

ONEČIŠĆENJA INDUSTRIJSKE ATMOSFERE I ATMOSFERE NASELJA

MIRKA FUGAŠ i F. VALIĆ

Prikazani su radovi izvršeni u Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada na području onečišćenja industrijske atmosfere i atmosfere naselja.

U tim radovima naročita je pažnja posvećena razvoju metoda za određivanje vrlo niskih koncentracija onečišćenja u atmosferi, proučavanju mehanizma reakcija i interferencije drugih komponenata atmosfere pri kvantitativnoj analizi onečišćenja. Opisana su i lična zaštitna sredstva, razvijena u Institutu, za zaštitu od plinovitih i krutih onečišćenja zraka.

Prikazani su i rezultati proučavanja onečišćenja atmosfere na području grada Zagreba u periodu od šest godina.

Za ispitivanje utjecaja okoline na čovjeka potrebno je u prvom redu znati koji su sve faktori prisutni u okolini i kojim intenzitetom djeluju. Da bi se to utvrdilo, potrebno je raspolagati metodama pomoću kojih se ti faktori mogu pouzdano identificirati i kvantitativno mjeriti.

U Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada proučavani su prvenstveno kemijski faktori okoline, i to onečišćenja atmosfere kako u atmosferi radnih prostorija tako i u atmosferi naseljenih mjesta.

Neprestano uvođenje novih, potencijalno štetnih tvari u industrijsku proizvodnju i u svakodnevnu primjenu, kao i sve stroži kriterij u pogledu koncentracija stranih tvari u zraku, koje se još mogu smatrati neškodljivima, traže razvoj novih, sve osjetljivijih metoda za identifikaciju i određivanje tih tvari. S obzirom na to da su koncentracije onečišćenja u zraku radnih prostorija, a pogotovo u vanjskoj atmosferi naseljenih mjesta najvećim dijelom vrlo niske, susrećemo se pri njihovoj analizi s nizom problema koje u makroanalitičkoj kemiji uopće ne treba uzeti u obzir. Uzorci se lako kontaminiraju, pri čemu zbog vrlo niskih koncentracija tvari koje se želi analizirati dolazi do vrlo ozbiljnih pogrešaka. Zbog često veoma nepovoljnog odnosa koncentracije onečišćenja koje želimo odrediti i mnogo viših koncentracija ostalih primjesa u zraku, često dolazi do interferencije tih primjesa pri određivanju onečišćenja, bilo da primjesa sprečava reakciju kojom se određuje onečišćenje, bilo da reagira s istim reagensom, bilo da uzrokuje fizikalnu interferenciju, npr. zamućenjem, taloženjem ili koprecipitacijom. Zbog

toga metode za određivanje onečišćenja u zraku treba da budu vrlo specifične ili barem selektivne, ili pak treba, uklanjanjem iz reakcione smjese, isključiti komponente koje interferiraju.

Kako se zbog varijabilnosti sastava industrijske atmosfere, a pogotovo komunalne atmosfere, mora izvršiti velik broj mjerenja za reprezentativnu ocjenu kvalitete okoline, to je potrebno da metode mjerenja budu ne samo specifične ili selektivne nego i jednostavne, brze i jeftine, a sakupljanje uzoraka zraka jednostavno, efikasno i reprezentativno.

S tih je razloga velik dio radova Laboratorija za higijenu radne okoline Instituta bio posvećen metodološkim problemima određivanja onečišćenja atmosfere. Istraživanja su obuhvaćala:

- proučavanje efikasnosti sakupljanja uzoraka onečišćenja iz atmosfere uz različite uvjete;
- razvoj i ocjenu metoda za određivanje niskih koncentracija onečišćenja u atmosferi;
- proučavanje mehanizma reakcija i interferencije drugih tvari istovremeno prisutnih u atmosferi na pouzdanost određivanja nekog onečišćenja;
- primjenu razvijenih i provjerenih metoda na proučavanje okoline i njenog utjecaja na zdravlje ljudi;
- razvoj sredstava za ličnu i tehničku zaštitu.

I. ANORGANSKI PLINOVI

U ranijim fazama ispitivanja onečišćenja atmosfere naročita je pažnja bila posvećena uvodenju tehnika za pripremu smjesa poznate koncentracije plinova u zraku i korištenju tih tehnika za objektivno provjeravanje efikasnosti metoda za uzimanje uzoraka i određivanje plinova u atmosferi (ugljični monoksid, sumporni dioksid, sumporovodik) (1). Kasnije su ove tehnike još više razvijene i upotrijebljene za detaljno proučavanje novih metoda za određivanje dušikovih oksida i sumpornog dioksida u zraku (2).

Konstruirana je i testirana velika komora od 20 m³ za statičku proizvodnju poznatih koncentracija plinova i para u zraku (3, 4).

1.1. Dušikovi oksidi

Metoda za određivanje dušikova dioksida u atmosferi, koja se temelji na stvaranju azo-boje, iako vrlo osjetljiva i specifična, ima osnovni nedostatak što količina dokazanog dušikova dioksida ne odgovara teoretski predviđenoj (50%). Iako je taj problem mnogo proučavan, nisu još do sada nađeni definitivni odgovori niti koliko se tačno dušikovog dioksida pretvara u nitrit, koji dalje sudjeluje u stvaranju obojene reakcije, a niti je do sada pronadeno zadovoljavajuće teoretsko tumačenje ovako

nepravilnog ponašanja (5, 6, 7, 8). U našim početnim radovima, gdje smo proučavali razvoj i postojanost azo-boje u ovisnosti o svjetlu i temperaturi, efikasnost pojedinih ispiralica za sakupljanje dušikova dioksida iz zraka, optimalnu brzinu prostrujavanja zraka, utjecaj temperature na apsorpciju i tri različita reagensa, dokazali smo u najvećem broju slučajeva oko 60% dušikova dioksida prisutnog u baždarnoj smjesi (2, 9). U toku eksperimenata primijećeno je da postoji izvjesna ovisnost između koncentracije dušikova dioksida u zraku i relativne količine dokazanog nitrata. Kako su rezultati bili dosta raspršeni, pokušali smo paralelnim određivanjem onog dijela dušikovitog dioksida koji u apsorpcionoj otopini prelazi u neaktivni nitrat, uz onaj dio koji je u formi aktivnog nitrata, dobiti podatak o tačnom postotku dušikova dioksida koji prelazi u nitrit pri raznim koncentracijama, dakle neovisno o eksperimentalnoj pogrešci pri pripremanju plinske smjese i uzimanju uzoraka. Rezultati su ipak bili više raspršeni nego što bi se moglo očekivati, što ukazuje da na odnos vjerojatno utječu još neki faktori, ali je negativna korelacija između apsolutne koncentracije dušikovitog dioksida u zraku i relativne koncentracije nitrata u otopini očita i može se protumačiti opadanjem brzine oksidacije s padom koncentracije (10).

Proučavan je također i problem efikasne oksidacije dušikova monoksida u dušikov dioksid radi određivanja dušikova monoksida istom metodom (11).

U toku ovog istraživanja izvršen je i studij pouzdanosti vizuelne kolorimetrije i predložena je logaritamska skala baždarnih otopina za vizuelno uspoređivanje intenziteta obojenosti (12).

Iako je metoda za određivanje dušikova dioksida na bazi stvaranja azo-boje specifična, reakcija može biti ometana prisutnošću sumpornog dioksida, pa je proučavan opseg, mehanizam i sprečavanje interferencije sumpornog dioksida pri određivanju dušikova dioksida. Rezultati pokazuju da do interferencije dolazi samo pri duljem stajanju uzoraka prije mjerenja, pa da prema tome sumporni dioksid utječe na već stvoreni obojeni spoj (13).

1.2. Sumporni dioksid

Nova osjetljiva i specifična metoda za određivanje sumpornog dioksida u zraku osniva se na stvaranju obojenog spoja pri reakciji sumpornog dioksida s reduciranim pararozanilinom u prisutnosti formaldehida (14).

Detaljno je proučen razvoj boje pri raznim uvjetima temperature i svjetla; proučen je utjecaj porijekla reagensa na efikasnost metode; istražena je efikasnost sakupljanja uzoraka u ovisnosti o vrsti ispiralice, brzini strujanja i vremenu proteklom od sakupljanja uzoraka do analize. Proučena je interferencija dušikova dioksida pri određivanju sumpornog dioksida, kao i sprečavanje te interferencije. Utvrđeno je da pro-

tivurječni podaci u literaturi potječu otuda što interferencija ne nastaje prilikom uzimanja uzorka, nego dušikov dioksid djeluje tek na već stvoreni obojeni spoj, pa je ona prema tome ovisna o količini dušikova dioksida zadržanog u apsorpcionoj otopini prilikom uzimanja uzorka. Kako je efikasnost zadržavanja dušikova dioksida vrlo ovisna o tipu ispiralice i relativno niska za obične ispiralice koje se koriste s uspjehom za sakupljanje uzoraka sumpornog dioksida, to je i efekt dušikova dioksida znatno slabiji nego što bi se moglo očekivati ako se zaključuje iz pokusa sa čistim otopinama uzimajući u obzir samo koncentraciju sumpornog dioksida u zraku. Rezultati pokusa s kontroliranim uzorcima iz plinskih smjesa poznate koncentracije i slobodne atmosfere potvrdili su tu pretpostavku (15).

1. 3. Cijanidi

Proučavana je korelacija između niskih koncentracija cijanida u zraku i količine tiocijanata nastalih detoksikacijom cijanida u organizmu eksponiranih ljudi i izlučenih urinom. Modificirana je metoda za određivanje tiocijanata *Brucea*, *Howarda*, i *Hanzala* (16).

Određene su normalne vrijednosti tiocijanata u urinu pušača i nepušača, pri čemu je utvrđeno da je ekskrecija u pušača statistički značajno viša. Zbog poteškoća koje se uvijek susreću pri sakupljanju 24-satnih uzoraka urina na terenu, ispitana je mogućnost primjene prvog jutarnjeg urina umjesto 24-satnog uzorka, pa je nađeno da ne postoji signifikantna razlika koncentracije tiocijanata u prvom jutarnjem uzorku i 24-satnom uzorku urina (17, 18).

1. 4. Ugljični monoksid

U sklopu ispitivanja utjecaja niskih koncentracija ugljičnog monoksida određene su normalne vrijednosti ugljičnog monoksida u krvi pušača i nepušača uz razne uvjete niskih ekspozicija ugljičnom monoksidu. Utvrđeno je da su normalne vrijednosti ugljičnog monoksida u krvi pušača značajno više nego u krvi nepušača, ali da nema signifikantne razlike između koncentracije ugljičnog monoksida u krvi stanovnika gradova i sela, niti muškaraca i žena (19).

2. ORGANSKA ONEČIŠĆENJA

2. 1. Organska otapala

Osnovni problem pri određivanju koncentracija para organskih otapala u zraku jest efikasno sakupljanje reprezentativnih uzoraka. Izvršena su opsežna ispitivanja optimalnih uvjeta brzine strujanja zraka, temperature, tipa ispiralice i broja u seriju spojenih ispiralica za maksimalnu i pouzdanu efikasnost sakupljanja uzoraka niza kloriranih ugljikovodika. U tu svrhu je razrađen i provjeren postupak za proizvodnju

smjese kloriranih ugljikovodika sa zrakom tačno određenih koncentracija (20). Za analizu kloriranih ugljikovodika uvedena je metoda koja se temelji na termičkoj razgradnji organskog spoja i određivanju tako oslobođenog klora u obliku klorid iona (21). Metoda je provjerena na terenu, a paralelno je projektiran sistem lokalne ventilacije za zaštitu osoblja izloženog parama kloriranih ugljikovodika i vršena su klinička ispitivanja izloženih radnika (22).

Razrađena je metoda za kvantitativno određivanje benzena, toluena i ksilena u zraku (23).

2. 2. *Tetranitrometan*

Razvijena je i provjerena metoda za efikasno sakupljanje uzoraka i pouzdano određivanje vrlo otrovnog tetranitrometana u zraku. Metoda bazira na formiranju obojenog kompleksa između tetranitrometana i benzidina kojega je intenzitet obojenja proporcionalan koncentraciji tetranitrometana. Detaljno je proučen utjecaj svjetla, koncentracije reagensa, starenja otopina i drugih onečišćenja na rezultate analize. Posebna pažnja obrađena je načinu uzimanja uzoraka (24).

2. 3. *Zapaljivi ugljikovodici*

Proučeni su izvori vrlo ozbiljnih pogrešaka koje mogu nastati ako se za određivanje zapaljivih onečišćenja u zraku upotrebljavaju metalni kolektori za uzimanje uzoraka atmosfere. Pokazalo se da zbog nastajanja vodika djelovanjem cinka na vodu u kolektoru može doći do pogrešnih rezultata određivanja metana eksplozimetrom, što dovodi do određivanja mnogostruko povišenih koncentracija, mnogostruko viših nego što su stvarno u zraku postojale (25).

2. 4. *Krute čestice*

Većina krutih organskih čestica u atmosferi pojavljuje se u obliku dima: smjese ugljika, nepotpuno sagorjelih organskih spojeva i pepela sa sagorjivim plinovima i zrakom. Najčešće se s problemom određivanja krutih organskih čestica susrećemo pri mjerenju dima u atmosferi naseljenih mjesta. Kao indeks onečišćenja naselja krutim česticama često se upotrebljava optička gustoća ili refleksija uzorka tih čestica na filter-papiru. Iz posebno pripremljenih baždarnih dijagrama dobiva se odgovarajuća težinska koncentracija čestica u atmosferi. Izvršena su detaljna istraživanja odnosa optičke gustoće i refleksije s težinskom koncentracijom paralelnih uzoraka da bi se provjerila opravdanost tog načina zaključivanja o koncentraciji krutih čestica u atmosferi (26). Upravo su u toku završni radovi na ispitivanju potpuno novog pristupa određivanju težinske koncentracije ukupnih čestica u atmosferi na bazi gašenja fluorescencije. Utvrđeno je da čestice istaložene na filter-papiru u toku uzimanja uzoraka tih čestica iz atmosfere, gase fluorescenciju odre-

đenih fluorescentnih tvari kojima je prethodno impregniran filter-papir (rodamin B, berberinsulfat, leukofor BB, uranin). Utvrđeno je također da postoji linearan odnos između relativnog stupnja gašenja fluorescencije i koncentracije ukupnih atmosferskih čestica kada se ove sastoje pretežno od crnih čestica dima odnosno čađe. Na taj se način mjerenjem gašenja fluorescencije može odrediti koncentracija ukupnih čestica u atmosferi. Pri ispitivanju istih odnosa u slučaju bijelih čestica nisu dobiveni povoljni rezultati (27).

U toku su radovi na razvoju jednostavne nove metode za određivanje polinuklearnih kancerogenih ugljikovodika u atmosferi tehnikom ugrijavanja prstena koristeći standardne uzorke dima.

Zbog poteškoća pri sakupljanju čestica vegetabilnog porijekla standardnim elektrostatskim precipitatorom pri kojem je dolazilo do depozicije čestica i na vanjskoj strani elektrode sakupljačice, izrađena su dva modificirana postupka. U jednom se skraćivanjem centralne elektrode skraćuje elektrostatsko polje, a u drugom se elektroda sakupljačica modificira priključivanjem prirubnice kojom se mijenja karakter strujnica zraka, pa na taj način sprečava nepoželjna depozicija čestica na vanjskoj strani elektrode (28).

Izrađena je metoda za frakcioniranje ugljene prašine modificiranom tehnikom sedimentacije. Predložene su jednadžbe za određivanje broja opetovanih sedimentacija potrebnih za dobivanje dovoljnog stupnja homogenosti frakcija. Metodom se može dobiti serija od 6 frakcija u području veličina čestica 1–20 μ (29). Proučavan je i odnos između projicirane površine čestica i njihove stvarne površine (30). Radilo se i na teoriji optičkih presjeka velikih sferičnih čestica (31).

3. METALI

Ekspozicija populacije industrijskih radnika toksičnim metalima godinama je bila jedan od vodećih problema industrijske toksikologije u našoj zemlji, pa je velik dio aktivnosti Instituta bio posvećen proučavanju utjecaja metala na zdravlje industrijskih radnika. U novije vrijeme obraćena je pažnja na pitanje utjecaja metala u česticama komunalne atmosfere naselja na opću populaciju. Kako je poseban prikaz (32) posvećen upravo pitanju djelovanja teških metala, ovdje ćemo se samo kratko osvrnuti na neke radove iz tog područja.

3. 1. Živa

Jedan od prvih problema iz tog područja bio je problem ekspozicije rudara živinim parama (33). Uvedena je fotokolorimetrijska dozimetrijska ditizonska metoda za određivanje ukupne žive u zraku. Adaptiran je Beckmanov spektralni fotometar za direktno mjerenje živinih para u zraku mjerenjem apsorpcije u ultravioletnom dijelu spektra. Izrađen je

respirator za ličnu zaštitu radnika od živinih para i aerosola žive. U tom se respiratoru aerosoli žive zadržavaju pomoću mehaničkog filtra, a živine pare pomoću jodiranog aktivnog uglja (34). Konstruirani su uređaji za statičku i dinamičku proizvodnju poznatih koncentracija živinih para u zraku kojima su baždarene analitičke metode i provjerena efikasnost izrađenog respiratora. Filtar respiratora nije propustio živine pare niti nakon 300 sati upotrebe uz koncentraciju žive 100 puta višu od maksimalno dopuštene. Izrađen je prototip toga respiratora i detaljno ispitan u praktičnoj upotrebi (35). Konstruiran je kavez za ekspoziciju eksperimentalnih životinja s dinamičkom proizvodnjom određene koncentracije žive u zraku. Razvijene analitičke metode, kao i sistemi za doziranje živinih para u struju zraka korišteni su za proučavanje hematoloških promjena u eksperimentalnih životinja izloženih živinim parama (36). Razrađena je nova jod-jodid metoda za određivanje ukupne žive u atmosferi, a posebna je pažnja posvećena interpretaciji rezultata određivanja ukupne žive i određivanja samo živinih para u zraku (37). Ispitana je apsorpcija i ekskrecija žive u rudara uz razne stupnjeve izloženosti živi (38). Posebno je proučavan utjecaj različitih stupnjeva ekspozicije živi na aktivnosti nekih enzimskih sistema, pri čemu je utvrđeno da uz ekspoziciju živi dolazi do povišenja aktivnosti alkalne fosfataze, glutamin oksaloctene transaminaze i glutamin piruvat transaminaze u serumu (39).

3. 2. Olovo

Izvršene su opsežne analize ekspozicije olovu u rudniku i topionici olova, kao i u tvornici olovnih akumulatora. U tu svrhu razvijene su metode za sakupljanje uzoraka i određivanje olova. Ti su radovi detaljno opisani u prikazu o industrijsko-higijenskim i patofiziološkim aspektima trovanja teškim metalima (32).

3. 3. Mangan

Razvijena je metoda za određivanje mangana u atmosferi i proučavana ekspozicija radnika u rudniku mangana. Radovi su opisani u gore citiranom prikazu.

3. 4. Metali u atmosferi naselja

S obzirom na još nerazjašnjeno pitanje djelovanja vrlo niskih koncentracija metala u vanjskoj atmosferi na opću populaciju, počelo se raditi na uvođenju tehnike ugrijanog prstena za jeftino i brzo određivanje metala u česticama atmosferske prašine. Za određivanje tih vrlo niskih koncentracija metala gotovo se uvijek upotrebljavaju skupi instrumenti kao što su spektrografi, spektrofotometri i atomski apsorpcioni spektrofotometri. Ali ti su instrumenti previše skupi za širu mrežu mjernih stanica koja je neophodna ako se na većoj populaciji želi proučavati utje-

čaj metala iz vanjske atmosfere. Zato se počela proučavati mogućnost upotrebe jeftine metode ugrijanog prstena za identifikaciju i kvantitativno određivanje metala uz tako niske koncentracije. Do sada su uvedene metode za identifikaciju 10 metala. Istovremeno se radi na potpuno novoj metodi za određivanje olova u atmosferi pomoću ugrijanog prstena. Metoda iskorišćuje relativnu netopljivost olovnog sulfata u razrijeđenoj sumpornoj kiselini za odjeljivanje od topljivih sulfata nekih metala, a specifičnu topljivost olovnog sulfata u otopini amonijeva acetata za odjeljivanje od netopljivih sulfata drugih metala. Za kvantitativno određivanje služi žuta boja olovnog kromata koje je intenzitet proporcionalan koncentraciji olova (40).

Tehnika ugrijanog prstena omogućuje direktnu analizu uzoraka čestica na filter-papiru, bez prethodnog raščinjavanja u kiselinama, što znači veliku uštedu u vremenu i materijalu. U toku je razvoj i provjeravanje metoda za određivanje drugih metala tehnikom ugrijanog prstena.

4. ZAŠTITA OD ONEČIŠĆENJA

Uz niz projekata ventilacionih sistema, a naročito sistema lokalne ventilacije, za smanjenje koncentracija onečišćenja u zraku radnih prostorija, pažnja je bila posvećena i razvoju ličnih zaštitnih sredstava za zaštitu od štetnog djelovanja plinovitih i korpuskularnih onečišćenja.

Konstruirana je cijevna maska s komprimiranim zrakom za zaštitu mašinskog osoblja od dima u tunelima, pri čemu se komprimirani zrak uzima iz rezervoara zraka za kočenje vlaka (41). Maska je potpuno zadovoljila za zaštitu od dima, a naknadno je modificirana i ispitana uz simultanu ekspoziciju ugljičnom monoksidu do 2500 ppm, sumpornom dioksidu od oko 10 ppm i sumporovodiku od oko 20 ppm. Maska osigurava mašinovođama i ložaćima potpunu zaštitu u tunelu (42).

Adaptirana je maska »Nebojša« i respirator »Dunav« na cijevnu masku (43).

Maska za zaštitu od živinih para i aerosola žive već je prethodno spomenuta.

5. PROUČAVANJE ONEČIŠĆENJA ATMOSFERE NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

U toku 6 godina praćeno je onečišćenje atmosfere na području grada Zagreba. Neka mjerenja su ujedno služila za provjeravanje u laboratoriju razvijenih metoda pod uvjetima terenske primjene.

U toku godine dana praćena je količina i sastav sedimenta na 11 mjernih mjesta na širem području grada (44). U toku 5 godina proučavana je prostorna i vremenska raspodjela sumpornog dioksida i dima u at-

mosferi kontinuiranim sakupljanjem prosječnih 24-satnih uzoraka. Proučavan je također utjecaj meteoroloških uvjeta na širenje odnosno golanje onečišćenja atmosfere na području grada (45).

Od vremena na vrijeme vršeno je i kontinuirano mjerenje časovitih fluktuacija sumpornog dioksida i dima. Na temelju analize ovih rezultata pretpostavljeno je da bi se iz dobro planiranih pojedinačnih mjerenja moglo zaključiti o prosječnom nivou onečišćenja u atmosferi (46). Ova se pretpostavka sada provjerava. Povremeno su bili sakupljeni i gravimetrijski uzorci krutih čestica, koji su bili korišteni i za određivanje sadržaja metala u atmosferi. Orientaciono su mjerene koncentracije sumpornog dioksida, ugljičnog monoksida, dušikova dioksida, formaldehida i dima na prometnim raskršćima.

Analiza podataka je pokazala da su zimi glavni izvor onečišćenja atmosfere Zagreba sumpornim dioksidom i dimom kućna ložišta. Maksimalne koncentracije sumpornog dioksida nađene su u gusto naseljenim stambenim četvrtima. Naročito nagao porast koncentracije sumpornog dioksida, epizodnog karaktera, izmjeren je u januaru 1964, kada su koncentracije sumpornog dioksida premašivale one koje su nađene 1952. i 1962. u Londonu u vrijeme velikog smoga. Industrijski izvori dominiraju ljeti, no da bi se njihov udio u onečišćenju atmosfere grada Zagreba pravilno ocijenio, trebalo bi mjeriti specifične emisije pojedinih industrija (26).

Literatura

1. Uouk, U. B., Fugaš, Mirka: Neki problemi kemijske analize atmosfere, Arh. hig. rada, 1 (1950) 168.
2. Fugaš, Mirka: Određivanje dušikovog dioksida u zraku, Arh. hig. rada, 13 (1962) 207.
3. Uouk, U. B., Topolnik, Z., Ualić, F.: Design and Operation of an Experimental Gas Chamber, 11 Congresso internazionale di medicina del lavoro, Napoli, Comunicazioni, (1954) 38.
4. Uouk, U. B., Topolnik, Z., Ualić, F., Weber, O. A.: Design and Operation of an Experimental Gas Chamber, Arh. hig. rada, 6 (1955) 29.
5. Patty, F. A., Patty, G. M.: Nitrite Field Methods for the Determination of Oxides of Nitrogen, J. Ind. Hyg. Toxicol., 25 (1943) 361.
6. Saltzman, B. E.: Colorimetric Microdetermination of Nitrogen Dioxide in the Atmosphere, Anal. Chem., 26 (1954) 1949.
7. Gill, W. E.: Determination of NO₂ and NO in Air, Am. Ind. Hyg. Assoc. j., 21 (1960) 87.
8. Stratmann, H., Buck, M.: Messung von Stickstoffdioxid in der Atmosphäre, Air Wat. Pollut. Int., J., 10 (1966) 313.
9. Fugaš, M.: Određivanje dušikovitih oksida u atmosferi naselja, Magistarski rad, Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar«, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1962.

10. *Fugaš, M.*: Relation between NO₂ Concentration in the Air and NO₂ Recovery. XV International Congress on Occupational Health, Vienna, Proceedings, 1966, Vol. II-1, A III-61, p. 381.
11. *Fugaš, Mirka*: On the Simultaneous Determination of Nitric Oxide and Nitrogen Dioxide in the Air, XIV International Congress on Occupational Health, Madrid, Proceedings, 4 (1963) E-42.
12. *Fugaš, Mirka*: Vizuelno ocjenjivanje intenziteta obojenosti otopina. Primjena za kolorimetrijsko određivanje koncentracije atmosferskih onečišćenja, Arh. hig. rada, 15 (1964) 27.
13. *Fugaš, Mirka, Gentilizza, Mirjana*: Proučavanje interferencije sumpornog dioksida i dušikova monoksida pri određivanju dušikova dioksida u atmosferi, - neobjavljen rad.
14. *West, P. W., Gaeke, G. C.*: Fixation of Sulfur Dioxide as Disulfitomercurate (II) and Subsequent Colorimetric Estimation, Anal. Chem., 28, (1956) 1816.
15. *Fugaš, Mirka, Gentilizza, Mirjana*: Effect of NO₂ on SO₂ Determination Using Pararosaniline, XV International Congress on Occupational Health, Vienna, Proceedings, (1966) Vol. II-1A, III-62, p. 385.
16. *Bruce, R. B., Howard, I. W., Hanzal, R. F.*: Determination of Cyanide, Thiocyanate and Alpha - Hydroxynitriles in Plasma or Serum, Anal. Chem., 27 (1955) 1346.
17. *Pauković, Ranka*: Neki problemi cijanida u zraku radnih prostorija, Magistarski rad, Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar«, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1967.
18. *Pauković, Ranka*: Pregled metoda za određivanje cijanida u atmosferi, Intersekcijski sastanak o ličnim sredstvima za zaštitu respiratornih organa, Sekcije za medicinu rada Srpskog lekarskog društva i Zbora liječnika Hrvatske, Kruševac (Jastrebac), Zbornik referata, (1967) 7.
19. *Valić, F., Đurić, D.*: Sadržaj ugljičnog monoksida u krvi nepušača i pušača, Arh. hig. rada, 5 (1954) 49.
20. *Fugaš, Mirka, Pauković, Ranka, Topolnik, Z.*: Priprema baždarnih smjesa plinova i para sa zrakom, Arh. hig. rada, 10 (1959) 155.
21. *Fugaš, Mirka*: Određivanje kloriranih ugljikovodika u zraku, Diplomski rad za stjecanje kvalifikacije sanitarnog inženjera, Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar«, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1956.
22. *Šarić, M., Knežević, Jelena*: Industrijsko-toksikološka zapažanja o nekim kloriranim ugljikovodicima, Arh. hig. rada, 8 (1957) 251.
23. *Skurić, Zdenka*: Određivanje benzena, toluena i ksilena u atmosferi, Diplomski rad za stjecanje kvalifikacije sanitarnog inženjera, Škola narodnog zdravlja »Andrija Štampar«, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1956.
24. *Uouk, V. B., Weber, O. A.*: Determination of Small Amounts of Tetranitromethane in Air, Brit. J. industr. Med., 9 (1952) 32.
25. *Topolnik Z.*: Metalne posude za uzimanje uzoraka atmosfere - uzrok pogrešnih rezultata, Arh. hig. rada, 4 (1953) 236.
26. *Fugaš, Mirka, Gentilizza, Mirjana, Valić, F., Verhovnik, S.*: Proučavanje onečišćenja atmosfere na području grada Zagreba, II. Određivanje koncentracije sumpornog dioksida i dima, Arh. hig. rada, 16 (1965) 227.
27. *Gentilizza Mirjana*: Primjena fluorometrije za određivanje krutih atmosferskih čestica, magistarski rad predložen Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 1968.
28. *Valić, F.*: Cotton Dust Sampling by Electrostatic Precipitation, International Symposium on Byssinosis, Manchester, Proceedings, (1963) 98.

29. *Uouk, U. B.*: Frakcioniranje suspenzije ugljene prašine, *Arh. hig. rada*, 1 (1950) 11.
30. *Uouk, U. B.*: Projected Area of Convex Bodies, *Nature*, 162 (1948) 329.
31. *Uouk, U. B.*: Teorija optičkih presjeka velikih sferičnih čestica koje savršeno apsorbiraju. *Rad jugosl. Akad.*, 296 (1953) 123.
32. *Markičević, Ana, Uoloder, Kata, Prpić-Majić, Danica*: Industrijsko-higijenski i patofiziološki aspekti otrovanja teškim metalima, *Arh. hig. rada*, 19 (1968) 71.
33. *Uouk, U. B., Fugaš, Mirka, Topolnik, Z.*: Environmental Conditions in Mercury Mine of Idria, *Brit. J. industr. Med.* 7 (1950) 168.
34. *Topolnik, Z., Fugaš, Mirka, Uouk, U. B.*: Zaštita radnika u rudniku žive u Idriji, *Arh. hig. rada*, 3 (1952) 201.
35. *Uouk, U. B., Fugaš, Mirka, Topolnik, Z.*: Respiratory Protective Devices for Mercury Vapour, *Brit. J. industr. Med.*, 10 (1953) 69.
36. *Kesić, B., Häusler Vera, Purec, Ljerka, Vandekar, M.*: The Influence of Mercury Vapor on Blood Elements and Hemoglobin, *Arch. Industr. Health* 13 (1956) 602.
37. *Ualić, F., Jacobs, B. M.*: Assessment of Mercury Air Concentrations in Work Environment, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 26 (1965) 266.
38. *Ladd, A. C., Žuškin, Eugenija, Ualić, F., Almonte, J. B., Gonzales, T. U.*: Absorption and Excretion of Mercury in Miners, *J. Occup. Med.*, 8 (1966) 127.
39. *Cigula, Mira, Da Rocha Uilar, Julia, Ualić, F.*: Effect of Inorganic Mercury Exposure on the Activity of Some Serum Enzymes, XV International Congress on Occupational Health, Vienna, Proceedings, 1966, A III-23, p. 251.
40. *Fugaš, Mirka, Pauković, Ranka*: Određivanje olova metodom ugrijanog prstena. Prijavljeno za Međunarodni simpozijum o olovu, Trepča, Srpanj 1968.
41. *Topolnik, Z.*: Upotreba cijevne maske u željezničkom prometu, *Arh. hig. rada*, 1 (1950) 165.
42. *Topolnik, Z.*: Zaštita mašinovođa i ložaća u tunelima, *Arh. hig. rada*, 3 (1952) 480.
43. *Topolnik, Z.*: Adaptacija maske »Nebojša« i respiratora »Dunav« na cijevnu masku, *Arh. hig. rada*, 3 (1952) 92.
44. *Fugaš, Mirka, Gentilizza, Mirjana, Ualić, F., Verhovnik, S.*: Proučavanje onečišćenja atmosfere na području grada Zagreba. I. Analiza sedimenta, *Arh. hig. rada*, 16 (1965) 215.
45. *Fugaš, Mirka, Gentilizza, Mirjana, F., Verhovnik, S.*: Odnos između nekih indeksa onečišćenja atmosfere i meteoroloških parametara na području grada Zagreba, I Jugoslavenski kongres za medicinu rada, Beograd, Izvodi iz kongresnih radova, (1963) 55.
46. *Fugaš, Mirka, Ualić, F.*: Air Pollution in Zagreb, Yugoslavia, Proc. I World Congress on Air Pollution, Buenos Aires, 1965, 118.