

AERUL

Aerul atmosferic este unul dintre factorii mediului înconjurător care condiționează existența vieții pe pământ. La suprafața pământului aerul formează un înveliș continuu – **atmosfera** – constituit dintr-un amestec de gaze și vapori de apă și care are o grosime de 600 – 1000 km.

Prin componenții săi chimici și prin proprietățile sale fizice aerul joacă un rol fundamental în procesul respirației. **Respirația** reprezintă schimbul de gaze dintre organism și mediu. Cantitatea mare de aer care ajunge în contact cu sângele la nivelul plămânului, pe o suprafață de aproximativ 110 m² explică modificările pe care le produc în organism variațiile compoziției aerului.

Cantitatea de aer inspirată de om depinde de starea lui generală și de condițiile de muncă. În condiții normale și în **stare de repaus**, omul are 16 – 20 respirații/minut, inspirând și expirând **într-un minut** 8 – 10 l aer. În timpul unei **activități obișnuite** cantitatea de aer inspirată crește de 2 – 3 ori față de aceea inspirată în starea de repaus. În **24** ore cantitatea medie de aer inspirată este de 20 – 30 m³ iar în decursul unui **an** variază între 7.200 – 10.800 m³. Datorită acestor necesități foarte mari de aer se explică tulburările care apar în organism atunci când se modifică compoziția chimică a aerului și proprietățile sale fizice.

Compoziția chimică a aerului și proprietățile fizice sunt diferite la suprafața pământului și la altitudini ridicate.

Gazele care formează atmosfera sunt:

- azotul în proporție de 79,02 %;
- oxigenul în proporție de 20,94 %;
- argon în proporție de 0,92 %;
- bioxidul de carbon în proporție de 0,03 – 0,04 %,
- cantități mici, chiar urme de hidrogen, heliu, ozon, kripton.
- în compoziția atmosferei sunt nelipsite urmele de praf, vaporii de apă și unele microorganisme.

În contact cu organismul, compoziția aerului se modifică. Aerul expirat conține proporții foarte mici de oxigen deoarece acesta se reține în organism, concentrația în **bioxid de carbon** este mai mare de aproximativ 100 de ori.

Conținutul în vapori de apă ajunge la saturație.

Volumul este mai mic cu 28 % datorită reținerii oxigenului iar **temperatura** se apropie de cea a organismului $35^{\circ} - 36^{\circ}\text{C}$.

În încăperile închise compoziția aerului se modifică de asemenea ca urmare a prezenței omului și a activității sale. În acest caz scade concentrația oxigenului și crește concentrația bioxidului de carbon. Aceste modificări sunt cu atât mai intense cu cât numărul persoanelor din încăperea este mai mare; lipsa de ventilație și arderile care se petrec în încăperea diminuează de asemenea procentul oxigenului.

Compoziția aerului din **centrele urbane sau rurale** se modifică față de cea normală datorită surselor de impurificare legate de activitatea umană.

În aerul **încăperilor industriale** sau în atmosfera mediului industrial apar impurificatori proveniți din procesele tehnologice. Aceștia se întâlnesc sub formă de gaze, vapori sau pulberi; emanațiilor industriale li se adaugă, în centrele urbane aglomerate, produșii rezultați din **arderea combustibililor în locuințe și mijloace de transport**. Tuturor acestor procese li se datorește impurificarea atmosferei cu **oxid de carbon, bioxid de sulf, oxizi ai azotului, pulberi și vapori**.

COMPOZIȚIA NORMALĂ A AERULUI

Principalul component normal al aerului care explică importanța sa pentru viață este *oxigenul*, necesar tuturor organismelor vii aerobe. Oxigenul se găsește în aer în concentrația ce variază în limite restrânse între 20,70 % și 20,94 %. În aer există un echilibru care menține aceste concentrații, puțin variabile, echilibru între procesele care consumă oxigen, respectiv respirația organismelor vii și totalitatea arderilor și procesul care furnizează oxigen – asimilația clorofiliană a plantelor verzi de pe glob. Se cunoaște faptul că pădurile sunt unul din principalii furnizori de oxigen prin procesul de asimilație clorofiliană, 1 km² de pădure ecuatorială eliberează în aer 11 tone de oxigen/24 h, iar 1 km² de preerie 1,1 – 1,3 tone de oxigen.

Cercetări recente au arătat că producerea oxigenului în atmosferă se datorește și descompunerii vaporilor de apă ajunși în atmosfera înaltă, sub acțiunea radiațiilor solare. Fenomenul a fost pus în evidență cu ajutorul spectrografului cu raze ultraviolete instalat pe lună de misiunea Apollo 16.

Omul în stare de repaus inspiră într-o oră 25 L oxigen și elimină 22,6 L bioxid de carbon.

Scăderi importante ale concentrației oxigenului din aer se întâlnesc în condiții excepționale în camere populate, ermetic închise, în mine adânci, în adăposturi contra gazelor.

În mod natural, concentrația oxigenului din aerul atmosferic scade proporțional cu altitudinea:

- la 1.000 m concentrația oxigenului este 18,56 %;
- 5.000 m concentrația oxigenului este 11,48 %;
- 10.000 m concentrația oxigenului este 6,31 %.

Organismul uman posedă o mare capacitate de adaptare la scăderea concentrației oxigenului inspirat.

Diminuări nesemnificative ale concentrației oxigenului, până la **18 %** sunt suportate fără efort, timp nedefinit.

Sub concentrația de **18 %** organismul încearcă să compenseze scăderea concentrației de oxigen prin creșterea frecvenței și amplitudinii respiratorii, prin creșterea frecvenței cardiace, prin creșterea numărului de hematii în sângele periferic.

Aceste simptome sunt discrete până la concentrația oxigenului de **15 %** și nu reduc capacitatea de muncă a individului; ele devin tot mai evidente, sub această concentrație când apar tulburări de hipoxie cerebrală și un dezechilibru acido-bazic (alcaloză).

La concentrații de **8 – 10 %** oxigen viața nu este posibilă.

Lipsa oxigenului afectează în primul rând activitatea cerebrală, **la nivelul creierului** consumul de oxigen fiind de 30 ori mai mare decât în sistemul nervos periferic și în țesutul muscular.

Este lezat și sistemul respirator și circulator. **Lipsa oxigenului se manifestă prin grețuri, vărsături, scăderea facultăților intelectuale, iar la o concentrație de 7 – 8 % oxigen prin asfixie, scăderea temperaturii corporale, convulsii și moarte.** Pentru prevenirea diminuării concentrației oxigenului în încăperile închise se recomandă mijloace de ventilație și în condiții deosebite, folosirea măștilor de oxigen.

Se pune astăzi problema consumării rezervelor de oxigen ale pământului ca urmare a dezechilibrului creat prin consumul foarte mare în procesele de combustie necesare obținerii de energie și reducerii concomitente a zonelor verzi și în special a fondului forestier.

Prin calcule, s-a demonstrat totuși că arderea tuturor combustibililor fosili, nu poate reduce concentrația oxigenului atmosferic decât cel mult cu 3 %.

Conservarea și protejarea vegetației reprezintă, în acest sens, un factor important de păstrare a echilibrului oxigenului în atmosferă.

Creșterea concentrației oxigenului în aerul inspirat provoacă tulburări numai în măsura în care este asociată cu creșterea presiunii. La presiunea de o atmosferă, oxigenul inspirat produce leziuni pulmonare. Când presiunea depășește 3 atmosfere survine moartea prin convulsii. Aceste fenomene se produc numai accidental.

Determinarea concentrației oxigenului din aer se face prin diverse metode. Una dintre metode utilizează **aparatur Orsat** care este destinat atât pentru dozarea oxigenului cât și a bioxidului de carbon. Dozarea acestor gaze din compoziția aerului, cu ajutorul aparatului Orsat se bazează pe principiul măsurării volumului de aer înainte și după tratarea sa cu substanțe care rețin oxigenul și bioxidul de carbon. Pentru absorbția oxigenului se folosește o **soluție alcalină de pirogalol sau o soluție alcalină de hidrosulfid de sodiu**.

Importanța biologică a oxigenului din aer este incalculabilă. Fără oxigen nu sunt posibile procesele de oxidare, de ardere, viața animalelor și a plantelor.

Animalele cu sânge cald mor în absența oxigenului, cele cu sânge rece sunt mai puțin sensibile, dar nici ele nu se pot lipsi mult timp de acest element. Toate aceste viețuitoare, numite **aerobe**, utilizează oxigenul în procesul de respirație. **Plantele respiră**, ca și animalele dar **la întuneric**, în prezența luminii având loc în organismul vegetalelor procesul de asimilație clorofiliană, fixarea bioxidului de carbon și eliminarea oxigenului. Numai puține viețuitoare, cele anaerobe, între care drojdiile și unele bacterii se pot lipsi de oxigen. În urma reacțiilor chimice pe care le produc, fermentațiile, ele își procură energia necesară proceselor vitale.

Oxigenul pătruns prin respirație în organism este reținut datorită prezenței hemoglobinei din eritrocite, capacității sale de a lega reversibil oxigenul sub forma **oxihemoglobinei**. Din cantitatea totală de 18 – 20 mL oxigen absorbită de 100 mL sânge, numai 0,3 mL este dizolvat, restul fiind legat de hemoglobină.

Combinarea hemoglobinei cu oxigenul este în funcție de **presiunea parțială** a gazului, la fel ca și disocierea complexului. Cu cât presiunea oxigenului la nivelul țesutului este mai mică, disocierea oxihemoglobinei crește. Fixarea oxigenului pe hemoglobină depinde și de presiunea bioxidului de carbon; cu cât presiunea acestuia crește, cu atât scade afinitatea oxigenului pentru hemoglobină și are loc disocierea oxihemoglobinei.

Oxigenul molecular este transportat prin intermediul hemoglobinei la țesuturi, el difuzează în celule și în fracțiunile subcelulare, mai ales în mitocondrii, unde în prezența enzimelor specifice contribuie la degradarea oxidativă a metaboliților. Procese biochimice profunde explică rolul important al oxigenului pentru organismul uman.

Un alt component normal al aerului este ***bioxidul de carbon*** a cărui concentrație variază între 0,03 % și 0,04 %, proporție care diferă foarte puțin în funcție de anotimp sau de regiunea geografică.

Sursele de bioxid de carbon sunt numeroase și ele furnizează cantități mari din acest gaz. Astfel, principalele surse naturale sunt următoarele:

1. **respirația animalelor** și calculând numai cantitatea eliminată de toți oamenii de pe glob se ajunge la valoarea de 700 milioane tone bioxid de carbon anual;
2. **combustiile industriale**;
3. **respirația nocturnă a plantelor** furnizează CO_2 ;
4. **descompunerea substanțelor organice**;
5. **transformarea bicarbonaților în carbonați**, la suprafața mărilor și oceanelor elimină în aer cantități mari de CO_2 ;
6. **izvoarele naturale, emanațiile vulcanice și combustii naturale** din sol sunt surse de bioxid de carbon în atmosferă.

După aprecierea Comisiei europene de experți, adoptată în februarie 1967, bioxidul de carbon ca și constituent normal al aerului trebuie considerat ca și poluant atunci când concentrația sa crește peste 0,3 %.

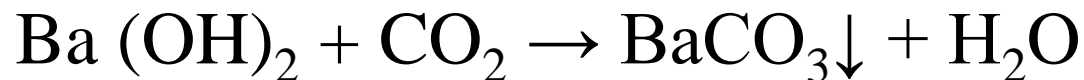
În locuințe și locuri de muncă, concentrația bioxidului de carbon poate crește mult datorită respirației și mijloacelor de încălzit și luminat. **Proporția sa crește paralel** cu acumularea altor substanțe care sunt cauza vicierei aerului, cum sunt: **hidrogenul sulfurat, amoniacul**. Pentru acest motiv bioxidul de carbon este luat drept **indicator al impurificării aerului**.

Acest gaz se acumulează peste limitele normale în încăperile închise ermetic, fără posibilități de ventilare, cum sunt **submarinele, coifurile scafandrilor**. La fel, în industrie, proporția sa crește în încăperile de fermentație ale fabricilor de bere, în fabricile de zahăr, în fântâni adânci etc.

Concentrația bioxidului de carbon admisă în **aerul încăperilor** de locuit este de **0,1 %**. În condițiile de muncă arătate mai sus, concentrația bioxidului de carbon poate să depășească **3 %**, când **respirația omului se accelerează** și devine mai profundă. În concentrații mai mari de **4 %**, bioxidul de carbon devine o **substanță toxică** producând senzații de apăsare, dureri de cap, vâjâituri în urechi, o stare de agitație psihică. Se accentuează activitatea cardiacă, apare senzația de asfixie, iar capacitatea de muncă se reduce. La o creștere a concentrației bioxidului de carbon până la **7 – 10 %** el devine un **pericol pentru viață**. Se constată pierderea conștiinței și moartea survine în urma încetării respirației.

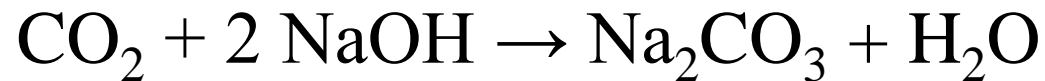
Determinarea concentrației bioxidului de carbon în aer are o importanță dublă. Pe de o parte, în locuințe cantitatea bioxidului de carbon este un indice al impurificării aerului iar, pe de altă parte, în încăperile industriale concentrația sa poate să atingă limite care să exercite o acțiune nocivă.

Dozarea bioxidului de carbon în aerul atmosferic sau al încăperilor închise se face prin absorbția sa într-o soluție de hidroxid de bariu. Metoda constă în trecerea aerului printr-o soluție titrată de hidroxid de bariu care reține bioxidul de carbon conform reacției:



Excesul de hidroxid de bariu se titrează cu acid clorhidric.

Există de asemenea tehnici care folosesc **aparatur Orsat** sau Haldane și care se bazează pe măsurarea volumului de aer înainte și după trecerea sa printr-o soluție alcalină, care reține bioxidul de carbon. Se folosește ca și soluție alcalină hidroxidul de sodiu care reține bioxidul de carbon cu formarea carbonatului de sodiu.



Bioxidul de carbon **se formează** în mod normal și în organismul uman ca urmare a proceselor de oxidare care se petrec în țesuturi. Deosebit de arderea substanțelor organice în aer, în țesuturi au loc **arderii lente**, oxidări care decurg prin dehidrogenări și decarboxilări succesive. Ca urmare a acestor reacții rezultă bioxid de carbon care este încărcat pe hemoglobină, formând **carbhemoglobină** și pe această cale este dus la plămâni și eliminat. Trecerea bioxidului de carbon în aerul alveolar este determinată de presiunea lui, mai scăzută la acest nivel și de viteza sa mare de difuziune, care este de 25 de ori mai mare decât a oxigenului.

Bioxidul de carbon în concentrație crescută în sânge favorizează **disocierea oxihemoglobinei**, deci crește ventilația pulmonară și amplitudinea respiratorie, având un rol de excitant al centrului respirator.

Un alt component normal al aerului, este **azotul** care formează 4/5 din compoziția acestuia, găsindu-se sub formă de azot molecular. Proporția sa mare diluează concentrația oxigenului din aer la proporția la care organismele vii sunt adaptate. **Azotul este un gaz impropriu pentru viață** și prezintă importanță pentru combinațiile pe care le formează. Astfel apare **sub forma oxizilor** care sunt factori de impurificare ai atmosferei industriale. În natură intră ca și **component esențial al substanțelor proteice**, substanțe fundamentale pentru viață. Prin descompunerea substanțelor azotate de proveniență animală și vegetală **rezultă amoniac** care trece în aerul atmosferic impurificându-l. Amoniacul **este oxidat** în anumite condiții la nitriți și nitrați, fenomen la care participă și **bacteriile nitrifiante**.

Azotul din compoziția atmosferei, în concentrații și la presiune normală nu exercită nici o acțiune nocivă asupra organismului. Inhalat **sub presiune** poate determina apariția unor **tulburări nervoase**.

Ozonul este un component normal al aerului, fiind prezent în atmosfera înaltă. În concentrații de 0,002 mg/L se recunoaște prin mirosul său caracteristic. Ozonul se formează în timpul **descărcărilor electrice** sau sub acțiunea **radiațiilor ultraviolete**.

Rolul luminii solare în determinarea concentrației de ozon este demonstrat de faptul că, în cursul unei zile concentrația ozonului urmează intensitatea radiației solare, fiind minimă dimineața, maximă la prânz, și scăzută seara.

Sub acțiunea radiațiilor luminoase se poate produce și **fenomenul invers** de transformare a **ozonului în oxigen**, deci, în părțile superioare ale atmosferei se stabilește o concentrație constantă de ozon. La suprafața solului cantitatea de ozon este foarte mică, aproximativ 10^{-9} g O_3 /L aer și se menține constantă datorită unui echilibru între agenții oxidanți și reducători din aer. Media concentrației de ozon de la suprafața pământului este de 0,04 – 0,06 mg O_3 /m³ aer, cele mai mari concentrații nedeășind 0,1 mg O_3 /m³.

Conținutul de ozon al atmosferei, deși mic, influențează mult clima. Ozonul din păturile superioare ale atmosferei **absoarbe radiațiile ultraviolete** din spectrul solar, îndeosebi cele cu lungime de undă cuprinsă între 2200 Å și 3200 Å împiedicând acțiunea vătămătoare a acestora asupra viețuitoarelor. De asemenea proprietatea ozonului de a se **descompune în prezența substanțelor organice cu eliberare de oxigen**, determină eliberarea unei cantități de energie calorică, care menține în straturile superioare ale atmosferei o temperatură relativ ridicată. Concomitent se manifestă și caracterul oxidant al ozonului, oxidând diversele impurități din aer.

Multă vreme s-a considerat că prezența **ozonului indică o atmosferă pură**, fiind pus în evidență pe malul mărilor și oceanelor și la marginea pădurilor. Cercetările noi au arătat însă prezența ozonului în concentrații mult mai mari în atmosfera centrelor mari industriale unde atinge proporții de până la $1,5 \text{ mg/m}^3$ aer.

Alături de alți compuși chimici cu caracter oxidant, ozonul face parte din grupa factorilor cu caracter oxidant de impurificare a atmosferei și va fi tratat, sub acest aspect, la capitolul respectiv.

Creșterea concentrației ozonului în aerul atmosferic peste $0,1 \text{ mg/m}^3$ produce **somnolență, iritarea mucoaselor, a căilor respiratorii superioare și alte efecte nedorite** atât asupra omului cât și asupra vegetației și utilajelor.

Datorită caracterului oxidant, ozonul a fost propus pentru dezinfectarea aerului din încăperi. El nu este eficace pentru acest scop deoarece nu distruge substanțele toxice ci, prin mirosul său maschează existența lor în aer. În practică se poate utiliza pentru îndepărtarea fumului de tutun pe care-l distruge. În condiții normale ozonul nu acționează asupra microorganismelor din aer, proprietățile sale oxidante și deci dezinfectante fiind însă favorabile în apă.

Vaporii de apă sunt prezenți de asemenea ca și componenți normali ai atmosferei. În funcție de temperatura și de factorii meteorologici cantitatea vaporilor de apă este în medie 1 – 30 g/m³ aer. În atmosferă, vaporii de apă dau naștere la precipitații, absorb o parte din energia razelor solare, contribuie la păstrarea căldurii pe pământ și curăță aerul de praf.

IMPURIFICAREA AERULUI

Prin impurificarea aerului se înțelege prezența în atmosferă a unor **elemente străine de compoziția normală** a aerului, cu acțiune nocivă asupra organismului.

Poluarea aerului decurge din dezvoltarea nemaiîntâlnită a tehnicii, din aplicarea cuceririlor științei în practică, din dezvoltarea impetuoasă a industriei transporturilor, a urbanizării. Aplicarea descoperirilor științifice în practică a determinat o dezvoltare social-economică și o viață material-culturală de un nivel fără precedent, dar cunoașterea insuficientă a urmărilor acestor descoperiri a dus la poluarea mediului de viață.

Poluarea aerului **nu este un fenomen nou** dar amploarea sa din zilele noastre este fără precedent în istoria omenirii. În trecut, factorii care poluau atmosfera erau focurile aprinse în timpul iernii sau pentru uz casnic, fumurile provenite din arderea ierburilor din preerii sau prin incendierea pădurilor. Emanatiile acestora erau ne semnificative raportate la volumul atmosferei, la densitatea populației. Astăzi poluarea atmosferei se remarcă pretutindeni pe glob dar mai ales în zonele industrializate și în aglomerările urbane.

Peste tot unde **dezvoltarea industrială** a provocat importante concentrări umane, pe suprafețe relativ mici, poluarea aerului se ridică ca o problemă deosebit de acută. Unele regiuni primesc cantități mari de poluanți prin arderea combustibililor, de la **topitorii, oțelării, industria chimică, industria cimentului**. În ultimii 50 de ani s-a observat o intensificare a poluării atmosferei datorită utilizării și prelucrării petrolului, datorită dezvoltării transporturilor.

Poluarea atmosferei exercită efecte negative atât asupra organismelor vii cât și asupra unor obiecte utile omului. Dintre consecințele nefavorabile ale poluării atmosferei amintim:

- atingerea sănătății omului și animalelor;
- lezarea vegetației;
- degradarea clădirilor, a operelor de artă;
- coroziunea materialelor și a utilajelor.

Problema poluării atmosferei preocupă astăzi tot mai mult forurile internaționale datorită intensificării emanațiilor în atmosfera orașelor și a centrelor industriale. În ultima vreme datorită dezvoltării considerabile a industriei, a transporturilor, atmosfera este tot mai impurificată și efectele acestor impurificatori se resimt tot mai mult.

Astfel substanțele impurificatoare declanșează **apariția unor îmbolnăviri în masă**, atacă aparatul respirator, nervos, circulator și metabolismul general al organismului animal.

Plantele sunt afectate prin obtruarea porilor, suprafața asimilatoare fiind separată de razele soarelui. Hidrocarburile nearse din țevile de esapament, oxidul de carbon, încarcă atmosfera și lezează vegetația. Consumate de animale aceste plante pot provoca tulburări sanguine și nervoase.

Clădirile și monumentele de artă sunt supuse acțiunii poluanților acizi din atmosferă, fumului și altor produși care le corodează și le deteriorează.

Poluarea aerului din numeroase regiuni nu se datorează exclusiv marilor orașe și centre industriale, curenții de aer transportând poluanții la distanțe extrem de mari.

Astfel aciditatea crescândă a aerului, apei și solului din Peninsula Scandinavică se datorește agenților de poluare aduși de vânt din Anglia și Germania.

Zăpada neagră căzută în decembrie 1969 în partea sud-vestică a Suediei a fost determinată de un fenomen asemănător. Insule îndepărtate din Oceanul Pacific sunt poluate de marile întreprinderi industriale ale Japoniei.

Datorită acestor probleme care se ivesc pretutindeni, pe plan internațional Organizație Națiunilor Unite, prin organele sale caută să lupte împotriva poluării aerului și să reglementeze aspectele legate de puritatea acestui factor de mediu.

A fost necesară stabilirea concentrațiilor maxime admisibile pentru diversele substanțe care apar ca impurificatori ai aerului. Prin C.M.A. se înțelege acea concentrație a unei substanțe toxice care nu afectează starea de sănătate, nu produce senzații subiective și nu reduce capacitatea de muncă, după expunere îndelungată.

Pentru o substanță dată C.M.A. diferă în mediul industrial față de mediul comunal, ultima fiind mai mică deoarece în mediul comunal sunt expuși acțiunii unor substanțe și copiii, persoanele în vârstă și bolnavii.

C.M.A. pentru substanțele impurificatoare ale atmosferei sunt exprimate în maxime momentane și medii pe 24 ore.

Substanța	Concentrația mg/m ³ aer	
	Conc. Mom.	Conc. medie/24 ore
HCl	0,3	0,1
H ₂ SO ₄	0,3	0,1
NH ₃	0,3	0,1
Benzină	6,0	2,0
NO ₂	0,3	0,1
SO ₂	0,75	0,25
Clor	0,3	0,1
Fluor și compuși	0,02	0,005
Funingine	0,15	0,05
H ₂ S	0,03	0,01
Pb și compuși	-	0,001
Subst. Oxidante în O ₃	0,1	0,03
Pulberi netoxice	0,5	0,15
Pulberi sedimentabile		200 tone/km ² /an ⁴²

În aer s-au identificat peste **100** substanțe, impurificatoare din activitatea umană. Dintre acestea, **33** provin din industria chimică.

În linii mari, sursele de poluare ale aerului atmosferic se pot grupa astfel:

- poluare datorită **combustiei**: încălzirea locuințelor, a instituțiilor, a întreprinderilor;
- poluare datorită **industriei**, determinată de evacuarea în aer a diversilor produși rezultați din procesele industriale, de la centralele termice, de la uzinele de incinerare a deșeurilor;
- poluare datorită **transporturilor**, circulației tuturor tipurilor de vehicule cu motor cu ardere internă.

Poluanții evacuați în aer din aceste surse au fost clasificați de Chovin astfel:

1) *gaze sau substanțe anorganice*, grupă care cuprinde:

a) derivați oxigenați ai sulfului: SO_2 , SO_3 , H_2SO_4 , sulfatați;

b) derivați oxigenați ai azotului: NO , NO_2 , HNO_2 , HNO_3 ;

c) CO și CO_2 ;

d) alți poluanți anorganici: derivați ai plumbului, H_2S , NH_3 , HF , cloruri, fluoruri etc.

2) *gaze sau substanțe organice*, grupă care cuprinde:

a) hidrocarburi alifatiche saturate sau nesaturate, aromatice;

b) aldehide și cetone (formaldehidă, acetonă, acroleină);

c) alți poluanți organici (mercaptani, alcooli, derivați organici clorurați, alți compuși organici de sinteză).

3. *aerosoli*, grupă care cuprinde:

- a) particule de materii solide sub formă de pulberi și fum;
- b) particule de materii lichide (solvenți diverși).

Luând în considerare principalele surse de poluare atmosferică și anume diferitele *întreprinderi industriale*, natura substanțelor eliberate în atmosferă este legată de caracteristicile producției și ale procesului tehnologic.

Principalii poluanți chimici proveniți din sursele industriale sunt:

1. **de la rafinăriile de petrol** se degajă diverse hidrocarburi, mercaptani, H_2S , SO_2 ;
2. **de la fabricile de celuloză și hârtie**: SO_2 , SO_3 , mercaptani;
3. **de la fabricile de fibre artificiale rezultă**: H_2S , CS_2 etc.;
4. **de la fabricile de aluminiu** se degajă fluor;
5. **fabricile de cauciuc sintetic** elimină în atmosferă fenoli, stiren, pulberi de crom, vapori de solvenți organici;
6. **fabricile de îngrășăminte** impurifică cu NO_2 , NH_3 ;
7. **fabricile de substanțe chimice** degajă: clor, HCl , solvenți, CO , CO_2 ;
8. **termocentralele** poluează atmosfera cu: SO_2 , SO_3 , cărbune, CO , CO_2 .

Transporturile sunt surse importante de poluare atmosferică prin arderea combustibililor lichizi și solizi. Prin arderea completă a combustibililor se eliberează în atmosferă CO₂, vapori de apă. Prin **arderea incompletă** a combustibililor se degajă: **CO, hidrocarburi nearse (alifatic, olefinic), oxizi de azot, peroxizi, ozon, aldehide, merceptani, SO₂**. În motoarele auto prin arderea antidetonanților și antioxidanților se elimină compuși ai plumbului, fosforului, clorului și bromului.

Folosirea în motoarele autovehiculelor a benzinei sunt și surse de hidrocarburi policiclice aromate de tipul **3,4-benzipirenului**.

Poluanții atmosferici au fost clasificați și după un alt criteriu și anume, în „**factori globali de impurificare**” și în „**factori specifici de poluare**”.

Indicatorii globali de impurificare apar în teritoriile puternic industrializate unde nu se poate pune în evidență un indicator specific de poluare, dar se constată o serie de efecte ce decurg din caracterul specific al atmosferei. Astfel: **modificarea pH-ului aerului, lezarea vegetației, creșterea morbidității populației, ceața, efecte iritante asupra mucoaselor.** În grupa **factorilor globali** de impurificare se încadrează substanțele cu caracter oxidant, grupă care cuprinde: **oxizii azotului, ozonul, peroxizii, peroxiacetatul de nitril, radicalii liberi.** Tot în grupa factorilor globali de impurificare se încadrează „**smogul**”, poluant caracteristic centrelor urbane mari, puternic industrializate.

Factorii specifici de poluare sunt substanțe definite din punct de vedere chimic, a căror acțiune asupra organismului este cunoscută.

Compoziția smogului este complexă conținând particule de **cărbune, oxid de carbon, bioxid de sulf, oxizi ai azotului, peroxizi**. Cu toate că nici una dintre aceste substanțe nu atinge doza recunoscută ca și toxică, totuși efectele acestui poluant sunt extrem de dăunătoare, admițându-se existența unui sinergism de acțiune.

Smogul a avut efecte dezastruoase în unele situații. Astfel, se citează în literatură, efectele grave produse de smogul apărut în 1930 în Belgia pe Valea Meusei, în 1948 la Donora în Pensylvania și în 1952 la Londra. În toate aceste cazuri s-a constatat că apariția smogului s-a datorat condițiilor meteorologice favorabile (acalmie atmosferică, ceață) precum și celor geografice (situarea centrelor respective pe valea unui râu). Smogul a persistat câteva zile și a favorizat acumularea unor substanțe nocive în concentrații anormal crescute.

Ca efecte asupra organismului uman s-a constatat o creștere nemaiîntlnită a afecțiunilor aparatului cardiorespirator, o frecvență mai mare a deceselor (la Londra cifra deceselor a crescut cu 4.000 față de cea înregistrată anterior în aceeași perioadă de timp). Acțiunea nocivă a smogului la Londra, s-a exercitat și asupra animalelor din grădina zoologică și din unele centre zootehnice apropiate.

Los Angeles, în California, este un centru în care smogul apare frecvent, mai ales vara și toamna.

Acțiunea smogului asupra organismului uman nu produce afecțiuni caracteristice, totuși, **crește frecvența crizelor de astm, a bronșitelor acute și cronice.**

Dintre **factorii specifici** de poluare ai atmosferei prezintă importanță pulberile și gazele care apar în aerul comunal și care, din punct de vedere fizico-chimic și al acțiunii asupra organismului prezintă caracteristici deosebite.

2.2.1. Poluarea aerului cu pulberi

Pulberile care apar ca și impurificatori ai aerului aparțin categoriei sistemelor aerodispersate. Prin sisteme aerodispersate se înțeleg acele **sisteme heterogene** formate **dintr-o fază de dispersie** lichidă sau solidă și un **mediu de dispersie**, reprezentat în cazul acesta de aer. Pulberile reprezintă un sistem aerodispersat cu faza de dispersiune solidă. Impurificarea atmosferei cu pulberi este, în primul rând o consecință a activității industriale și anume a **proceselor de dezintegrare a materiei solide prin măcinare, șlefuire, explozii**. Pulberile apar în atmosferă și în urma unor procese naturale.

Dimensiunile particulelor aerodispersate sunt cuprinse între 0,001 nm și 100 nm.

Există și aerosoli cu fază de dispersiune lichidă care iau naștere prin condensare. Se știe că vaporii, în contact cu corpurile mai reci ating temperatura de condensare și se depun sub formă de picături. Fenomenul decurge în mod similar și în aer, cu substanțele lichide folosite în industrie.

Proprietățile fizico-chimice și biologice ale aerosolilor depind în primul rând **de suprafața specifică** a lor: aceasta reprezintă suma suprafețelor dintr-un cm^3 de substanță aerodispersată. Suprafața specifică crește direct proporțional cu gradul de dispersie.

Un caracter important al **aerosolilor** este și faptul că **posedă încărcătură** electrică datorită captării sau cedării electronilor din mediul exterior. Încărcătura electrică a aerosolilor este determinată de natura lor chimică; pulberile metalice și hidroxizii sunt încărcăți negativ iar oxizii pozitiv.

O altă proprietate a aerosolilor este aceea de a **difuza lumina**, producând **fenomenul Tindall**. De asemenea, aerosolii **absorb pe suprafața lor gazele și ionii** prezenți în aer, modificându-și astfel reactivitatea chimică, caracter important pentru efectul pe care-l exercită asupra organismelor vii.

În atmosferă există o varietate mare de aerosoli proveniți din cele mai diferite surse. Ținând seama de varietatea mare a sistemelor aerodispersate, de modul cum acționează în organism s-au făcut diverse clasificări ale acestora.

Criteriile de clasificare sunt diferite. Astfel, aerosolii se pot clasifica după mărimea particulelor, după natura lor chimică, în funcție de acțiunea lor asupra organismului sau după proveniența lor.

Luând în considerare **dimensiunea** particulelor Gibbs clasifică aerosolii în 3 categorii:

1 – praful propriu-zis, având diametrul particulelor mai mare de 10 nm;

2 – norul având diametrul particulelor între 0,1 și 10 nm;

3 – fumul având diametrul particulelor mai mic de 0,1 nm.

Dimensiunile particulelor de praf determină comportarea lor în aer și anume: pulberile având diametrul mai mare de 10 nm cad spre sol după legea lui Newton, datorită forței atracției universale; particulele cu diametru mai mic de 10 nm, într-o atmosferă liniștită, se mișcă cu o viteză uniformă datorită faptului că forța gravitației este echilibrată de rezistența rezultată din frecarea lor cu moleculele de gaze; particulele cu un diametru mai mic de 0,1 nm se mișcă independent de forța gravitației și nu întâmpină nici o rezistență din partea moleculelor de gaze. Ele sunt animate de mișcări browniene, neregulate, întocmai ca și moleculele gazului printre care se află.

Comportarea particulelor este influențată de factorii externi, mai ales de mișcările aerului.

După natura chimică a lor, aerosolii se clasifică în 3 grupe:

A. **praful anorganic**, care cuprinde:

1. praful de **natură minerală**: cuarț, grafit, calcar, azbest;

2. praful de **natură metalică**: fier, cupru, zinc, plumb;

3. praful **anorganic artificial**: coloranți anorganici, pietre

sintetice;

B. **praful organic**, care cuprinde:

1. praful de **natură vegetală**: bumbac, in, cânepă, lemn;

2. praful de **natură animală**: lână, păr, corn, oase;

3. praful **organic de sinteză**: coloranți organici, detergenți,

insecto-fungicide;

C. praful **mixt**, cuprinzând un amestec de pulberi.

D.p.d.v. al **acțiunii lor asupra organismului**, pulberile se împart în:

1. Pulberi toxice, care pătrunzând în organism, mai frecvent pe calea aparatului respirator, eventual digestiv sau cutanat, produc îmbolnăviri. Acestea sunt pulberile de: Pb, Hg, Cu, As, Se etc.

2. Pulberi netoxice cu acțiune iritantă, alergizantă asupra organismului.

Unii autori clasifică pulberile care impurifică atmosfera în:

- **pulberi naturale**,
- **pulberi artificiale**.

Pulberile provenite din **surse naturale** apar în atmosferă în urma erupțiilor vulcanice, din comete și meteoriți sau prin erodarea eoliană a solului.

În general impurificarea atmosferei cu aceste pulberi prezintă o importanță mai mică.

Praful cosmic – meteoritic se produce prin trecerea unor comete sau meteoriți prin vecinătatea planetei noastre.

Erodarea eoliană a solului produce ridicarea în atmosferă a unor cantități variabile de pulberi în raport cu natura solului, condițiile meteo și cu prezența vegetației.

În regiunile continentale se produc mari cantități de praf în anotimpurile secetoase.

În sudul Moldovei, Dobrogea, Câmpia Dunării se produc pulberi în cantități mari, mai ales toamna și primăvara, când solul nu este acoperit cu vegetație.

Vegetația contribuie și ea la eliberarea în atmosferă a unor cantități mici de pulberi.

Granulele de polen, sporii de fungi și levuri reprezintă o categorie de aerosoli de origine naturală, care pot fi transportați în atmosferă și pot influența sănătatea populației prin rolul lor de **agenți alergizanți și infestanți**.

Spre deosebire de particulele inerte care acționează atunci când se găsesc în aer în cantități mai ridicate, aerosolii de origine vegetală pot produce efecte nocive și în concentrații mici. Prezența în aer a unui număr redus de astfel de particule vegetale prezintă importanță din punct de vedere sanitar.

Granulele de polen se eliberează în atmosferă mai ales primăvara și îndeosebi provin de la unii arbori: plop, pin, mesteacăn, stejar. Efectul granulelor de polen asupra sănătății este dovedit de creșterea frecvenței **bolilor alergice**.

Ciupercile, mucegaiurile, levurile, pun în libertate spori care se răspândesc în aer în concentrații relativ mari și sunt purtați de curenții de aer la distanțe apreciabile. Factorii meteorologici influențează considerabil concentrația sporilor în atmosferă, precipitațiile o reduc, temperatura ridicată și presiunea atmosferică scăzută determină creșterea concentrației sporilor.

În categoria pulberilor naturale se încadrează și **praful de sare** care se formează în urma evaporării picăturilor de apă ridicate de la suprafața mărilor și a oceanelor.

Pulberile artificiale reprezintă categoria cea mai importantă de aerosoli prezenți în centrele populate, sursele care le emană fiind numeroase: **întreprinderile industriale, căile și mijloacele de transport, mijloacele de încălzire a locuințelor.**

Trei sferturi din cantitatea pulberilor de proveniență industrială răspândite în atmosferă sunt produse prin **arderea combustibililor și a deșeurilor** și numai un sfert din alte procese industriale. Concentrația mare a pulberilor eliminate în atmosferă de către întreprinderile industriale impurifică nu numai orașul dar și regiunile limitrofe.

Un rol important în poluarea aerului cu pulberi îl are industria termoelectrică, prin arderea cărbunilor de pământ. Pe lângă produșii gazoși de ardere și vaporii care se formează, industria termoelectrică eliberează în atmosferă particule de cărbune neras, funingine, gudroane, fluoruri, cloruri, sulfați, cenușe etc.

Alte ramuri industriale care sunt surse importante de de poluare cu pulberi sunt:

- **industria siderurgică** care evacuează în atmosferă praf de minereu, cărbune, cenușă;

- **industria metalelor neferoase** produce aerosoli de **metale grele toxice**: cupru, zinc, plumb, staniu, nichel sau aerosoli de **metale neferoase ușoare**: litiu, magneziu, aluminiu, beriliu;

- **industria materialelor de construcții** impurifică aerul cu cantități masive de pulberi de **ciment, ghips, azbest, var** etc.

Căile de transport, mai ales cele rutiere au un rol însemnat în impurificarea aerului cu pulberi.

Drumurile de țară produc cantități mari de praf. În țara noastră în Câmpia Bărăganului, Lunca Dunării, Dobrogea, pe drumurile de țară se formează, în perioadele de secetă, cantități uriașe de praf.

Efectele impurificării aerului cu pulberi sunt variate dacă luăm în considerare acțiunea acestora asupra sănătății omului, asupra animalelor, a culturilor vegetale, cu repercusiuni asupra economiei și vieții sociale.

Asupra organismului uman pulberile din aer exercită o **acțiune directă**, prin îmbolnăvirile pe care le declanează și o **acțiune indirectă**. Aceasta decurge din faptul că prezența pulberilor diminuează transparența atmosferei, iar particulele solide reduc intensitatea radiațiilor luminoase și calorice care ajung pe pământ. De asemenea, pulberile sunt nuclee de condensare a vaporilor de apă din atmosferă favorizând **persistența ceței în bazinele de aer a centrelor populate**.

Acțiunea directă a pulberilor asupra organismului uman se manifestă mai rar după o **expunere scurtă** și aceasta îndeosebi când este vorba de **pulberi toxice**.

Acțiunea pulberilor se manifestă după o **expunere îndelungată** a organismului, când se produc **boli ale aparatului respirator, modificări în procesul de dezvoltare al organismelor tinere, anomalii în sinteza hemoglobinei, o frecvență mai mare a rahitismului**.

Concentrația pulberilor a fost stabilită în funcție de natura lor. Pentru **pulberile netoxice** care conțin bioxid de siliciu în proporție de 70 % CMA în încăperile de producție este de 4 mg/m³ aer, pentru alte categorii de pulberi, limita variază între 4 – 15 mg/m³ aer.

În mediul comunal concentrația momentană admisă este de $0,5 \text{ mg/m}^3$ aer, iar concentrația medie pe 24 h $0,15 \text{ mg/m}^3$ aer.

Acțiunea pulberilor în organism, la nivelul aparatului respirator este determinată de posibilitatea acestora de a pătrunde și a fi reținute la diferitele nivele ale aparatului respirator.

Reținerea particulelor solide la diferitele etaje ale aparatului respirator este condiționată în primul rând de mărimea particulelor aerodispersate.

Particulele cu dimensiuni mai mari de **50 nm** sunt reținute în **căile respiratorii superioare** și sunt eliminate odată cu secrețiile aparatului respirator.

Particulele cu dimensiuni mai mici, cuprinse între **10 - 50** nm diametru, se rețin în **laringe, trahee, bronhii**.

Particulele cu dimensiuni **mai mici de 10 nm** pătrund până la nivelul **alveolelor pulmonare**.

Alți factori care influențează capacitatea de pătrundere a particulelor solide aerodispersate în aparatul respirator sunt: **tipul de respirație – nazală sau bucală, starea căilor respiratorii, concentrația pulberilor din aer, timpul de expunere al individului**. Pentru pulberile ce conțin substanțe toxice, este important și coeficientul de solubilitate al acestora, solubilitatea influențând pozitiv resorbția și acțiunea la nivelul organelor și a țesuturilor.

Organismul caută să îndepărteze pulberile pătrunse pe cale respiratorie prin diverse mecanisme.

Astfel:

- prin înghițirea pulberilor odată cu secrețiile respiratorii, ele **pătrund în stomac** și intestin, unde fie că sunt descompuse, fie că sunt eliminate ca atare prin fecale, în formă nedigerată;
- pulberile sunt **evacuate mecanic** pe cale reflexă sau voluntar prin tuse sau strănut;
- unele particule solide pătrunse **la nivel alveolar sunt fagocitate de macrofagele** din peretele alveolar sau de cele provenite din sânge și limfă.

Inspirarea pulberilor perioade de timp îndelungate, în procesul muncii, produce leziuni pulmonare cunoscute sub denumirea de **pneumoconioze**. Din această grupă de afecțiuni, se cunosc, **antracoza** minerilor provocată prin inspirarea prafului de **cărbune**, **sideroza** determinată de inspirarea pulberilor ce conțin **fier**. **Silicoza** apare datorită inspirării pulberilor ce conțin **bioxid de siliciu**, iar **azbestoza** datorită inspirării pulberilor de **azbest**. Se cunoaște posibilitatea producerii pneumoconiozelor și prin inspirarea îndelungată a prafului de **talc**, **ciment**, **sticlă** etc.

Silicoza este cea mai frecventă boală profesională produsă prin inspirarea SiO_2 . În etiologia acestei îmbolnăviri prezintă importanță 3 factori, corelați între ei:

- **gradul de dispersie** al pulberii de SiO_2 ;
- **concentrația SiO_2** în atmosfera locului de muncă;
- **timpul de expunere** al individului în atmosfera poluată.

Proprietatea bioxidului de siliciu de a produce silicoza a fost **explicată** prin mecanisme diferite; astfel s-a dat o explicație **mecanică, fizică, chimică, biologică**. Cercetările experimentale și clinice acceptă astăzi **concepția imunologică** în explicarea acțiunii bioxidului de siliciu la nivelul alveolelor pulmonare.

Potrivit acestei concepții, apariția leziunilor caracteristice silicozei, se datorează **acțiunii bioxidului de siliciu asupra macrofagelor**. Macrofagele intervin la pătrunderea SiO_2 prin fagocitarea acestor particule, dar ele sunt alterate de bioxidul de siliciu prin necroză și liză tisulară. Alte macrofage intervin în fagocitarea particulelor de bioxid de siliciu ele fiind din nou alterate. Macrofagele lizate se aglomerează în jurul particulelor de SiO_2 formând **nodulii silicotici** caracteristici acestei pneumoconioze.

Procesul este mai complex fiind asociat cu **modificări imunologice – producere de anticorpi**, capacitate de fixare și neutralizare a antigenelor – modificări care diferențiază silicoza de alte pneumoconioze.

Azbestoza este o pneumoconioză tot mai frecvent întâlnită astăzi datorită utilizării largi a azbestului ca material izolator de căldură și electricitate. Din punct de vedere chimic azbestul este un **silicat de magneziu**, cu un conținut de fier, calciu și potasiu, care pătrund pe cale respiratorie și ajung în zonele profunde pulmonare. Particulele de azbest acționează printr-o iritație mecanică la nivelul țesutului pulmonar producând **hemoragii, fibroză pulmonară și, adesea, cancer pulmonar**.

În afara acestor afecțiuni pulmonare produse de pulberile care pătrund în organism, acești poluanți produc și alte efecte asupra organismului.

Efecte iritante exercitate asupra mucoasei oculare și asupra tegumentelor. Pulberile netoxice sau cele fără acțiune iritantă specifică, produc fenomene de intoleranță cu atât mai grave cu cât dimensiunea și forma lor sunt mai traumatizante. Orice fel de pulbere reprezintă un factor iritant nociv. Acțiunea iritantă asupra pielii este determinată de obstruarea porilor pielii, când se produc **dermite și infecții**. În acest fel acționează, în procesul muncii pulberile de NaHCO_3 , Na_2CO_3 , baze, săruri, detergenți.

Asupra conjunctivei oculare pulberea de natură metalică provoacă, **la strungari**, pierderea sensibilității ochiului; **pulberile de natură vegetală provoacă conjunctivite** la muncitorii textiliști, morari și combinieri.

Efectele alergice sunt determinate de unele pulberi de natură organică, cum sunt **granulele de polen, sporii diverselor vegetale.**

Efecte infestante sau infectante sunt provocate de pulberile ce conțin **microorganisme, spori sau ouă de paraziți**, pulberile provenite din deșeurile menajere și din spitale.

Efecte toxice directe, determinate de **pulberile toxice** cum sunt cele ale **compușilor plumbului, arsenului, mercurului.**

Efectele cancerigene sunt caracteristice unei categorii mari de poluanți al căror număr continuă să crească. Mecanismul de acțiune este încă necunoscut, dar efectele cancerigene au fost evidențiate pentru pulberile minereurilor de **cobalt, beriliu, arsen.**

Expunerea repetată și acumularea în organismul muncitorilor care lucrează în **minele și întreprinderile** unde se prelucrează aceste minereuri, au evidențiat efectele **cancerigene** ale acestor pulberi.

Atmosfera centrelor urbane este poluată și cu pulberi provenite din **deșeurile menajere**. Acestea prezintă o compoziție foarte variată și sunt răspândite în atmosferă aducând un surplus de poluanți organici și anorganici, cu efecte din cele mai variate. Ele conțin **microbi** proveniți din deșeurile de la spitale și de la animalele bolnave. Arderea acestor deșeuri contribuie la impurificarea aerului cu fum și alte particule. **Degradarea lor** eliberează gaze nocive care poluează, de asemenea, atmosfera: **amoniac, hidrogen sulfurat, metan, mercaptani, indoli** etc.

Pulberile care impurifică atmosfera degradează în măsură însemnată **plantele din flora spontană și din culturi**. Acțiunea pulberilor este determinată de faptul că ele ajung pe organismul vegetal, pe frunze, obstruează porii acestora împiedicând desfășurarea proceselor fiziologice normale din plante. De asemenea, pulberile din aer reduc transparența atmosferei, iar radiațiile luminoase și calorice nu mai ajung la plante în măsura necesară procesului de asimilație clorofiliană.

Pulberile **foarte fine** distrug și fructele, în special cele acoperite cu peri fini – caise, piersici, care rețin cu ușurință particulele de praf.

Praful de calcar provenit din industria materialelor de construcții, distruge plantele furajere, pășunile devenind neutilizabile.

Arborii și arbuștii plantați în scop ornamental se usucă într-o atmosferă poluată cu pulberi.

Determinarea concentrației pulberilor din atmosferă se face calitativ și cantitativ prin metodele standardizate.

Poluarea atmosferei cu substanțe în stare gazoasă

În afara aerosolilor cu fază de dispersiune solidă, aerul este poluat cu gaze și vapori toxici. Acești poluanți provin din surse naturale și surse artificiale.

Sursele naturale de gaze impurificatoare sunt de importanță minoră comparativ cu sursele artificiale. Prin **descompunerea reziduurilor** vegetale și animale – frunze, resturi alimentare, dejecții animale și umane, cadavre – se degajă substanțe gazoase: amoniac, hidrogen sulfurat, bioxid de carbon, merceptani. **Vulcanii** elimină, de asemenea, impurificatori gazoși: CO, CO₂, SO₂, H₂S etc.

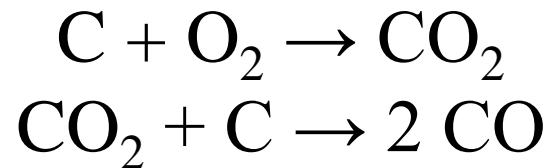
Sursele artificiale care produc impurificatori gazoși sunt: întreprinderile industriale, transporturile și arderea combustibililor. Prelucrarea materiilor prime, în procesele industriale, determină eliminarea, în cantitate apreciabilă, a unui număr mare de impurificatori, diferiți **după natura materiei prime și după specificul procesului tehnologic**. Acești impurificatori, în concentrații mai mari în centrele industriale, sunt vehiculați de curenții de aer și în regiunile învecinate. Dintre impurificatorii gazoși care apar în zonele comunale vor fi tratați în continuare **oxidul de carbon, bioxidul de sulf, substanțele cu caracter oxidant, amoniacul și hidrocarburile**.

Oxidul de carbon este un gaz fără miros, gust și culoare rezultând din combustia incompletă a substanțelor organice care conțin carbon. Este substanța care se emite în atmosferă în cantități mari.

Sursele cele mai importante de oxid de carbon, în centrele aglomerate și industrializate sunt de natură tehnologică. Unele uzine și în special **centralele termoelectrice și oțelăriile** eliberează cantități importante de oxid de carbon. Arderea incompletă a cărbunelui în aceste uzine produce oxid de carbon:



Acest gaz ia naștere și în generatoarele de gaz când se trece oxigen sau aer peste cărbune înroșit:



Transporturile reprezintă, în centrele aglomerate o importantă sursă de oxid de carbon. Gazele de eșapament rezultate în motoarele cu combustie internă conțin o mare proporție de oxid de carbon, mai ales în momentul schimbării vitezei. Un litru de benzină produce prin ardere 10 m³ de gaze care au o concentrație în oxid de carbon de 4 – 5 %.

Cercetările au evidențiat pe străzile intens circulate și, mai ales la intersecții, o concentrație de oxid de carbon de 100 – 200 mg/m³ aer. Pe străzile marilor orașe occidentale concentrația oxidului de carbon ajunge până la 350 mg/m³ aer.

Concentrația oxidului de carbon este crescută nu numai la nivelul solului, acest gaz ajunge până la înălțimea etajului 22.

Concentrația oxidului de carbon în aerul urban este influențată de condițiile atmosferice, stagnarea aerului și umiditatea crescută determină menținerea unor nivele ridicate de oxid de carbon.

În locuințe, oxidul de carbon ia naștere prin folosirea arzătoarelor deschise și prin toate celelalte mijloace de încălzit, cu excepția încălzirii electrice. Unele defecțiuni și lipsa unei ventilații corespunzătoare pot produce accidente.

În centrele aglomerate, **consumul de țigări** mărește concentrația oxidului de carbon în mediu, fumul de tutun conținând până la 4 % oxid de carbon.

Un aspect particular îl prezintă poluarea aerului cu oxid de carbon în **tunele** sau **pasaje rutiere subterane**, unde se pot întâlni concentrații foarte ridicate de oxid de carbon.

Incendiile pădurilor și a preeriilor determină creșterea concentrației oxidului de carbon în atmosferă, la fel și arderea deșeurilor în uzinele de incinerare.

Se apreciază că toate aceste surse determină în atmosfera comunală o concentrație de oxid de carbon cuprinsă între 0,03 și 1,15 mg/m³ aer.

Oxidul de carbon pătrunde în organism pe **cale respiratorie** și acțiunea toxică rezultă din afinitatea sa pentru proteinele heminice. Cel mai important efect al oxidului de carbon în organism este determinat de combinarea sa cu hemoglobina cu formarea **carboxihemoglobinei**. Oxidul de carbon posedă o afinitate mai mare decât oxigenul față de pigmentul roșu al sângelui, combinarea cu acesta producându-se de 220 ori mai rapid decât combinarea oxigenului cu hemoglobina.

Disocierea carboxihemoglobinei se efectuează însă de 25 ori mai lent decât a oxihemoglobinei.

Afinitatea mare a hemoglobinei pentru oxidul de carbon este dovedită și de condițiile în care se face legarea acestora. Astfel, saturarea hemoglobinei cu oxigen în proporție de 50 % se produce când presiunea parțială a oxigenului atinge 30 mm Hg, în timp ce pentru oxidul de carbon saturarea se produce la o presiune parțială a acestuia de 0,12 mm Hg. Formarea carboxihemoglobinei reduce capacitatea sângelui, de a transporta oxigenul, astfel încât concentrația tisulară de oxigen nu este asigurată. Fenomenul este mai grav la persoanele cu insuficiențe respiratorii și circulatorii și la anemici.

Prezența oxidului de carbon în gazele de eșapament poate ridica concentrația carboxihemoglobinei din sânge, până la 3 – 4 %.

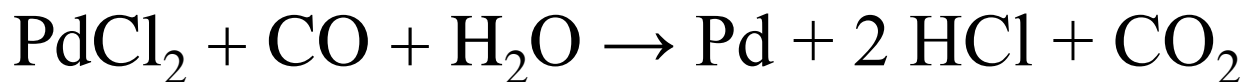
Efectele negative ale oxidului de carbon asupra organismului se reflectă și asupra **sistemului enzimatic transportor de oxigen**. Enzimele de oxidoreducere au o structură hemică astfel încât oxidul de carbon leagă fierul împiedicând transferul oxigenului. Este cazul citocromilor, citocromoxidazei, catalazelor și peroxidazelor.

Mioglobina, pigmentul roșu al mușchiului fixează de asemenea, în mod reversibil oxidul de carbon astfel încât necesitățile țesutului muscular în oxigen nu vor mai fi satisfăcute.

În concluzie, prezența oxidului de carbon în sânge reduce capacitatea de oxigenare a țesuturilor determinând tulburări caracteristice.

În concentrații de 0,02 vol. % în aer, oxidul de carbon produce **cefalee, amețeli, tahicardie**, la un individ care lucrează timp mai îndelungat în această atmosferă poluată; la o concentrație de 0,05 vol. % oxid de carbon în aer simptomele apar mai repede și sunt mai intense fiind asociate cu **grețuri și lipotimie**; atunci când concentrația oxidului de carbon este de 0,2 vol. % în aer, se instalează **coma și moartea**, după o expunere de 1 – 2 ore.

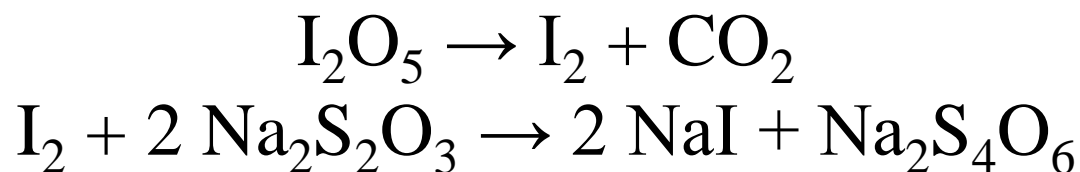
Dozarea oxidului de carbon din aer se bazează pe proprietățile sale reducătoare. Oxidul de carbon reduce clorura de paladiu (II) la paladiu metalic, conform reacției:



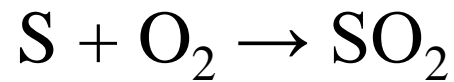
Metoda folosește hârtia de filtru îmbibată în clorură de paladiu (II) care se expune în atmosfera poluată. Înnegrirea hârtiei, datorită depunerii paladiului metalic indică prezența oxidului de carbon. Pentru a împiedica dizolvarea paladiului în mediul acid imprimat de acidul clorhidric, hârtia se umectează cu o soluție de acetat de sodiu. Această reacție de evidențiere a oxidului de carbon poate servi și pentru o determinare cantitativă orientativă. Pe baza experimentală s-a stabilit că viteza de înnegrire a hârtiei este invers proporțională cu concentrația oxidului de carbon din atmosfera poluată. Astfel, la o concentrație de 0,005% hârtia îmbibată în clorură de paladiu (II) se înnegrește după 20 minute, la concentrația de 0,007% se înnegrește după 1 minut, iar la concentrația de 0,07% hârtia se înnegrește imediat.

Reacția de reducere a clorurii de paladiu (II) are loc și sub acțiunea altor impurificatori care apar în aer alături de oxidul de carbon. Astfel: **hidrogenul sulfurat, amoniacul, hidrocarburile**. În eventualitatea existenței și a acestor gaze, ele vor fi reținute în soluții absorbante, hidrogenul sulfurat, într-o soluție de acetat de plumb, amoniacul și hidrocarburile în acid sulfuric și azotic.

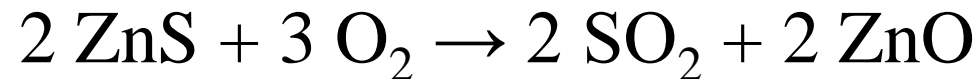
O altă reacție folosită pentru depistarea prezenței oxidului de carbon în aer constă în trecerea aerului printr-o soluție de pentoxid de iod care se reduce la iod sub acțiunea oxidului de carbon. Iodul eliberat se determină cu tiosulfat de sodiu în prezența amidonului ca indicator



Bioxidul de sulf este un alt impurificator gazos al atmosferei comunale și industriale. Sursele industriale care eliberează bioxid de sulf sunt numeroase.



El se formează și prin prăjirea sulfurilor la fabricarea acidului sulfuric:



Bioxidul de sulf se eliberează în industria textilă, la fabricile de celuloză, în procesul de vinificație etc.

Cantitatea cea mai importantă de bioxid de sulf este degajată în atmosferă prin **procesele de combustie**. Producerea sa este proporțională cu conținutul în sulf al combustibililor: cele mai mari cantități se degajă prin arderea cărbunilor și mai puțin prin arderea petrolului și a gazelor naturale.

Combustibilii solizi sau lichizi conțin sulf sub formă de combinații organice și sub formă de combinații anorganice în special sulfuri și sulfatați. În procesele de ardere sulful din sulfatați trece în cenușă în timp ce sulfurile și combinațiile organice se transformă în bioxid de sulf. Datorită acestui fapt se consideră că **bioxidul de sulf este principalul poluant atmosferic care ia naștere în procesele de combustie**. Cărbunii de pământ conțin sulf sau sulfuri în proporție de 0,5 – 6 %.

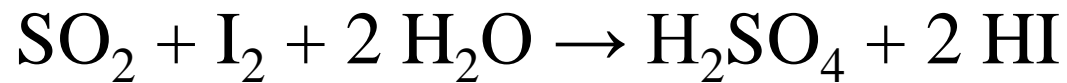
Combustia acestora în termocentrale și în întreprinderi industriale este sursa principală de bioxid de sulf. Astfel, o termocentrală de mare capacitate poate elimina 1.000 tone bioxid de sulf în 24 ore, impurificarea cu acest gaz fiind resimțită până la 10 km de sursă.

Se apreciază că sursele amintite eliberează în atmosfera terestră până la 80 mil. tone bioxid de sulf pe an, din care mai mult de 30 mil. tone se produce în Statele Unite.

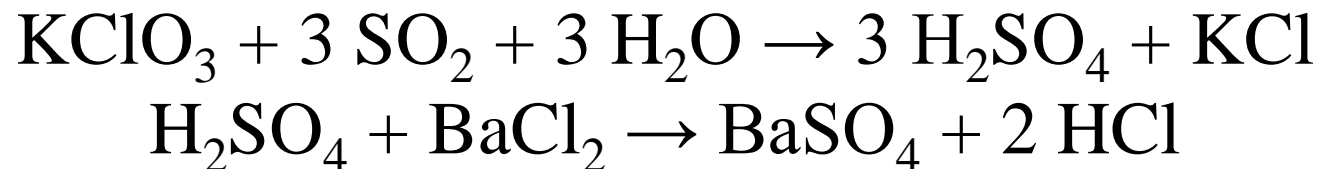
Bioxidul de sulf este un gaz incolor cu miros înecăcios caracteristic de pucioasă arsă.

Pentru determinarea bioxidului de sulf în aerul atmosferic s-au preconizat metode titrimetrice, nefelometrice și conductometrice.

Metodele titrimetrice constau în absorbția bioxidului de sulf pe ecrane de **hârtie de filtru** îmbibate în soluție de **hidroxid de potasiu în glicerină**. bioxidul de sulf este oxidat la sulfat cu o soluție de iod, iar excesul de iod este titrat cu tiosulfat de sodiu în prezența amidonului:



Metoda nefelometrică se bazează pe oxidarea bioxidului de sulf la sulfat într-o soluție absorbantă de **clorat de potasiu**. În prezența **clorurii de bariu** se formează sulfatul de bariu care se determină nefelometric:



Metoda conductometrică permite determinarea continuă a bioxidului de sulf cu ajutorul analizatoarelor electrochimice de gaze; bioxidul de sulf este oxidat la sulfat cu ajutorul **apei oxigenate**, determinarea urmărind modificarea conductibilității electrice a soluției:



Prezența bioxidului de sulf în aer este percepută – **organoleptic**, pragul olfactiv fiind de aproximativ 1 mg/m³; când concentrația bioxidului de sulf depășește 8 mg/m³ aer, imprimă un miros pătrunzător și este iritant. În aerul comunal concentrația momentană a SO₂ este normată la 0,75 mg/m³ aer, iar concentrația medie pe 24 ore este de 0,25 mg/m³ aer.

În atmosferă este posibilă oxidarea bioxidului de sulf la **trioxid de sulf** compus, de asemenea, extrem de iritant. Oxidarea poate avea loc spontan pe cale fotochimică, când gazul degajat este suficient de cald. În acest proces de oxidare intervin oxizii azotului, unele hidrocarburi și unele metale grele ca și catalizatori.

Trioxidul de sulf este un gaz iritant care, în prezența vaporilor de apă formează acid sulfuric. În atmosfera poluată a marilor orașe se găsește întotdeauna și acid sulfuric sub formă de aerosoli. El este antrenat de ploi și ninsori și ajunge la suprafața pământului. Acizii sulfurului sunt factorii de poluare care acidifică apa de ploaie și joacă un rol important în procesul de corodare al clădirilor, monumentelor și a obiectelor de metal.

Asupra organismului uman SO_2 exercită o acțiune locală – și una generală. **Acțiunea locală** se manifestă la nivelul mucoasei bucale și a celei nasofaringiene, de unde pătrunde în căile respiratorii profunde și apoi în sânge.

Cercetările epidemiologice din centrele mari, poluate masiv cu bioxid de sulf, au arătat că acest gaz acționează asupra organismului animal atât asupra stării funcționale a **aparaturii respirator** cât și asupra **proceselor de reproducere**. Sunt profund dereglate fertilitatea, natalitatea animalelor și creșterea organismului tânăr. Cercetările cu bioxid de sulf marcat arată o acumulare a acestuia în plămâni, sânge, ficat, măduva osoasă, inimă, creier.

Asupra animalelor de experiență, inhalarea bioxidului de sulf produce, în funcție de concentrație, **un spasm trecător al mușchilor netezi și bronhiolelor**, o **creștere a secreției mucoase a căilor respiratorii superioare**, iar la concentrații mari se constată inflamarea mucoaselor cu descuamarea epiteliului.

Acțiunea nocivă a bioxidului de sulf se manifestă nu numai asupra **omului, animalelor, clădirilor și utilajelor**. Efectul său toxic se manifestă și **asupra plantelor**, care au fost luate de multă vreme drept indicatori specifici ai poluării aerului. Utilizarea plantelor în acest scop se bazează pe o sensibilitate a anumitor specii și varietăți de plante față de impurificatorii atmosferici.

Lezarea produsă vegetației de poluanții fitotoxici a fost observată cu sute de ani în urmă, în apropierea multor complexe industriale, dar numai recent a devenit o problemă majoră datorită producerii de substane fitotoxice, în fumul fotochimic cunoscut sub numele de „smog”. Se știe că pentru plante **sursa esențială de energie este lumina solară, iar aerul, apa, solul sunt surse de materii prime indispensabile activității lor sintetice.** În cazul unei atmosfere poluate, cantitatea de lumină care ajunge la plante este redusă, conținutul aerului în bioxid de carbon și oxigen, care joacă un rol esențial în fiziologia vegetalelor este de asemenea modificat. Apa și solul, ca surse de materii prime pentru plante, sunt și ele afectate de poluarea aerului.

Ansamblul funcțiunilor care stau la baza vieții plantelor: **nutriția, creșterea, reproducerea** sunt profund tulburate de poluarea aerului. Efectele nefaste ale diverselor substanțe impurificatoare ale aerului, asupra creșterii plantelor au fost explicate după evidențierea influenței care o manifestă acești impurificatori asupra hormonului de creștere – **auxina**.

Cercetările au arătat o inhibare a auxinei chiar la doze mici de poluanți.

Bioxidul de sulf este primul dintre poluanții atmosferici identificat ca având efecte nocive asupra plantelor din ținuturile învecinate centrelor industriale. Plantele sensibile la acțiunea acestui gaz sunt mai ales speciile agricole, **cerealele, legumele și plantele ornamentale**. Acțiunea dăunătoare a bioxidului de sulf se exercită atât asupra culturilor de pe câmp cât și asupra culturilor din sere. Cercetările făcute în acest domeniu au arătat că, în cazul plantelor sensibile, simptomele de lezare vor apare la concentrații de aproximativ 400 – 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Efectele bioxidului de sulf asupra plantelor au fost urmărite în ultima vreme datorită observațiilor care s-au făcut asupra culturilor agricole din zonele intens poluate cu acest gaz.

Acizii sulfuros și sulfuric care rezultă prin dizolvarea în apa de ploaie a bioxidului și trioxidului de sulf, produc asupra plantelor **arsuri ale frunzelor și florilor**. bioxidul de sulf produce o **decolorare a frunzelor** datorită transformării clorofilei într-un produs incolor – **feofitina** – care nu mai conține magneziu și deci, nu mai participă în procesul de asimilație clorofiliană. **La suprafața frunzelor apar zone necrozate** care sunt mai intense la mijlocul zilei când activitatea fotosintetiză este maximă. Frunzele necrozate se usucă și cad. Componentele florale atinse de bioxidul de sulf suferă arsuri, deshidratări ale staminelor și stigmatului. Se inhibă procesul de polenizare, ceea ce se repercutează asupra cantității de fructe și semințe.

Bioxidul de sulf acționează, însă, mai profund în procesele metabolice ale țesutului vegetal modificând conținutul principiilor alimentare din plante. Astfel, se constată o **scădere a conținutului de zahăr din sfecla de zahăr** supusă acțiunii bioxidului de sulf. Se reduce, de asemenea, proporția **de amidon din cartofi**.

Sub acțiunea SO_2 se modifică pH-ul normal al celulelor vegetale, dereglare care influențează negativ procesele enzimatice din plante.

Are loc și inhibarea hormonului de creștere – auxina.

Acțiune fitotoxică mai pronunțată exercită și alte gaze impurificatoare ale atmosferei, îndeosebi **etilena, oxidul de etilenă și oxidul de carbon**. Aceste gaze – etilena și oxidul de carbon – sunt prezente în gazele de eșapament ale autovehiculelor și rezultă și din alte procese de combustie.

Asupra plantelor, gazele amintite produc **necrozări ale frunzelor, tulburări respiratorii ale celulei vegetale, inhibarea hormonului de creștere auxina, creșterea proporției de tanin**.

În general, sub acțiunea acestor poluanți, plantele nu se dezvoltă corespunzător, frunzele se usucă și cad.

Amoniacul este un alt factor de poluare al mediilor de viață, rezultând prin degradarea putrifică a tuturor resturilor organice ce conțin proteine. El este prezent în cantități mici în atmosfera comunală provenind prin degradarea substanțelor azotate organice. În atmosfera industrială concentrația amoniacului este mai mare, prezența lui fiind semnalată în întreprinderile frigorifice, la fabricarea gheții artificiale, a îngrășămintelor, la curățătoriile chimice, în laboratoare. Inspirat în concentrații mici produce o iritare a mucoaselor căilor respiratorii, iritații ale conjunctivei și mucoasei oculare și nazale, cefalee. La concentrații mari amoniacul produce senzație de asfixie, vărsături, iar moartea poate proveni în urma edemului pulmonar. În aerul comunal concentrația momentară de amoniac este normată la $0,3 \text{ mg/m}^3$, iar media/24 h $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Oxizii azotului sunt impurificatori gazoși ai aerului care se formează, în cantități mici în toate procesele de combustie. În atmosfera comunală, oxizii azotului, rezultă în motoarele cu ardere internă în care azotul din aer se combină cu oxigenul formând acești compuși.

Ei sunt eliminați odată cu gazele de eșapament în atmosfera urbană, unde, în prezența radiațiilor solare, declanșează reacțiile fotochimice care au ca și consecință **formarea smogului oxidant**. În atmosfera urbană oxizii azotului se mai eliberează de la centralele termice, combustibile din locuințe, de la motoarele Diesel.

În procesele industriale oxizii azotului se elimină la **fabricarea acidului azotic, a acidului sulfuric, la nitrarea compușilor organici, la fabricile de îngrășăminte, la producerea maselor plastice etc.**

Oxizii azotului se formează în condițiile arderii la temperaturi ridicate, urmată de răcirea bruscă a produșilor de combustie. Rezultă, în toate procesele, un amestec de oxizi inferiori și superiori: N_2O , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 .

Elementul predominant din acest amestec este NO_2 . El apare ca un gaz de culoare galben brună, cu miros caracteristic. NO_2 pătrunde în organism pe cale respiratorie exercitând o acțiune iritantă, la doze mici iar la concentrații mari produce edem pulmonar. Ajuns în circulație, acționează asupra hemoglobinei transformând-o în methemoglobină și tulbură transportul O_2 la țesuturi.

La animale dă alterări ale proteinelor pulmonare și dereglări ale activității enzimelor de oxido-reducere. Concentrația NO_2 în atmosfera comunală e de $0,3 \text{ mg/m}^3$, concentrația momentană la $0,1 \text{ mg/m}^3$ media pe 24 h.

Impurificatorii gazoși cu caracter oxidant. Acțiunea dăunătoare a bioxidului de azot se evidențiază cu mai multă pregnanță în cadrul complexului de substanțe impurificatoare cunoscute sub denumirea de „substanțe oxidante”, sau **smog oxidant**. Caracterul oxidant este imprimat atmosferei de un ansamblu de substanțe chimice care se formează și coexistă în atmosfera poluată. Astfel: **oxizii azotului, peroxizii, peroxiacetatul de nitril, radicalii liberi, ozonul, ozonidele**. Acești compuși sunt extrem de instabili și, sub influența radiațiilor ultraviolete sau calorice, a descărcărilor electrice, **eliberează oxigen activ**.

Procesele care se desfășoară în atmosfera poluată cuprind reacții fotochimice, reacții între radicalii liberi, reacții de oxidare și reducere, de polimerizare, de condensare etc.

Aceste reacții sunt catalizate de particule solide dispersate în atmosferă, care pot absorbi gazele.

Poluarea atmosferei cu substanțe oxidante este condiționată de prezența simultană în atmosferă a oxizilor azotului, a hidrocarburilor și a luminii solare.

Bioxidul de azot este principalul inițiator al reacțiilor fotochimice complexe care produc în atmosferă substanțe cu caracter oxidant.

Reacțiile fotochimice din atmosfera poluată respectă legile fundamentale ale fotochimiei. **Una dintre aceste legi** arată că, pentru ca să aibă loc o reacție fotochimică este necesar ca lumina să fie absorbită de către unul dintre reactanți, o substanță colorată în domeniul spectral considerat. În cazul poluării cu **NO₂** colorat în roșu portocaliu, **el joacă rol de fotoacceptor** în spectrul vizibil.

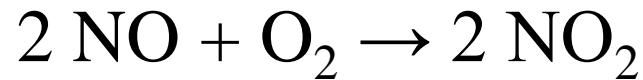
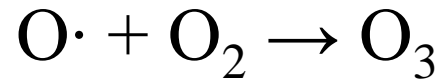
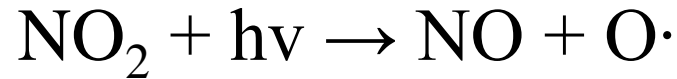
A doua lege a fotochimiei precizează că una dintre moleculele reactante trebuie să fie activată prin absorbția unui quantum de energie ($h\nu$). Această moleculă va deveni o **moleculă „excitată”** care poate să transfere această energie altei molecule.

Aceste legi ale fotochimiei explică reacțiile fotochimice care au loc în atmosfera poluată, reacții care au ca rezultat formarea substanțelor cu caracter oxidant.

Reacțiile fotochimice decurg diferit în funcție de prezența sau absența urmelor de hidrocarburi în atmosfera poluată.

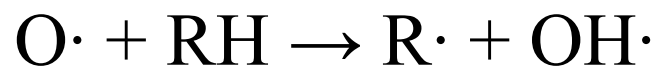
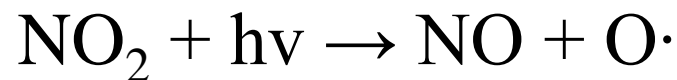
În prezența NO_2 și în lipsa hidrocarburilor, sub acțiunea radiațiilor solare se formează **ozon în** concentrații mai mari, iar NO_2 se regenerează permițând reînceperea ciclului.

Schematic, reacțiile decurg astfel:

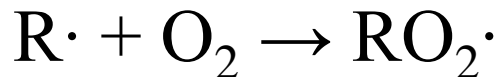


Într-o atmosferă poluată cu hidrocarburi, în prezența radiațiilor solare, bioxidul de azot determină oxidarea hidrocarburi RH cu formarea radicalilor liberi, a peroxizilor organici, a ozonului și regenerarea NO_2 .

Reacțiile decurg, schematic, în modul următor:



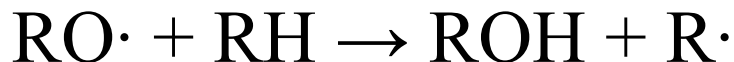
Radicalul liber adăunează o moleculă de oxigen formând un radical peroxidic intermediar RO_2



Radicalul peroxidic, în prezența altei molecule de oxigen va forma ozon.

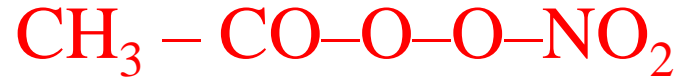


Oxidarea finală a moleculei organice se produce cu regenerarea unui nou radical liber, care poate să reintre într-un nou ciclu:



Reacțiile în lanț care au loc, determină astfel formarea unor radicali liberi, creșterea concentrației de ozon, regenerarea NO_2 .

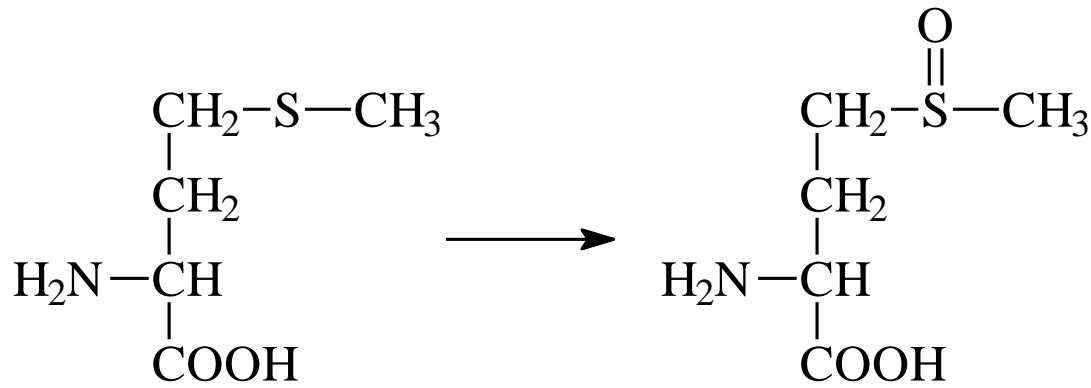
Cercetătorii au arătat că **oxigenul atomic** rezultat prin fotoliza NO_2 poate **oxida olefinele** cu producere de **aldehide, cetone**. Tot ca și produs al reacțiilor fotochimice din atmosferă, s-a pus în evidență un compus nou cu caracter oxidant – peroxiacetatul de nitril



Descoperirea mecanismelor de reacție fotochimică a substanțelor oxidante din atmosferă a fost verificată pe baza analizei spectrale dinamice, iar efectele lor nocive prin experimentul pe plante și animale. Studiile experimentale pe plante au arătat **efectele dăunătoare ale concentrațiilor crescute de ozon**, îndeosebi asupra unor legume foarte sensibile la acțiunea acestuia: **salata, spanacul, sfecla**. Foarte sensibil la concentrații mari de ozon este și **tutunul**.

Asupra plantelor **ozonul** produce leziuni necrotice la nivelul țesuturilor, decolorarea celulelor palisadice situate pe partea inferioară a frunzelor. **Apar puncte albicioase și brune, frunzele primind un aspect pătat.**

Au loc modificări ale constituenților structurali ai celulelor vegetale. Proteinele și aminoacizii din vegetale prezintă o sensibilitate mărită la acțiunea ozonului, îndeosebi **lanțurile proteice care conțin cisteină, metionină, triptofan, tirozină, histidină și cistină.** Metionina este oxidată la sulfoxid

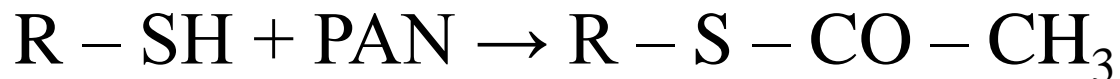


Ozonul acționează ca și oxidant și asupra unor enzime: ribonucleoza și enzimele ce posedă grupări – SH; ozonul interferează reacțiile oxidative de la nivelul mitocondriilor.

Cercetările au evidențiat **efectul protector al acidului ascorbic** din plante, față de această noxă chimică.

Peroxiacetatul de nitril (PAN) este un alt produs al reacțiilor fotochimice din atmosferă; posedă un caracter oxidant și o acțiune fitotoxică.

Asupra glutationului din celulele vegetale, peroxiacetatul de nitril acționează fie ca oxidant fie ca agent de acetilare:



Acțiunea peroxiacetatului de nitril asupra plantelor se manifestă prin leziuni ale frunzelor care primesc un **aspect metalic, de bronz**. El interferează, la nivel celular, activitatea enzimatică și procesele de oxido-reducere.

Acidul ascorbic din vegetale diminuează acțiunea oxidantă a peroxiacetatului de nitril.

Asupra organismului animal substanțele cu caracter oxidant au produs, experimental, **modificări structurale ale țesutului pulmonar, inimii, ficatului și creierului**. Modificările sunt profunde afectând fracțiunile subcelulare și, îndeosebi, mitocondriile.

Todd a studiat **acțiunea ozonului** asupra proceselor metabolice din organismul animal și a remarcat **efectul inhibitor al acestuia asupra activității unor enzime: fosfataza alcalină, nucleotiaza, succindehidrogenaza.** Ozonul exercită acțiune oxidantă asupra **unor acizi aminați: cisteină, triptofan, histidină, metionină;** acțiunea oxidantă se manifestă și asupra glutathionului și a lizozimului. Ozonul acționează asupra proteinelor structurale ale celulei animale prin acțiunea sa oxidantă asupra grupărilor –SH din lanțul proteic.

Substanțele cu caracter oxidant produc asupra organismului animal fenomene de **oboseală, iritații ale mucoaselor, somnolență, tuse, expectorații.**

Ca și procese patologice la om, acțiunea substanțelor oxidante produce iritarea mucoaselor, afecțiuni pulmonare manifestate prin edeme și cancer pulmonar. Ozonul diminuează transparența corneei și a conjunctivei și tulbură procesele de osificare.

Totalitatea substanțelor cu caracter oxidant influențează negativ fertilitatea animalelor și concomitent, are loc o creștere a mortalității neonatale.

Ozonul și substanțele cu caracter oxidant exercită rol în producerea unor aberații de dezvoltare și chiar a unor degenerări. Unele procese apropiate, sub aspectul acțiunii biologice, substanțele oxidante de cele radioactive, de unde și atributul de substanțe radiomimetice.

O grupă importantă de poluanți atmosferici o formează **hidrocarburile**. În aerul comunal și în diferite locuri de muncă sunt prezente două categorii de hidrocarburi:

1. hidrocarburi ușoare, grupă în care se încadrează:

- hidrocarburile aciclice saturate și nesaturate,
- hidrocarburile ciclice saturate și nesaturate,
- hidrocarburile aromatice;

2. hidrocarburi policiclice aromate, rezultate din arderea incompletă a combustibililor ce conțin carbon și hidrogen; din această grupă se pun în evidență în atmosferă **3-4-benzopirenul, benzofluorenul, dibenzopirenul** etc., substanțe cu proprietăți cancerigene.

Sursele care emană în atmosferă hidrocarburi ușoare sunt **surse naturale și surse tehnologice**.

Ca **surse naturale** sunt considerate zăcămintele de petrol, de gaze naturale și de cărbuni, care degajă, în mod natural, în atmosferă cantități variabile de hidrocarburi.

Sursele tehnologice sunt reprezentate prin **industria petrochimică, rafinăriile, rezervoarele de stocaj, cisternele folosite** pentru transportul carburanților. Alte surse industriale de hidrocarburi sunt ramurile industriale care folosesc solvenți, **industria farmaceutică, industria cauciucului, a vopselelor** etc. Transporturile auto prin arderea incompletă a combustibililor eliberează, de asemenea, hidrocarburi în aerul comunal.

Hidrocarburile suferă, în atmosfera poluată, modificări în cadrul reacțiilor fotochimice, dependente de prezența bioxidului de azot și a ozonului.

În prezența impurificatorilor cu caracter oxidant și a radiațiilor ultraviolete, hidrocarburile sunt transformate cu formarea radicalilor liberi, a peroxizilor, a aldehydelor. Hidrocarburile saturate sunt mai stabile în cadrul reacțiilor fotochimice în timp ce hidrocarburile alicinice și aromatice participă mai ușor în aceste reacții.

Prezența aldehydelor în atmosfera poluată imprimă acesteia **efecte iritante asupra tegumentelor, mucoasei oculare și căilor respiratorii**. Datorită proprietăților cumulative, aldehydele se acumulează în plămâni, ficat, rinichi, în țesutul nervos. Inspirarea repetată a aldehydelor produce edem pulmonar și stări alergice cu fenomene astmatiforme.

Hidrocarburile aromatice policiclice sunt prezente în aerul atmosferic. Ele provin prin arderea combustibililor, a cărbunelui, petrolului, benzinei și a gazelor naturale în uzinele de încălzire, în întreprinderile industriale și în mijloace de transport. Aceste hidrocarburi mai provin și din pulberile care se ridică din căile rutiere gudronate sau asfaltate și prin uzura cauciucului. Concentrația hidrocarburilor policiclice aromatice în atmosfera centrelor urbane variază de la un centru populat la altul, după natura surselor, variază cu condițiile meteorologice, concentrația fiind mai crescută în timpul verii, cu gradul de dezvoltare industrială și cu intensitatea circulației. Cercetările au arătat că 3,4-benzopirenul în concentrație de $7,7 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^3$ aer este răspunzător de apariția cancerului pulmonar.

Poluarea atmosferei cu factori biologici

În atmosfera poluată se pun în evidență, alături de numeroasele substanțe chimice și unii agenți biologici de contaminare, importanți din punct de vedere sanitar.

În această grupă se încadrează **microorganismele, sporii și ouăle de paraziți**, precum și **sporii și polenul proveniți de la plante**.

Contaminarea aerului cu microorganisme este proporțională cu densitatea populației și cu gradul de insalubritate al localităților și încăperilor.

Microorganismele care sunt vehiculate cel mai frecvent pe calea aerului și produc îmbolnăviri sunt bacteriile din grupa **cocilor streptococii, stafilococii, pneumococii**. Prin intermediul aerului contaminat cu germeni se transmit majoritatea bolilor contagioase ale copilăriei.

Alte organisme patogene care se transmit prin aer sunt **ouăle și sporii unor paraziți** care pătrund în căile respiratorii producând localizări pulmonare și bronșice. Sursele de infestare sunt omul bolnav, solul contaminat sau animalele de casă sau de curte.

Granulele de polen, amintite la capitolul pulberilor impurificatoare transportate de aer produc diverse îmbolnăviri: **febra de fân, astmul bronșic, manifestări alergice** etc.

MĂSURI DE PROTECȚIE A ATMOSFEREI

Din cele expuse anterior cu privire la poluarea aerului se poate conchide importanța sanitară, economică și socială a protecției atmosferei.

Din punct de vedere sanitar, impurificatorii aerului acționează negativ asupra sănătății omului prin declanșarea unor îmbolnăviri, prin diminuarea rezistenței organismului, prin tulburări ale confortului. Este deci esențială prevenirea și combaterea poluării aerului.

Importanța economică a protecției atmosferei decurge din **pierderea în aer a unor substanțe utile**, valorificabile, din pagubele rezultate prin distrugerea bunurilor materiale de către substanțele poluante. Un exemplu al valorii pierderilor prin emanațiile în atmosferă îl oferă statisticile din Anglia care arată că anual se pierde prin coș 1,3 % din cărbunele care se arde în diverse scopuri. Prin cenușa rezultată în urma arderii se elimină cantități importante de elemente valoroase cum sunt: **galiul, germaniul, arsenul**.

O altă categorie de pierderi care decurg din poluarea atmosferei sunt reprezentate prin degradarea bunurilor materiale: **corodarea clădirilor, a operelor de artă, a materialelor, distrugerea culturilor vegetale și a florei spontane, îmbolnăviri ale animalelor** etc.

Datorită tuturor acestor efecte ale impurificatorilor atmosferici, se acționează astăzi pentru diminuarea cantităților de poluanți evacuați în aer, pentru protecția atmosferei.

Protecția atmosferei se realizează prin **două tipuri de acțiuni:**

- aplicarea unor soluții tehnice care să împiedice sau să reducă eliminarea substanțelor impurificatoare în atmosferă;
- măsuri de sistematizare și amenajare a teritoriului.

Dintre măsurile tehnice aplicate în vederea combaterii poluării atmosferei cu pulberi și gaze enumerăm câteva.

1. Pentru a împiedica disperarea pulberilor în atmosferă, la nivelul întreprinderilor s-au **amenajat instalații de reținere** a pulberilor, filtre, precipitatoare electrostatice, separatoare și s-au ermetizat procesele tehnologice.

2. Reducerea poluării atmosferice se poate realiza și prin evitarea **pierderilor încă de la sursă**. În acest sens, materiile prime pot fi tratate corespunzător înainte de introducerea lor în procesele tehnologice. Este cazul unor minereuri de metale neferoase, zinc, aluminiu, care în timpul prelucrării degajă particule ale acestor metale, care se pierd în atmosferă și chiar urme de metale prețioase existente în cantități mici în minereu.

3. Reducerea poluării atmosferice cauzată de **arderea cărbunilor** se realizează prin mai multe procedee: spălarea prealabilă a cărbunilor, dezulfurarea lor pentru a se reduce emanația bioxidului de sulf, absorbția bioxidului de sulf pentru transformarea lui în sulf elementar sau acid sulfuric.

4. Schimbarea și **modernizarea proceselor tehnologice** în unele sectoare industriale a redus considerabil poluarea atmosferei. În industria petrochimică prin ermetizări, reciclări, prin procese automate și chiar computerizate, emanațiile poluanților, în atmosferă, s-au redus.

5. În domeniul **transporturilor** se încearcă reducerea emanațiilor de hidrocarburi prin reciclarea acestora, prin epurarea combustibililor. Se pare însă că, în cazul motoarelor cu ardere internă, combaterea poluării se va rezolva prin înlocuirea lor cu motoare electrice sau prin găsirea unor combustibili nepoluanți (se încearcă experimental folosirea propanolului sau metanolului).

6. Un mijloc de îndepărtare a emanațiilor gazoase din centrul urban și industrial îl constituie și **consruirea unor coșuri înalte**, care să disperseze impuritățile cât mai departe de nivelul solului.

Sub aspectul *sistemizării teritoriale*, în zilele noastre, se studiază amplasarea surselor de impurificare ale aerului în anumite raporturi față de cartierele de locuințe.

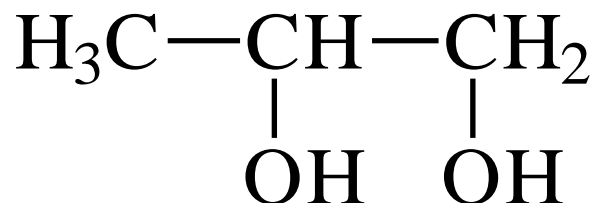
Tot în cadrul măsurilor de sistematizare, întreprinderile industriale se amplasează în așa fel încât vânturile dominante să îndepărteze de localități impuritățile evacuate în atmosferă. Terenul cel mai potrivit pentru amplasarea întreprinderilor care evacuează impurități în atmosferă este terenul șes, cu o bună capacitate de ventilație.

Contaminarea microbiană a aerului din spațiile închise se combate cu substanțe active asupra germenilor, substanțe antiseptice și bactericide.

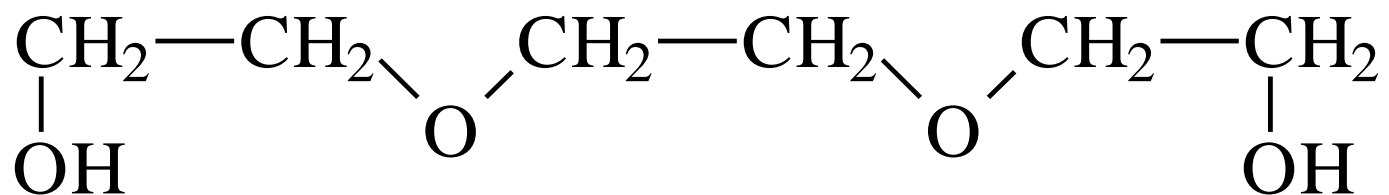
Ozonul, datorită caracterului său oxidant posedă proprietăți bactericide. Este mai puțin folosit ca dezinfectant al aerului datorită mirosului caracteristic care maschează prezența unor impurificatori.

Acțiune dezinfectantă eficace asupra germenilor din aer o are glicolul: HO – CH₂ – CH₂ - OH care se folosește pentru dezinfecția aerului sub formă de vapori.

Bacteriile sunt purtate în aer de picături mici de apă în care vaporii de glicol se dizolvă, atingând o concentrație bactericidă. Datorită toxicității sale, glicolul este mai puțin folosit în prezența omului. El a fost înlocuit, în scopul dezinfectării aerului cu omologul său superior, propilenglicolul, care este mai puțin toxic. Propilenglicolul acționează ca bactericid în aer la o concentrație de 0,5 mg/m³



O substanță bactericidă activă asupra bacteriilor cu transmitere aeriană este **trietilenglicolul**. Acționează la o concentrație de 0,005 mg/m³ aer.



Aldehida formică se utilizează cel mai frecvent pentru dezinfecția aerului din încăperi. Se pulverizează dintr-o soluție apoasă de 40 % cu ajutorul unor pulverizatoare. Concentrația activă asupra bacteriilor este de 2 – 4 g CH₂O/m³ aer.

FACTORII METEOROLOGICI

În cadrul relației care se stabilește între aer și organismul uman trebuie să se țină seama de influența hotărâtoare pe care o exercită asupra sănătății omului factorii meteorologici externi. Sub această denumire sunt cuprinși: curenții de aer, temperatura, umiditatea aerului, încărcarea electrică a aerului și ionizarea sa, presiunea atmosferică și radiațiile solare.

Unii factori meteorologici joacă un rol important în procesul de autopurificare al aerului. Prin **autopurificare** se înțelege complexul de procese care se petrec în atmosfera impurificată și care au ca rezultat reducerea treptată a concentrației diverșilor poluanți, până la eliminarea lor completă din aer. Autopurificarea este posibilă numai atunci când, în aer, concentrația poluanților nu este prea ridicată. Dintre factorii meteorologici care acționează în procesul de autopurificare un rol activ îl au **curenții de aer**. Aceștia se produc atât în sens orizontal cât și în sens vertical, contribuind la diluarea impurităților dispersate în atmosferă. **Temperatura ridicată** a aerului contribuie la formarea curenților pe verticală și, prin aceasta, la procesul de autopurificare al aerului.

Un alt factor meteorologic extern și anume **umiditatea ridicată**, împiedică difuzarea impurităților, a particulelor solide care formează nucleii de condensare a vaporilor de apă. Datorită acestui proces, în zonele intens poluate, **frecvența zilelor cu ceață este mai mare**, ceața împiedicând dispersarea elementelor de impurificare. Umiditatea crescută contribuie la poluarea aerului și prin faptul că apa dizolvă **oxizii sulfurii formând acizii** corespunzători și conlucrează astfel la corodarea materialelor.

Un factor meteorologic care influențează starea de sănătate este **ionizarea aerului**. Prin ionii aerului se înțeleg atomii, moleculele și particulele din aer încărcate cu sarcini electrice pozitive sau negative. Aceste particule se formează sub **influența radioactivității naturale a aerului, sub influența energiei solare și a undelor scurte** când se eliberează electronii din structura atomilor. Atomii pierzând electroni devin ioni pozitivi, iar electronii fixându-se pe particule neutre acestea devin ioni negativi. Ionii aerului se clasifică, din punct de vedere sanitar, în ioni ușori sau mici, cei amintiți anterior, iar când aderă la particule de praf, apă sau fulgi de zăpadă, formează ioni grei.

Studiul influenței ionizării aerului asupra organismului prin metode moderne de cercetare au demonstrat influența favorabilă a ionilor negativi asupra organismului și chiar acțiunea lor curativă în tratamentul unor boli.

Presiunea atmosferică exercită, de asemenea, o influență importantă asupra organismului.

Organismul uman este adaptat la o presiune normală de 760 mmHg și la variații mici ale acesteia. Scăderi mari ale presiunii atmosferice determină tulburări ale proceselor normale din organism care se datoresc atât diminuării presiunii atmosferice cât și scăderii presiunii parțiale a oxigenului din aer. Acest fenomen atrage după sine o reducere a presiunii oxigenului la nivelul alveolelor pulmonare și scăderea concentrației oxigenului din sânge, urmată de consecințele prezentate anterior.

Presiunea normală a aerului de 760 mmHg reprezintă însumarea presiunii parțiale a fiecărui gaz din compoziția aerului. Pentru concentrația de 20,96% oxigen, concentrație normală în aer, corespunde o presiune parțială de **159 mmHg**. La această presiune a oxigenului are loc o saturare maximă a hemoglobinei cu oxigen. La presiunea parțială a oxigenului de **100 mmHg** saturarea hemoglobinei cu oxigen este de 86 – 90 %. Pe măsură ce scade presiunea parțială a oxigenului, scade și gradul de oxigenare al hemoglobinei. Curba de saturare coboară lent până la presiunea parțială de **65 mmHg** când scade brusc. Acest fenomen are loc la altitudinea de 8.000 m și la **presiunea atmosferică de 279 mm Hg**. Pentru o bună oxigenare a sângelui la nivelul alveolelor pulmonare este necesară o presiune a oxigenului de minimum 100 mm Hg.

Insuficienta oxigenare a sângelui în urma scăderii presiunii parțiale a oxigenului aduce după sine modificări ale respirației și circulației normale în organism. Astfel de tulburări apar la altitudini mari și sunt cunoscute sub denumiri diferite: **rău de munte, răul aviatorilor.**

Creșterea presiunii atmosferice acționează asupra organismului ca element fizic și, în cazul unei acțiuni prelungite intervine oxigenul provocând convulsii. Presiunea maximă suportată de organismul uman este de 10 atmosfere. Presiunea crescută se exercită asupra lucrătorilor din tuneluri și mine adânci, asupra scafandrilor și a pescuitorilor de perle.

CONTROLUL CHIMICO-SANITAR AL AERULUI

Controlul chimico-sanitar al aerului din centrele urbane sau industriale, din încăperile de producție, are ca obiectiv identificarea și determinarea cantitativă a poluanților. În analiza aerului prezintă importanță 2 etape și anume:

- recoltarea probelor de aer și
- analiza chimică propriu-zisă.

În unele cazuri analiza se efectuează pe teren în atmosfera respectivă, prin teste simple și rapide fără să fie necesară o prelevare a probelor.

Recoltarea probelor de aer se face diferit după natura poluanților care se urmăresc și anume:

1. recoltarea probelor de aer pentru determinarea pulberilor;

2. recoltarea probelor de aer pentru determinarea gazelor.

În ambele cazuri se ține seamă de unele particularități:

- volumul de aer se va recolta în cantitate mare, 10 – 100 L, deoarece concentrația poluanților în aer este mică;

- se vor recolta probe momentane – pe o durată de timp scurtă (30 minute) și probe de 24 ore când recoltarea se face continuu;

- se va ține seama de condițiile meteorologice, de direcția vântului.

Recoltarea probelor de aer **pentru analiza pulberilor** se face prin metode de sedimentare și de aspirație.

Sedimentarea pulberilor se face în vase de sticlă, pe lame de sticlă, simple, sau unse cu un adeziv și pe zăpadă.

Recoltarea prin aspirație necesită un dispozitiv complex constituit dintr-un sistem de aspirație, format dintr-un motor și o pompă, dintr-un gazometru pentru înregistrarea volumului de aer aspirat și dintr-un dispozitiv de reținere a pulberilor format din material poros.

Determinarea cantitativă a pulberilor se face gravimetric prin cântărirea materialului care le-a reținut, iar rezultatul se exprimă în mg/m^3 aer sau $\text{mg}/\text{m}^2/\text{timp}$.

Determinarea pulberilor se poate face și conimetric când se numără particulele solide dintr-un anumit volum de aer sau cele depuse pe o lamă de sticlă, special dimensionată.

Numărătoarea se face la microscop. Determinarea calitativă prezintă importanță pentru evidențierea naturii chimice a pulberii.

Analiza chimică a gazelor se efectuează prin metode statice și dinamice.

Metodele statice constau din expunerea în atmosfera de analizat a unor hârtii indicatoare, tuburi sau plăci îmbibate cu reactivi specifici gazelor de analizat.

Metodele dinamice se bazează pe recoltarea probelor de aer prin aspirație în vase speciale, fie prin înlocuirea aerului din vas cu aerul de analizat, fie prin absorbția diverșilor componenți din aer în soluții absorbante. Metoda necesită un aspirator iar vasele receptoare sunt confecționate din sticlă, cauciuc sau metal, având volume bine stabilite.

Dozarea componentelor normali ai aerului, oxigenul și bioxidul de carbon se realizează cu aparate speciale Orsat sau Haldane al căror principiu se bazează pe măsurarea volumului de aer înainte și după reținerea oxigenului și bioxidului de carbon în soluții absorbante.

În aerul atmosferei urbane apar o serie de impurificatori proveniți din combustii care au loc în locuințe, instituții, întreprinderi, din combustii din mijloacele de transport și din emanațiile industriale. Mai frecvent întâlniți sunt oxidul de carbon, bioxidul de sulf, oxizii azotului, urmele de hidrocarburi. Evidențierea și determinarea cantitativă a acestor impurificatori se face prin metodele specifice, amintite la capitolul respectiv. Metodele folosite trebuie să fie foarte sensibile și rapide pentru a preveni eventualele efecte nocive ale diversilor impurificatori.

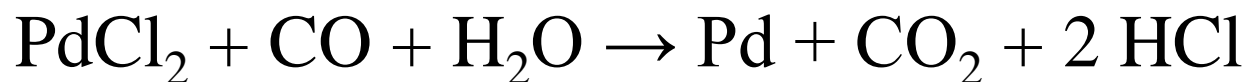
O mare parte din reacțiile specifice impurificatorilor din atmosferă au la bază principiul microcolorimetriei.

Reacțiile de culoare se pot desfășura în soluție, pe hârtia indicatoare sau în mediile solide din tuburile indicatoare.

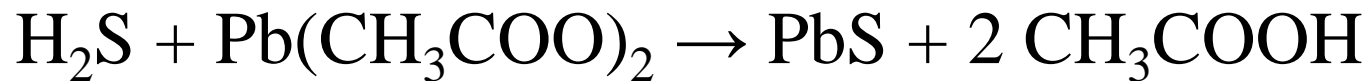
În soluțiile absorbante care au fixat diverșii impurificatori, aceștia se evidențiază prin reacții de culoare: pentru nitriți reacția Griess, pentru amoniac, reacția Nessler etc. Colorația se compară cu o scară etalon obținută din substanțe riguros cântărite. Folosirea acestor etaloane, deși mai exactă nu este suficient de rapidă. În determinări urgente se folosesc ca etaloane soluții colorate rezultate prin dizolvarea: cromatului de potasiu, a sulfatului de cupru etc.

Folosirea hârtiei indicatoare pentru depistarea impurificatorilor aerului este aplicată în formă statică sau dinamică. Metoda se bazează pe impregnarea unor fâșii de hârtie de filtru în reactivi sensibili la acțiunea unor impurificatori. Expunerea hârtiei în aerul de analizat, prin modificarea culorii acesteia, indică prezența substanței poluante respective. Aceasta este metoda statică, iar în metoda dinamică, hârtia indicatoare se introduce într-un tub de sticlă special, prin care se aspiră aerul de analizat.

Hârtia indicatoare este folosită în depistarea și aprecierea orientativă a concentrației oxidului de carbon din aer. Indicatorul este PdCl_2 care în prezența oxidului de carbon se reduce la paladiu metalic, care înnegrește hârtia.



Pentru evidențierea hidrogenului sulfurat se utilizează hârtia îmbibată în acetat de plumb. Formarea sulfurii de plumb negre indică prezența hidrogenului sulfurat.



Folosirea tuburilor indicatoare se bazează tot pe reacții de culoare care se petrec între poluantul atmosferic și reactivul specific înglobat în pulberea inertă din tubul indicator. Aceste tuburi, confecționate din sticlă sunt umplute cu pulberi inerte de porțelan sau silicagel cu pori mari pe care se găsește aplicată soluția de reactiv. Aerul de analizat se aspiră prin tubul indicator, obținându-se colorația specifică.

Cu ajutorul acestei metode se obțin rezultate reproductibile și exacte dacă se mențin constante lungimea și diametrul tubului indicator, cantitatea și compoziția granulometrică a substanței inerte, volumul și concentrația reactivului de culoare, volumul de aer aspirat și viteza de aspirație.

Analiza compoziției chimice a aerului se completează cu determinările fizice privind temperatura, umiditatea, presiunea atmosferică sau ionizarea aerului.