

ZAVISNOST ADSORPCIONOG KVALITETA UGLJA U FILTRIMA NUKLEARNIH ELEKTRANA OD KONCENTRACIJE TROVAČA

Ljubica Vujisić

Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za hemiju, Beograd

SAŽETAK

Ustanovljena je relacija koja opisuje uticaj starenja, relativne vlažnosti i organskih trovača na adsorpcioni kvalitet uglja. Relacija je uređena tako da omogućava lako izražavanje raspoloživog vremena adsorpcionog medija u ugljenim filtrima za svaki pojedinačni ventilacioni sistem za vreme normalnog režima rada, akcidentne ili incidentne situacije.

I UVOD

U toku normalnog režima rada NE ili mogućih neželjenih događaja, akcident na reaktoru, izvesna količina radioaktivnog materijala se oslobadja u atmosferu kontejmanta i postaje potencijalno opasna za okolinu. Medju ovim radioaktivnim jedinjenjima, zbog isparljivosti i radiološkog efekta, najvažniji je jod i njegova jedinjenja. Aktivni uglj, kao adsorpcioni medijum, uređen u filtrima bilo kao adsorpcione ćelije ili sorberi se koristi za uklanjanje oslobodjenih vrsta radioaktivnog joda. Ova činjenica ukazuje da su ugljeni filtri najodgovornija komponenta filtracionog sistema NE za zaštitu okoline od isparljivih i gasovitih efluenata. U toku eksploatacije uglj gubi svoje adsorpcione osobine usled starenja, trovanja organskim jedinjenjima i vodenom parom. Da bi se mogla predvideti valjanost ugljenih filtara, tj. sistema, potrebno je poznavanje kompletne relacije zavisnosti adsorpcionog kvaliteta uglja i "svih trovača". Do sada takva relacija postoji samo za starenje [1]:

$$\log K = \log K_0 - 0.3 \times 10^{-4} N - 1.3 \times 10^{-3} t \quad (1)$$

gde je: t-vreme uglja (nedelje), K_0 -početni indeks vrednosti uglja, K-indeks vrednosti uglja posle vremena t, N-broj izmena vazduha.

Cilj ovoga rada je postavljanje jednačine koja povezuje uticaj "svih trovača" i adsorpcionog kvaliteta uglja.

II PRINCIP

Adsorpcija isparljivih jedinjenja joda na aktivnom uglju, je u konkenciji sa adsorpcijom vodene pare i u vazduhu prisutnih organskih jedinjenja, što može dovesti do nedovoljnog stepena dekontaminacije na uglju. Da bi se ustanovila relacija uticaja "svih trovača" na adsorpcioni kapacitet uglja razmatran je svaki posebno.

Uticaj vode: Relativna vlažnost vazduha je važan parametar u redukovanju adsorpcionog kvaliteta uglja. Dijametar molekula vode, izračunat na osnovu elektronske gustine je 3.4 \AA tako da se on može lako smestiti u mikropore uglja, a istovremeno polarnost vode omogućava brzu fizičku adsorpciju. Na osnovu naših [2] i drugih publikovanih rezultata [3] dobijena je sledeća relacija:

$$\log K = \log K_0 - A/p_w \quad (2)$$

gde je: A-konstanta koja zavisi od vrste uglja, za kokosov uglj je 5.9×10^{-3} , p_w -parcijalni pritisak vode na datoj temperaturi i relativnoj vlažnosti (mmHg).

Uticaj organskih jedinjenja: Alifatična i aromatična organska jedinjenja detektovana na uglju, uzetom iz filtra NE, i eksperimentalni rezultati [4] pokazuju da alifatična jedinjenja (nonan do tetradekana) i ksilen ubrzavaju smanjenja K faktora. Dijametar ovih jedinjenja, izračunat na osnovu elektronskih gustina, je 7.1 \AA za nonan do 8.1 \AA za tetra dekan te se svi mogu adsorbovati u mikroporama. Poznato je da kod nonana dolazi do veoma jake predadsorpcije na uglju te smo ga uzeli za reprezentativni molekul.

Na osnovu eksperimentalnih rezultata dobijena je sledeća eksponencijalna funkcija:

$$\log K = \log K_0 - B/C_p p_p \quad (3)$$

gde je: B-konstanta koja zavisi od vrste uglja, za kokos je 0.226, C_p -koncentracija organskih jedinjenja (vol%), p_p -napon pare n-nonana na datoj temperaturi

(mmHg), t-vreme u nedeljama.

Uticaj svih trovača: Uticaj starenja i svih trovača na adsorpcioni kapacitet uglja može se predstaviti jednačinom uz sledeće pretpostavke: (i) koncentracija vode u struji vazduha je proporcionalna naponu pare na datoj temperaturi yi relativnoj vlažnosti, (ii) u vazduhu prisutni organici se svi mogu reprezentovati n-nonanom. Uz ove pretpostavke jednačine (1-3) daju konačnu relaciju:

$$\log K = \log K_0 - 0.3 \times 10^{-3} N - 1.3 \times 10^{-3} t - 5.9 \times 10^{-5} p_w - 0.226 t C_p \quad (4)$$

gde je: K-indeks vrednosti uglja posle vremena, K_0 indeks vrednosti uglja dobijen poslednjom laboratorijskom kontrolom, N-broj izmena vazduha, C_p -koncentracija organskih jedinjenja u vazduhu (vol%), p_w -napon pare n-nonana (mmHg) na temperaturi razmatranog slučaja.

III DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Jednačina (4) se može reorganizovati tako da se vreme trajanja ugljenog filtra, u normalnom režimu rada ili od početka akcidenta ili incidenta, može lako izračunati. Term $0.3 \times 10^{-3} N$, u jednačini (4), je mali u poredjenju sa ostalim te se može zanemariti, tako da se izraz za izračunavanje trajanja filtra može pretstaviti jednačinom (5).

$$t = \frac{\log K_0 - \log K}{1.3 \times 10^{-3} - 5.910^{-5} p_w - 0.226 C_p} \quad (\text{nedelja}) \quad (5)$$

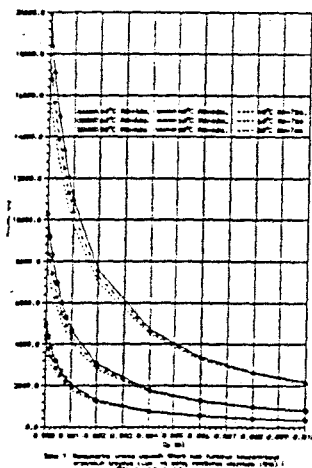
Analiza jednačine (4) pokazuje da je uticaj organskih trovača na adsorpcioni kapacitet uglja predominantan. Radi ilustracije ćemo izračunati vreme važnosti ugljenih filtera u funkciji koncentracije organskih jedinjenja od 0.0 do 0.01%, koristeći vrednost za p_w za n-nonan izračunatu iz Antoine jednačine; pretpostavljene su tri temperature i tri vrednosti relativne vlažnosti, koje odgovaraju normalnom režimu rada, incidentu i akcidentu.

Rezultati su prikazani na Slici 1. i pokazuju oštar pad vremena trajanja filtra, na datoj temperaturi i relativnoj vlažnosti, do 0.001% koncentracije organskih molekula.

Istovremeno rezultati dobijeni jednačinom (5), prikazani na Sl. 1, ukazuju da je jednačina pogodna za brzo predviđanje vremena trajanja filtera u akcidentalnim i normalnom režimu rada.

LITERATURA

- [1] Radioiodine Removal in Nuclear Facilities, Technical Report Series No. 201, IAEA, Vienna, 1980, p. 20
- [2] Lj. Vujišić, D.Lj. Vučković, LAEA Research Contract No 4360/R2.RB. Final Report
- [3] H.Deuber, J.G.Wilhelm. Proc. 17th DOE Nucl. Air Cleaning Conf. Vol.1, p.248, 1983
- [4] D.Broadbent, Gaseous Effluent Treatment in Nuclear Installation, Graham&Trothman, p. 463, 1985



Abstract: A relationship which describes the influence of ageing, relative humidity and organic poisons on the adsorption quality of coconut charcoal has been established. The relationship is rearranged for easy calculation of the reliable operation time of the adsorbent media in charcoal filters of any single nuclea air-cleaning system during accidental and incidental situation of NPP.

DEPENDENCE OF ADSORPTION QUALITY OF CARBON IN NPP AIR CLEANING SYSTEMS

Ljubica Vujišić
Institute of Nuclear Sciences "Vinta",
Department of Chemistry, Beograd