

Mogu li se ublažiti dugoročne posledice zagađenja vazduha nastale akcijom „Milosrdni anđeo“

Ružica NIKOLIĆ, dipl. inz., Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd

Uvod

U toku poslednje decenije glavni predmet razgovora na svim svetskim skupovima o zaštiti planete i njene atmosfere bio je usmeren na skoro panične apele o potrebi sprečavanja efekta staklene bašte zbog mogućih tragičnih posledica po smanjenje debljine ozonskog omotača i promene klime na planeti. Porast koncentracije ugljen-dioksida i drugih gasova relevantnih za efekat staklene bašte zaista je alarmantan i posledica je ubrzanog razvoja tehnologija koje koriste fosilna goriva kao izvor energije. Procenjuje se da će u veoma bliskoj budućnosti promene klime biti takve da će drastično uticati na opstanak života na planeti ukoliko se razvoj tehnologije i energetike ne usmeri u jedinom mogućem pravcu za opstanak života na planeti:

- *Učiniti sve da se zaustavi ili uspori razvoj efekta staklene bašte.*

Akcija osamdesetodnevog letenja „milosrdnih anđela“ na veoma malom vazдушnom prostoru sa dostignutih i 700 preletanja u jednom danu učinila je zaista sve da mi, za izvestan duži vremenski period, zaboravimo na svetske brige o zaštiti ozonskog sloja. Akcija nam je ostavila mnogo veće brige ali i naučne izazove, koji treba da odgovore na pitanje:

- *Kako ublažiti posledice mnogostrukih efekata po populaciju i objekte od posebnog značaja.*

Postavljeno pitanje apsolutno ne znači da efekti dejstva „Milosrdnih anđela“ nisu uticali na dalje razaranje ozonskog omotača. Naprotiv, visine na kojima su se dejstva odigravala kao i visine koje su dostigla aerozagađenja spadaju u sloj stratosfere u kojoj se reguliše intenzitet ultraljubičastog zračenja. U tom delu atmosfere i dalje se odigravaju složene hemijske reakcije, na čije brzine utiče intenzitet sunčevog zračenja u tim slojevima. Efekti tih reakcija mogu se u nižim slojevima atmosfere očekivati u sasvim drugačijem hemijskom obliku čak i u periodu od godinu dana, dok će se efekti zagađivača na žive organizme odražavati ne samo na generaciju koja je primila udarne doze zagađivača nego i kroz nekoliko generacija.

Pokloni „milosrdnog anđela“ svuda oko nas

Imajući u vidu samo efekte dejstva na kvalitet vazduha, mogu se nabrojati sledeći problemi koji su proistekli:

1. Razaranjem velikih industrijskih objekata, a naročito hemijskih i petrohemijskih kompleksa u gusto naseljenim oblastima, oslobođene su ogromne koncentracije visoko toksičnih materija na temperaturi koja je dostizala i 2000°C, što je učinilo da hemijski oblici u kojima su se te materije našle u vazduhu budu veoma složeni, pa zbog

toga nepodložni klasičnim metodama rutinske detekcije i kontrole vazduha.

U HIP „Pančevo“ direktno su u prvom napadu na ovaj kompleks pogođena postrojenja za proizvodnju etilena i vinilhlorid monomera, a eksplozije ovih postrojenja oštetile su hlor-alkalno postrojenje i postrojenje za proizvodnju polivinilhlorida. Posle nekoliko dana usledilo je direktno bombardovanje rafinerija i petrohemijskih kompleksa u Pančevu i Novom Sadu, zatim fabrike za proizvodnju amonijaka u Pančevu, sagorevanja skladišta elastomera u Bariču („Prva iskra“) kao i više drugih industrijskih postrojenja („Krusik“, Valjevo), iz kojih su u vazduh, vodotokove i zemljište unete hazardne mase vrlo opasnih polutanata kao što su: hlor, vinilhlorid monomer, živa, kadmijum, ugljovodonici, azotni i sumporni oksidi, fosforna jedinjenja, diizocijanati, kiseline, alkalije, ulja i druge materije. Interakcijama na visokoj temperaturi i u malom prostoru došlo je do formiranja kompleksnih organskih i organometalnih jedinjenja, direktno štetnih, iritantnih i otrovnih, kao i onih sa odloženim, najčešće kancerogenim dejstvom ili dejstvom na imunološki sistem živih organizama [1].

2. Pri eksploziji i/ili obaranju projektila i letelica u vazduhu je stvorena nedopustivo visoka koncentracija metalnog praha, oksida i aerosola visoke toksičnosti, sa direktnim i indirektnim dejstvom na respiratorne i druge organe. Metali koji se koriste za izradu projektila treba da zadovolje tražene fizičke osobine: tvrdoću, način rasprskavanja, temperaturu koja se razvija, eventualna elektromagnetna i zapaljiva dejstva. To su najčešće metali čiji su produkti sagorevanja (oksidi i druga jedinjenja) hemijski otrovni, ozloglašeni osiromašeni uranijum (DU) je i radiokativni alta emiter, dok im je zajednička karakteristika rasprskavanje na čestice mikronske strukture, koje se mogu direktno i nažalost nepovratno, uneti u respiratorne organe, ukoliko se ne koriste zaštitna sredstva sa filtrima veoma fine strukture [2]. Pored aerosolova metala i oksida metala nastalih kao posledica eksplozija, u našoj okolini našli su se i veoma opasni metali nastali destrukcijom fabrika (živa iz hlor-alkalne elektrolize u Pančevu i kadmijum iz „Krusika“), koji grade veoma toksična organometalna jedinjenja sa akumulativnim dejstvom.
3. Razaranja građevinskih objekata i objekata infrastrukture imala su za posledicu stvaranja ogromnih oblaka prašine, dima i čađi, ali i aerosola sa hemijskim jedinjenjima iz boja, nameštaja, tekstila, plastike, sintetičkih i drugih izolacionih materijala, od kojih je azbest poznat kao kancerogena supstanca, dok je manje poznato da se veoma otrovna organska jedinjenja formiraju pri paljenju izolacije na bazi elastomera. U pogledu aerozagađenja štetna dejstva ovih razaranja su uglavnom lokalizovana na najbližu okolinu, ali dejstvo

silikatne i azbestne prašine na respiratorni sistem takođe je trajno i veoma opasno.

4. Uništenje prenosnih sistema za distribuciju električne energije imalo je za posledicu isticanje veoma otrovnog piralena, posebno opasnog za zagađenje voda i tla, ali i za aerozagađenje.
5. Sagorevanje ogromnih količina pogonskog goriva, iako su letovi obavljani na velikim visinama, imalo je za posledicu stvaranje visoke koncentracije otpadnih gasova na malom prostoru, što za posledicu može imati lokalizovano dejstvo na ozonski omotač, kao posledicu stvaranja gasova staklene bašte.
6. Uništenje prirodnih regeneratora životne sredine, nacionalnih parkova i šumskih kompleksa, nije samo promenio i poremetilo floru i faunu u ovim područjima, nego dugoročno predstavlja možda i najveću štetu, jer se ta ravnoteža nikakvim naučnim saznanjima ne može veštački povratiti u nekom doglednom vremenskom periodu.

Lansiranje „prepakivanih“ poklona u nebo

Obim zagađenja, koncentracija i vrsta pojedinih zagađivača vazduha, vodotokova i tla prevazilazi okvire dejstva hemijskih oružja u jednom namerno vodenom ratu hemijskim oružjima (bojnim otrovima). Hemijski rat podrazumeva primenu hemijskih oružja, zabranjenu svim konvencijama o ratu i miru, mada je sastav hemijskih oružja, koja su, legalno ili ilegalno, koristile razne vojne i policijske snage u objavljenim i neobjavljenim ratovima, uglavnom poznat.



Slika 1. Milosrdni anđeo šalje poklone sa neba

Poznata vrsta hemijskog oružja omogućava drugoj strani razvoj efikasnog zaštitnog sredstva za najizloženiji i najugroženiji deo populacije, tako da se udarno primljena doza zagađivača smanji na najmanju moguću meru. To se pre svega odnosi na decu, hronične bolesnike, bolesnike sa specifičnim profesionalnim oboljenjima. Za ovu populaciju se obezbeđuju specifična zaštitna sredstva, ili se oni smeštaju u prostorije sa ventilacionim sistemima koji imaju ugrađene selektivne filtre za određenu vrstu hemijskog oružja.

Međutim, način vođenja hemijskog rata u akciji „milosrdnih anđela“ bio je sasvim drugačiji i prevazilazi sve oblike i razmere ljudskog i ratničkog beščasća. Na sl.1 prikazan je uvodni deo „anđeoskog“ načina ratovanja koje se punih 11 nedelja odigravalo iznad naših glava, a posledice koje smo videli oko nas samo su deo onih koje ostaju da budu sagledavane kroz generacije koje tek dolaze. Nadajmo se da dolazak nekih sličnih anđela neće u potpunosti sprečiti dolazak tih generacija.

Pored poklona u vidu gasova i aerosola donetih iz vazduha, daleko obimniji i u svakom pogledu opasniji su oni prepakovani „pokloni“, jer ih pošiljalac nije napravio niti nabavio na tržištu, nego ih je proizveo razaranjem hemijskih i petrohemijskih kombinata, fabrika lekova i proizvoda od metala, plastike, elastomera i drugih materijala. Način ovakvog „pribavljanja“ poklona treba da bude predmet (ne samo) izučavanja pravnih i socioloških nauka. Ako je osiromašeni uranijum nazvan metalom beščasća (projekat Ramsey Clarka i saradnika, 1997), onda je ovakav hemijski rat u blizini najvećih gradova mega beščasće. Jedan izraziti primer trenutnih posledica ilustrativno je prikazan na sl. 2.

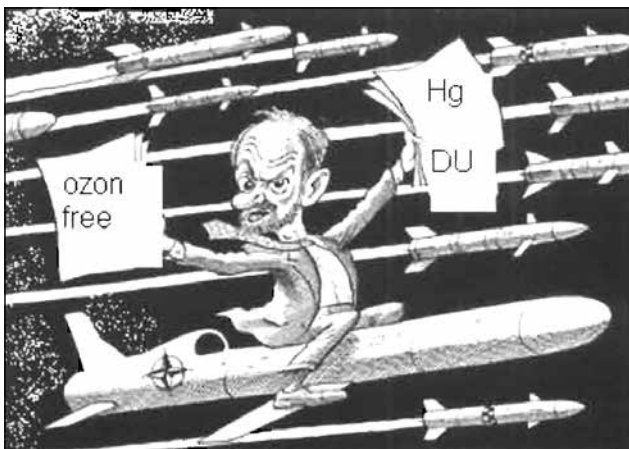
Kao što se rat vođen sa bezbednih visina, kada žrtva ne može da vidi lice napadača, mora smatrati vrhunskom perversijom, tako se i ovako vođeni hemijski rat mora smatrati još većom perversijom jer istovremeno pogađa ogroman broj žrtava, među njima mnoge još nerođene, a zbog kompleksnosti nečasno pribavljenog „naoružanja“ žrtva ostaje potpuno nezaštićena. Čak i da je neki bolesni um ranije mogao predvideti da će se dogoditi ovakva upotreba civilnih industrijskih strojeva u ratne svrhe, teško bi bilo obezbediti dobru i efikasnu zaštitu od ovakve kombinacije hemijskih sredstava.

Izrada zaštitnih sredstava, kako za ličnu tako i za kolektivnu zaštitu od gasova, zasnovana je na hemijskoj prirodi materijala od čijeg se dejstva treba zaštititi za određeno vreme. Materijal koji se koristi u filtru potrebno je da brzo reaguje sa štetnim gasom pretvarajući ga u stabilno jedinjenje. Ako se radi o kombinaciji ili smesi više gasova, onda se i zaštitno sredstvo priprema iz više slojeva, ili se pravi struktura koja može obezbediti zaštitu od takve smese.

Kapacitet svakog zaštitnog sredstva je ograničen, pa je ograničeno i vreme njegove efikasnosti. Zbog svega toga, za kombinaciju otrova kakvu su nam uručili „milosrdni anđeli“, teško bi se moglo naći efikasno, skoro univerzalno sredstvo, sa tako velikim kapacitetom.

Šta sa poklonima koje niste očekivali ni od đavola, a dobili ste od anđela

Siromašni i mali ne mogu sebi dozvoliti da poklone vrte ili uzvrate jakim, bogatim i velikim, pogotovu ne tako jakim silama kao što su „anđeoske“. Moraju se međutim potruditi da poklone od „anđela“ koje su pakovali đavoli učini što manje štetnim po sebe. Srećom po nas, dogodilo se u nekoliko slučajeva da se priroda našla na pomoći i deo neželjenih poklona raspodelila nešto pravednije od „anđela“. Zahvaljujući tome, kao i preduzetim mogućim merama predostrožnosti, evakuacije ugroženog stanovništva, izmeštanja nekih skladišta i dr., zabeležen je relativno nizak broj akutnih trovanja ljudi (< 100 u Pančevu, npr.), u odnosu na razmere aerozagađenja, zagađenja vodotokova i tla. Ipak, bilo je neminovno da neka uža područja prime isuviše velike doze aerozagađenja, među njima i nekih agenasa koji reaguju kumulativno, ili sa odloženim dejstvom. Vise nego očigledan masovni pomor ribe u širim područjima vodotokova, kao i nestanak ili seoba nekih vrsta ptica iz najugroženijih područja, dovoljan su indikator učinjene štete po živi svet.



Slika 2. Da li je projektil poreklom iz Belgije?

Po saznanjima iz proučavanja okoline hlor-alkalnih postrojenja, poznato je da je živa najopasniji polutant koji ugrožava osoblje koje radi u postrojenjima kao i ribu u okolnim vodotokovima, neke vrste ptica iz okolne atmosfere i to tako što se pare metala složenim biohemijskim procesom preko svuda prisutnih mikroorganizama, metalna živa pretvara u oblik metilživiinog kompleksa, koji razara neke vitalne ćelije organizma [3]. Simptomi trovanja živom mogu biti odloženi sve dok se broj nerazorenih zdravih ćelija ne smanji ispod određene granice. Ono što je najopasnije pri dejstvu organo-metalnih jedinjenja (žive, olova, kadmijuma) jeste njihovo akumuliranje u nekim organima i nemogućnost izlučivanja iz organizma pre nego što proizvedu razaranja vitalnih ćelija.

Iako su nadležne službe saopštavale umirujuće rezultate koncentracija pojedinih zagađivača i njihova kretanje u „dozvoljenim granicama“, mora se imati u vidu da duga izloženost zagađivačima u granicama blizu dozvoljenih doza može biti veoma opasna, upravo zbog kumulativnog i odloženog dejstva, kao i od značajno sniženog imuniteta organizama koja su u nekim kraćim intervalima primili povišene koncentracije nekih polutanata. Osim toga, sam monitoring zagađivača nepoznatih i veoma složenih hemijskih oblika mora biti uzet sa ozbiljnim rezervama, pogotovu kada se ima u vidu zastarelost opreme za kontrolu pojedinih zagađivača, čija se koncentracija rutinski prati. Takođe, mora se imati u vidu da su ovako snažnim dejstvima iz vazduha po industrijskim postrojenjima na visokim temperaturama i u prisustvu vrlo različitih agenasa formirana složena hemijska jedinjenja koja se ne mogu detektovati rutinskim metodama, primenjenim u normalnim uslovima u okolini nekog industrijskog postrojenja. Najvažnije pitanje koje je pred nama glasi:

Kako ublažiti posledice?

Sigurno je da smo i dalje izloženi povišenom nivou svih oslobođenih zagađivača i to iz vazduha, vode i iz zemljišta i da će se cirkulacija tih polutanata u prirodi nastaviti u različitim vidovima, iako će se njihova koncentracija postepeno smanjivati, pre svega zbog jonoizmenjivačkog dejstva zemljišta. Zbog toga je potrebno preduzeti mere kako bi se zaštitila najmlađa populacija, kojoj predstoji najduži period života u uslovima sa povećanim zagađenjem (čak i pod uslovom da ne dođe do novih akcidenata na hemijskim kompleksima). To se može i mora učiniti tako što će se sistemi za ventilaciju u dečijim i omladinskim ustanovama (obdaništima, školama, slušonicama, bolnicama, sportskim dvoranama), u kojima deca i omladina provode veliki deo vremena, obezbediti kompleksnim filtrima, koji će sprečiti dalje izlaganje osetljivih organizama povećanim dejstvima zagađivača. Osim toga, potrebno je poštiti kriterijume o čistoći vazduha i vode u našoj zemlji za svu populaciju koja je bila izložena dejstvu hemijskih otro-

va u proteklim mesecima, što praktično znači da treba veoma strogo primeniti i ako treba promeniti propise o kvalitetu vazduha, vode i hrane za celu Jugoslaviju.

Drugim rečima, potrebno je učiniti suprotno od onoga što je EU učinila posle akcidenta u Černobilju, kada su u roku od nekoliko dana promenjeni propisi tako da su dozvoljene koncentracije pojedinih izotopa povećane 100-1000 puta, pa je ova organizacija slobodno mogla izvoziti sve prehrambene proizvode u nerazvijene zemlje, ili ih deliti kao humanitarnu pomoć, dok se za svoju osetljivu populaciju i dalje pridržavala ranije propisanih doza.

Ako hoćemo da se odgovorno ponašamo prema mladim naraštajima, mora se zaboraviti na ustaljenu praksu deljenja utešnih, ali netačnih, informacija o tome da je npr. čađ neskodljiva, da je mutna voda sasvim u redu za piće jer je hemijski i bakteriološki ispravna. To po samoj prirodi fizičko-hemijskih procesa u prirodi i u organizmima nije moguće. I čađ i mulj su idealni adsorbensi kako za bakterije, tako i za razne vrste hemikalija.

Filtri koje treba ugraditi u ventilacione sisteme napred pomenutih ustanova moraju biti sastavljeni od najmanje tri sloja zaštite:

- filter za uklanjanje čestica i aerosola fine strukture (male propustljivosti);
- apsorbens za uklanjanje kiselih gasova kao što su hlor i drugi halogeni elementi i halogenidi, sumporna i druga kiselina jedinjenja; uobičajeno korišćeni filter za ovu vrstu gasova je kalcijum-karbonat/krečnjak;
- reaktivni adsorpcioni materijal za uklanjanje specijalnih polutanata koji se hemijskim reakcijama sa selektivno odabranim materijalom impregnišu klasični apsorbens [4, 5];
- eventualni sigurnosni apsorbens, najčešće običan aktivni uglj.

Kontrola stepena zasićenosti filtra mora se sprovoditi u određenim vremenskim intervalima kako zasićeni filteri sami ne bi postali izvori zagađenja.

Ovde bi trebalo istaći još jedan veoma verovatan negativni uticaj zagađenja u dužem vremenskom periodu, koji može nastati na umetničkim delima i spomenicima kulture, zbog njihovog hemijskog dejstva na boje i vezivne elemente strukture materijala. Zato bi bilo poželjno u svim prostorijama od posebnog značaja (muzeji i sl.) za očuvanje kulturnog blaga ugraditi efikasne filtre.

Literatura

- [1] **Heylin, Michael:** *NATO Bombs Take Out Chemical Complex*, Chemical & Engineering News, Vol. 77 (19), pp. 7-8 (1999).
- [2] *****:** *Operation Desert Storm: Army Not Adequately Prepared to Deal With Depleted Uranium Contamination*, United States general Accounting Office (GAO/NSIAD-93-90), Jan. 1993, pp.17-18.
- [3] **Nikolic, R., M. Marinkovic and M. Pavlovic:** *Removal of Mercury Vapors From Hydrogen and Other Gases and High Precision Continuous Detection of Mercury in Gases*, Proc. of the I Regional Symposium „Chemistry and the Environment“, publ. by Serbian Chern. Soc., Vrnjanska Banja 1995, pp. 739-742.
- [4] **Nikolic, R. i K. Zmbov:** *Postupak dobijanja adsorbensa za efikasno prečišćavanje vodonika od tragova živinih para*, Patentna prijava 900/84, Savezni zavod za patente, 13134, 1984.
- [5] **Lovet, W. D., F. T. Cunniff:** *Air Pollution Control By Activated Carbon*, Chem. Eng. Progress, Vol. 70 (5), pp. 43-47 (1974).