

V. Jovašević, Lj. Vujisić, M. Todorović,

Institut za nuklearne nauke Boris Kidrič, Beograd,

Z. Drače,

RO Minel, Grupa za razvoj, Beograd,

S. Zgorelec,

Nuklearna elektrana Krško, Služba tehničkog održavanja.

MEHANIZAM SORPCIJE ^{131}I NA UGLJENOM SLOJU JODNIH
FILTARA

MECHANISM OF SORPTION OF ^{131}I ON THE CARBON LAYER
IN IODINE FILTERS

SADRŽAJ - Merenjem na pojedinim ventilacionim sistemima NE Krško utvrđeno je da se organska jedinjenja joda javljaju u visokom procentu. Ovakva raspodela vrsta jedinjenja joda utvrđena je i na Nemačkim elektranama tipa PWR. Organska jedinjenja joda se relativno teško adsorbuju na aktivnom uglju te se savremeni koncept zaštite okoline bazira na ugradnji debeloslojnih ugljenih filtara. Na osnovu ovih saznanja RO Minel je osvojio proizvodnju ovog tipa filtara.

ABSTRACT - Measurements on some of the ventilation systems of NPP Krško have shown that the content of organic iodine is high. Similar distribution of iodine species have been obtained on German PWR plant. Adsorption of organic iodine compounds is relatively poor. So the present concept of environmental protection is based on deep bed iodine filters. In order to satisfy this protection requirements RO MINEL started with production of this types of filters.

1. UVOD

Potencijalna opasnost sa stanovišta zaštite okoline su volatilana organska i neorganska jedinjenja joda. Za njihovo uklanjanje u elektranama se koriste jodni filtri. Za siguran rad filtracionih sistema je veoma važno odrediti: (a) mesta oslobađanja ^{131}I i (b) vrste i sadržaj jedinjenja ^{131}I . U zadnjih nekoliko godina istraživanja ovakvog tipa radena su u SAD [1] i SP Nemačkoj [2-4]. Na NE Krško vršena su ispitivanja u toku 1983 - 1984 na ventilacionim sistemima koji su u kontinualnom radu.

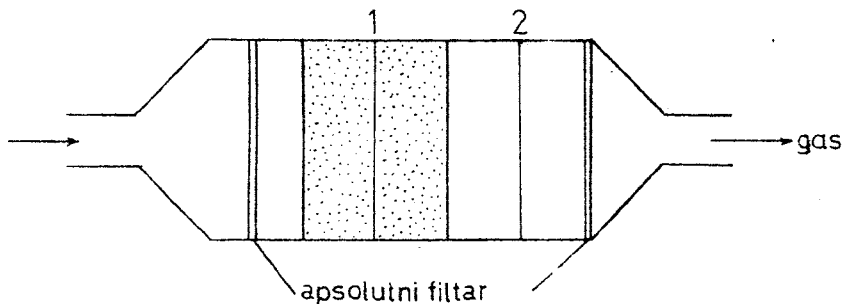
2. EKSPERIMENTALNI DEO

Obradeni sistemi na NE Krško su VA 571 i VA 441.

Sistem VA 571 ventilira pomoćne prostorije kontrolisane zone (laboratorije, radionice i sl.). Kapacitet sistema je $10217 \text{ m}^3/\text{h}$. U prostorima koje ovaj sistem ventilira može se očekivati oslobađanje ^{131}J zbog tretmana materijala iz primarnog kruga.

Sistem VA 441 ventilira bazen za odležavanje isluženog goriva. Kapacitet sistema je $2 \times 25000 \text{ m}^3/\text{h}$. Jod bi se u ovom sistemu mogao osloboditi ukoliko bi u toku manipulacije ili eksploatacije goriva neki od gorivih elemenata bio oštećen.

Eksperimenti su vršeni pomoću adsorpcione kolone od nerđajućeg čelika. Konstrukcija kolone razvijena je u IBK Laboratoriji za hemiju u toku istraživanja na reaktoru RA - Vinča [5]. Prečnik kolone je 50 mm, a visina svakog pojedinačnog sloja adsorbera je 30 mm. Šematski prikaz kolone dat je na slici 1.



Slika 1. Kolona za adsorpciju joda. 1. sekcija za adsorpciju elementarnog joda, dva sloja sorbenta DMS 11; 2. sekcija za adsorpciju organskog joda, dva sloja imp. aktivnog uglja.

Na ulaznoj struji vazduha nalazi se apsolutni filter za zadržavanje aerosola ^{131}J . Prva dva sloja adsorbera su aluminosilikat impregnisan srebrom (DMS 11) i služe za adsorpciju molekularnog joda. Druga dva sloja su aktivni uglj impregnisan KJ i služe za adsorpciju organskih jedinjenja joda. Efikasnost adsorbera (DMS 11 i aktivni uglj) je 99.0%. Kolona je priključena na ulaz u filtracioni sistem ispred filtera. Linearna brzina vazduha u toku eksperimenata je bila 0.25 m/sec , što odgovara linearnoj brzini i vremenu kontakta u filtracionim sistemima. Sadržaj joda po slojevima određen je gama merenjem.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Za proteklu godinu rada NE Krško, merenja su vršena u više navrata na pomenutim sistemima. Uzorkovanje je prosečno trajalo nedelju dana. Elektrana je bila u normalnom režimu rada.

Merenja na sistemu VA 571 ukazuju da je sadržaj organskog joda u odnosu na ukupan jod varirao u različitim vremenskim intervalima između 47 i 66 %. Ovaj odnos molekulkskog i organskog joda u saglasnosti je sa merenjima za normalan radni režim na referentnoj elektrani u SR Nemačkoj [3]. Visok sadržaj organskog joda na početku eksploatacionog perioda elektrane verovatno potiče usled prisustva organskih radikala iz organskih jedinjenja. Ovo se može smatrati normalnim jer je za početak rada vezan povećan broj intervencija na sistemu: zavarivanje, bojenje, a, i proces sušenja boja je još intenzivan. Ovakav odnos joda takode objašnjava zašto je tokom ovog vremenskog perioda dolazilo do relativno brzog opadanja efikasnosti aktivnog uglja u filtrima, što je bilo praćeno redovnim laboratorijskim testovima.

Ukupna oslobođena količina joda detektovana u sistemu VA 571 kretala se između minimalne vrednosti 1.53×10^{-4} pCi/sec do 2.83×10^{-4} pCi/sec. Ovi rezultati su takode u okviru granice detektovane na elektrani u SR Nemačkoj [3] za ventilacioni sistem koji pokriva slične prostorije.

Prva merenja na sistemu VA 441 vršena su dve nedelje po odlaganju goriva, a zatim je ponovljeno dva meseca kasnije. Uzorkovanje je vršeno takode u trajanju od po nedelju dana. U prvom uzorkovanju su otkriveni samo tragovi joda ispod granice pouzdanog merenja. U drugom uzorku, uzetom dva meseca posle odlaganja goriva, jod više nije detektovan. Ovo ukazuje da na košuljicama gorivnog elementa nije bilo defekta. Naredna merenja na ovom sistemu vršiće se posle ovogodišnje izmene goriva na NE Krško.

Organski jodidi se relativno teško adsorbuju. Usled prisustva aromatičnih jedinjenja joda može da dođe do hromatografskog pomeranja adsorbovanog pika fronta joda i eventualnog iscurivanja u okolinu, ukoliko debljina ugljenog sloja ne bi bila dovoljna. Visoki sadržaj organskih jodida detektovan na elektranama doveo je do izmene filozofije u konstrukciji filtarskih ćelija. Tako se u SR Nemačkoj i Francuskoj, koje grade nuklearne elektrane u blizini naseljenih mesta, filteri debljine ugljenog sloja od 50 mm zamenjuju filterima veće debljine sloja uglja.

RO Minel je osvojila proizvodnju ovog tipa jodnih filtera.

4. DUBOKOSLOJNI UGLJENI FILTRI - ADSORBER

Savremena koncepcija filtera sa aktivnim ugljem ide na masivne komore (adsorbere) sa fiksnim ležištima u kojima se uglj po istrajenosti puni i prazni, pneumatskim putem. Na ovaj način se postiže:

- smanjivanje gabarita filterarskih komora jer su zapremine adsorbera daleko manje od zapremine odgovarajućeg broja filterarskih ćelija,
- lakoća i sigurnost eksploatacije jer je moguće brzo pražnjenje i premeštanje uglja,
- ekonomičnost jer se menja samo aktivni uglj, a ne cela ćelija.

Na slici 2. prikazan je adsorber zajedno sa opremom za punjenje i pražnjenje.

Adsorber za aktivni uglj, koji RO Minel razvija na bazi licence, izrađuje se od čelika zaštićenog galvanskom prevlakom. Svi delovi se farbaju radi zaštite od kontaminacije. Adsorber je oremljen mlaznicama za potapanje uglja u slučaju požara.

Adsorber se sastoji od serije vertikalnih slojeva međusobno odvojenih sitno perforiranim limom. Debljina aktivnog uglja u slojevima može biti maksimalno do 200 mm.

Slojevi imaju standardnu dubinu od 917 mm, a potrebna dužina i visina adsorbera - tj. aktivna površina za razmenu se određuje u funkciji protoka i brzine strujanja vazduha.

U gornjem delu adsorbera je komora za snabdevanje koja po čitavoj površini ima krupno perforirani lim u koji se dovodi svež uglj. Adsorber se popunjava slobodnim padom uglja što omogućava ravnomerno punjenje i slaganje slojeva.

U donjem delu je odvodni kanal pod nagibom što omogućava pražnjenje. Ispod ovog kanala je smešten električni vibrator koji pri punjenju adsorbera pomaže slaganje aktivnog uglja, a pri pražnjenju olakšava evakuaciju istrošenog uglja.

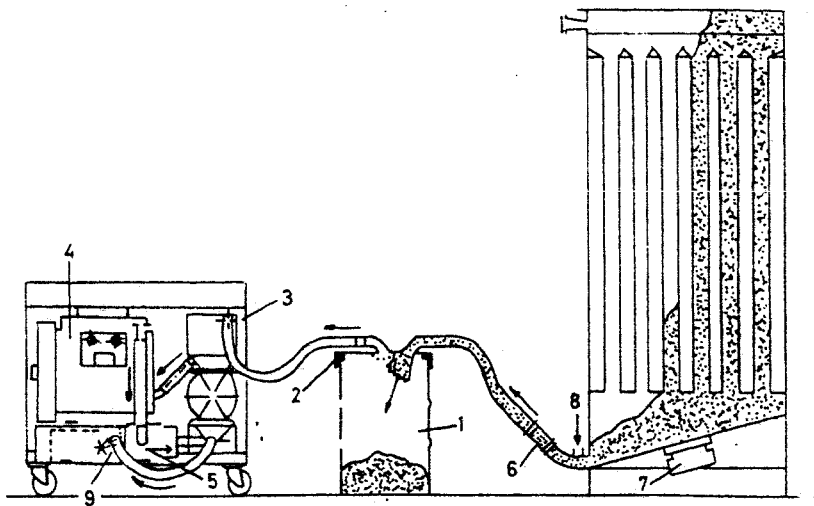
Adsorberi su projektovani tako da izdržavaju sva seizmička opterećenja (klasa 1).

Adsorberi su opremljeni instrumentima za praćenje temperature u slojevima aktivnog uglja. Instrumenti odaju više vrsta signala normalnih indikativnih, predalarmni i alarmni.

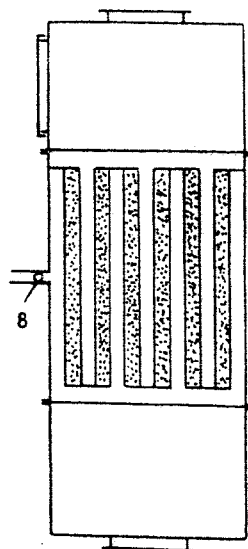
Posude sa uzorcima (test kanisteri) su instalirani na svim slojevima adsorbera. Pune se ugljem iz iste partije kao i adsorber, a broj im može varirati od broja željenih kontrola za istrošenost aktivnog uglja u adsorberu.

Pokretna grupa opreme koja služi za pneumatsko punjenje i pražnjenje adsorbera se sastoji od:

- centrifugalnog otprašivača za uklanjanje ugljene prašine,



1. Konteiner aktivnog uglja
2. Zaptivka
3. Prostor za otprašivanje
4. Prostor sa apsolutnim filtrima
5. Kompresor
6. Vizir
7. Vibrator
8. Prostor za pražnjenje



Slika 2. Šematski prikaz adsorbera sa uređajem za punjenje i pražnjenje

- rotacionog dozatora instaliranog ispod otprašivača, koji se koristi za protok i doziranje aktivnog uglja iz otprašivača u deo za potiskivanje,
- apsolutnog filtra koji služi za oslobađanje od prašine iz vazduha,
- motornog uređaja za ostvarivanje nadpritiska,
- električnog komandnog uređaja,
- opreme za usisavanje i isisavanje aktivnog uglja.

Vreme punjenja adsorbera je 5 min., a vreme pražnjenja je 3 min. za bure aktivnog uglja zapremine 200 lit.

Radi punjenja i pražnjenja potreban je prazan prostor ispred adsorbera od 1.5 m, a maksimalna udaljenost sa koje je moguće izvoditi ove operacije je 12 m.

5. LITERATURA

1. C.A. Pelletier et al., Sources of Radioiodine at Boiling Water Reactors, EPRI NP-495, Electric Power Research Institute (1978)
2. H.Deuber, J.G. Wilhelm, Nuclear Technology, 46 399 (1979)
3. H Deuber, Die physikalisch-chemischen Radioiodkomponenten in der Abluft eines Druckwasserreaktors (DWR 3), KfK 3207, 1981
4. H. Deuber, K. Gerlach, Untersuchungen zur Abscheidung von ^{131}I durch ein Iodfilter eines Druckwasserreaktors, KfK 3594
5. Lj.Vujisić, M. Todorović, Volatile and Airborne Radwaste from the Research Reactor RA - Vinča, poslato u štampu.