителна циркулация. В зависимост от активността и солесъдържанието на изпаряваната вода се прилага едно от горе изброените съоръжения. Термичния метод на преработка на течни радиоактивни отпадъци се отличава с относителна простота и ефективност. Термичния метод обичайно допълва сорбционния-отделянето на радионуклидите от отпадните води в резултат на абсорция, йонен

обмен, адхезия и др. Така например в ЯЕЦ Чернобил се използва СВО за почистване на трапните води от солите и радиоактивните примеси до степен на чистота позволяваща изхвърлянето на очистените трапни води в охладител на получения дестилат и използването му в оборотния цикъл на централата. На почистване се подлагат протечки от Първи контур които не се подават в система организирани протечки и попадащи в трапчетата (приемките) на система спецканализация, минерализирани води, разтвори от промивки и дезактивация на оборудване от реакторно отделение, води от регенерация на йонообменни смоли, отмивни води, води от дезактивация на помещения и други. Както вече беше отбелязано, дотук изброените води имат общо название трапни, по произхода им. Термичния метод използва следните технологични процеси:

- Коагулация на хидрооксидите на Fe за отделянето от водата на солите на твърдост (CaCO_3 и MgCO_3), хидрооксиди на тежки метали и частично миещи вещества от спецпералнята.

- Изпарение и дестилация от изпарителен апарат, от нелетливи соли и примеси (продукти на коррозия и други).

- Дегазация на получения дестилат от радиоактивни благородни газове J, Kr, Xe и отделянето на CO_2 образуван при разлагането на карбонатите за сметка на изпарение на трапната вода.

- Доочистване на получения дестилат в механични и йонообменни филтри.

* Основни положения и аспекти от експлоатацията на СВО-3

Организираните и неорганизираните протечки от Първи контур. При неудовлетворителна плътност на някои от кръговете и системите, загубите може да се окажат повече отколкото е производителността на съоръженията на СВО-3. За този случай се предвиждат специални водни обеми-наречени резервоари трапни води, за събиране на "мръсна" вода, в тях се изхвърлят радиоактивните води при дренирането на кръговете влизащи в състава на Първи контур. Но ако загубите (пропуските) са толкова големи че резервоарите за трапни води не могат да ги поемат и се препълнят, се създава аварийна ситуация, при която ядрения енергиен блок трябва да бъде спряен и реактора заглушен. Аварийна ситуация може да бъде създадена и при периода на ремонт и презареждане на реактора със свежо ядрено гориво, когато е необходимо дренирането на системите от Първи контур, необходимост за провеждането на тези операции. Помпа "мръсен" кондензат е предназначена за подаването на вода от резервоарите за трапна вода към изпарителния апарат на СВО-3. В ЯЕЦ изпарителните апарати се използват не само за подготовката (преработката на трапна вода) получаването на добавъчна вода за попълването на технологичните загуби, но и в системите на СВО за почистването на продувачната вода на Първи контур, радиоактивната вода от БОК-басейн за отлежаване на касетите, изхвърлени води от различни дейности в реакторно отделение, а също така води от санпропуски. Във всички тези случаи в изпарителните апарати на СВО, водата се освобождава от разтворените в нея радионуклиди и соли. В едноконтурните ЯЕЦ изпарителните апарати на СВО се използват и за генериране на пара, която се използва за уплътнението на турбоагрегатите и за работно тяло на ежекторните уредби. При експлоатацията на ЯЕЦ се образуват радиоактивни вещества, подлежащи на дезактивация в

съоръженията на СВО с непрекъснато действие, които се разполагат в сграда наречена спецкорпус и прилежаща на реакторно отделение. Получените течни РАО от работата на СВО се наричат кубов остатък-концентриран до голяма степен радиоактивен отпадък. Кубовия остатък се съхранява в специални резервоари, до разпадане на високоактивни радионуклиди и последваща преработка. Този радиоактивен концентрат се характеризира с високо солесъдържание на H_3BO_3 -това се отнася за ЯЕЦ съоръжени с ВВЕР. Получения дестилат от работата на СВО-3 се очиства последователно от механични филтри заредени с активен въглен и йоннообменни филтри заредени със смоли ядрен клас. При зареждането на йоннообменните смоли в филтрите които влизат в структурата на СВО, следва да се отчита натрупването на радионуклиди в слоевете на смолите и въздействието на α , β и частично γ източници на йонизиращи лъчения на катионите и анионите. Йонизиращото лъчение предизвиква постепенно разрушаване на органичните йонити, което се съпровожда с загуба на обменния капацитет, намаляване масата на смолите, а също така изнасянето на органични продукти от йоннообменните филтри. От дотук разгледаните факти може да се направи следния извод: Очистването на радиоактивните води с ниско солесъдържание до 1g/l е целесъобразно да се провежда с йоннообменни филтри, а с високо солесъдържание над 1g/l в изпарителни апарати. Мембранните способности за очистване с помощта на електродиализни и обратноосмотични апарати се използват в качеството на първа степен на дезактивация на вода с висока степен на съдържание на соли. Доочистването на водата, освободена от основната маса соли се осъществява с йонен обмен. Очистената вода се събира в контролни резервоари, прави се анализ по ВХР и ако отговаря на неговите критерии се подава за повторно използване в технологичния цикъл на ЯЕЦ или се изхвърля като дебалансни води навън в околната среда. При неудовлетворителен резултат от анализа по ВХР се подава на повторна преработка в съоръженията на СВО. Всичко изброено дотук дава основание за значението на СВО в жизнения цикъл на една ЯЕЦ. СВО пряко отговаря за радиационната безопасност на площадката на централата и по-точно на територията на реакторно отделение, заради спецификата на обработваните среди от нейните съоръжения. СВО също така косвено отговаря и за ядрената безопасност на ЯЕЦ, като това се свързва с поддръжката на водния режим на Първи контур в частност системите за безопасност на реактора, басейна за отлежаване на касетите и други. Така че правилната и навременна експлоатация на СВО и нейното качествено обслужване е една гаранция за безопасната и икономична работа на ЯЕЦ.