

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

G. Mustakow

Howa gurşawyny senagat hapalaryndan goramak

Aşgabat 2010

Sözbaşy

Häzirki döwürde adamzat jemgyýetiniň durnukly ösüşini tebigy gurşawyň meselelerinden üzňe göz önüne getirmek mümkin däl. Tebigy baýlyklaryň ýagdaýy we peýdalanylyşy, biologiki görnüşleriň, ekologiki ulgamlaryň köpdürliligi we olary gorap saklamagyň meseleleri Türkmenistanyň Garaşsyzlygyny gazanan ilkinji günlerinden başlap, tebigy gurşawy goramak, tebigy baýlyklary ýerlikli peýdalanmak we olaryň öndürjiliginini artdyrmak, ilatyň ekologiýa howpsuzlygyny üpjün etmek meseleleri döwlet syýasatynyň esasy ugurlarynyň biri boldy. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasynda we Daş-töweregi goramak hereketleriniň Milli meýilnamasynda halkyň ykdysady we durmuş abadançylygyny üpjün etmäge, ýurduň tebigatyny goramaga we baýlyklaryny aýawly peýdalanmaga gönükdirilen uly möçberli çäreleri amala aşyrmak göz önünde tutulýar.

Tebigy gurşawy goramak meseleleri esasan ony düzüjileriň, ýagny atmosferanyň, gidrosferanyň we litosferanyň ýagdaýy bilen baglydyr. Ýurtda bolup geçýän uly özgerişler halk hojalygynyň ähli pudaklarynyň we ilatyň ýaşaýyş derejesiniň çalt depginler bilen ösmegine ýardam edýär. Bu bolsa öz gezeginde tebigy gurşawy goramak meselelerini derwaýys işleriň hataryna çykarýar.

Türkmenistanyň “Atmosferanyň howasyny goramak hakynda” kanuny 1996-njy ýylda kabul edildi. Bu kanun eýeçiligiň görnüşine garamazdan ýurtda hereket edýän ähli kärhanalary atmosfera howasyny hapalanmakdan gorap saklamaga gönükdirilen çäreleri işläp düzmäge we amala aşyrmaga borçly edýär. Adamzat jemgyýetiniň mundan beýläk hem amatly şertlerde ýaşamagy we ösmegi üçin atmosfera howasynyň arassa bolmagy iň esasy hem-de wajyp meseleleriň biridir.

Giriş

Tebigat-köpsanly deňagramly arabaglanşyklaryň bütewi ulgamydyr. Şol arabaglanşyklaryň islendik birinde bolup geçýän özgerişlikleriň täsiri tutuşlygyna tebigatda maddalaryň we energiýanyň aýlanşygynyň bozulmagyna getirip biler. Tebigy gurşawyň esasy düzüjileriniň biri bolan atmosfera howasy adamyň ýaşamagynyň iň wajyp şertidir. Sebäbi adam howasyz 5 minutdan köp ýaşap bilmeýär. Asuda ýagdaýda adam ortaça sutkada 15 kg. howa sarp edýär.

Senagatyň güýçli depginler bilen ösmegi atmosfera howasynyň onyň zyňyndylary bilen hapalanmagyna getirýär. Hasaplamalara görä häzirki döwürde her ýylda atmosfera howasyna 250 mln. tonna töweregi tozan, 200 mln. tonna uglerodyň oksidi, 150 mln. tonna kükürt dioksidi, 50 mln. tonna azot oksidleri, 50 mln. tonna dürli uglewodorodlar we 20 mlrd. tonna kömürturşy gazy zyňylýar. Bu zyňyndylaryň esasy bölegi energetika, himiýa, maşyn gurluşyk senagatlaryna we transporta degişlidir.

Atmosfera howasynyň hapalanmagy adamyň organizmne, haýwanat we ösümlik dünýäsine, mikroorganizmlere uly zyýan ýetirilýär, biogferada global üýtgemeleriň ýüze çykmagyna, ykdysady zyýanyň emele gelmegine getirýär. Köpsanly barlaglaryň netijesinde howa gurşawynyň ýokary derejelerde hapalanan senagat merkezlerinde kesellemeleriň, esasanda uly ýaşly adamlaryň we çagalaryň arasynda howply keselleriň has köp ýüze çykýandygy subut edildi.

Atmosferanyň hapalanmagy zerarly howanyň tozanlylygy artýar, erbet yslyr peýda bolýar, gözýetim peselýär. Adam saglygyna, ekosistemalaryň kadaly hereket etmegine uly zyýan ýetirilýär.

Tüssäniň we gurumyň gaýmalaşýan bölejikleri günün ýagtylygyny özüne siňdirýärler, şonda adamyň we haýwanlaryň saglygy üçin uly ähmiýete eýe bolan

ultramelewşe şöhlesiniň köp bölegi ýitirilýär. Ultramelewşe şöhlesiniň ýetmezçiligi adamlarda rahat we awitaminoz keselleriniň ýüze çykmagyna sebäp bolýar. Bu hapalaýjylar bilen hapalanan howa bronhit, emfimez, astma (demgysma) ýaly keselleriň hem ýüze çykmagyna sebäp bolýar.

Adam üçin howadaky kanserogen maddalaryň täsiri has-da howplydyr. Ol maddalar ýangyjyň doly ýanmazlygynda sinteziň netijesinde emele gelýärler. Kanserogen maddalaryň esasy çeşmeleri hökmünde awtoulaglaryň, awiasiýanyň zyňýan gazlaryny, gaty we suwuk ýangyjy ýakmagyň zyňyndylaryny, nebiti gaýtadan işlemek proseslerini görkezmek bolar. Atmosfera howasy arkaly radioaktiw hapalaýjylar (rentgen we gamma şöhleleri) hem ýaýrap janly organizmler üçin howplary ýüze çykarýarlar. Stronsiniň täsirinde bolsa rak keselleri, akganlylyk we beýlekiler ýüze çykýar. Kislorodyň mukdary her ýylda 10 mld. tonna azalýar. Onuň azalmagy esasan ýangyjyň aş köp ýakylmagynyň netijesinde bolup geçýär.

Kükürtli birleşmeler hem köp howply meseleleri ýüze çykarýarlar. Ýagny ösümlikleriň öýjüklerini ölmegine getirýär. Adamlarda gastrit, bronhit, laringit ýaly keselleriň ýüze çykmagyna sebäp bolýar.

Senagatyň we transportyň atmosfera zyňylýan tozanlary hem adamyň saglygyna uly zyýan ýetirýär. Ownuk bölejikler dem alyş ýollaryna düşüp olary gyjyndyrýarlar, öýken keselleriniň ýüze çykmagyna getirýärler. Düzümünde zäherleýji maddalary (myşak, simap, gurşun) saklaýan tozanlar adamyň zäherlenmegine sebäp bolýarlar.

Atmosfera zyňylýan agyr metallar adamlarda rak keselleriniň ýüze çykmagyna getirýärler.

Haýwanlar hem hapalanan atmosfera howasynyň täsirine sezewar bolýarlar. Howadaky we ösümlikleriň üstüne düşen zyýanly maddalar dem alyş ýollary we iýmit arkaly olaryň organizmlerine düşýärler. Netijede haýwanlaryň köpçülikleýin zäherlenmesi, gyrylmagy, genetiki bozulmalar, käbir görnüşleriň bolsa ýok bolup gitmek hadysalary ýüze çykýar.

Şeýle-de haýwanlar käbir zäherleýji maddalaryň howadan, ösümliklerden suwa, adamlara geçmegine sebäp bolýarlar.

Hapalanan atmosfera howasynyň ösümliklere edýän täsiri hem örän zyýanlydyr. Esasan hem kükürtli gazlaryň (SO_2), ftoryň birleşmeleriniň (HF , SiF_4), hloryň birleşmeleriniň (HCl) ösümliklere edýän zyýanly täsiri ulydyr. Howanyň hapalanmagy ösümlikleriň ösüşiniň azalmagyna, keselleriň ýüze çykmagyna getirýär. Netijede bolsa olaryň bölüp çykarýan kislorodynyň mukdary azalýar, howanyň tozanlylygy artýar, çyglylygy peselýär.

Hapalanan howanyň halk hojalygyna, oba hojalygyna edýän zyýanly täsirleri köp mukdardaky ykdysady ýitgileriň ýüze çykmagyna sebäp bolýar. Metal gurluşlaryň, jaýlaryň üçekleriniň, daşky görnüşleriniň wagtyndan öň zaýalanmagy muňa mysaldyr. Käbir birleşmeler atmosferadaky suw buglary bilen birleşip kislota ýagyşlaryna öwrülýärler. Bu bolsa suwlaryň hapalanmagyna, ýerleriň zaýalanmagyna, jaýlaryň, desgalaryň zaýalanmagyna getirýär. Kükürdüň, azodyň we uglerodyň oksidleriniň howadaky ýokary konsentrasiýalary metallaryň poslamak, gurluşyk materiallarynyň dargamak proseslerini çaltlaşdyrýar. Şäherlerde ýaşaýyş jaýlary, medeni sungat obýektleri, açyk howada ýerleşýän binagärlik we sungat ýadygärlikleri hem şeýle zyýanly täsirlere sezewar bolýarlar.

Tozanlylyk ýeriň yza serpikdirme ukubyny (albedo) bozýar we planetanyň energetiki deňagramlylygynyň bozulmagyna getirýär. Şeýle hem gün radiasiýasynyň yza sepikdirilýän mukdarynyň artmagyna we ýere düşýän radiasiýanyň bolsa köpelmegine sebäp bolýar. Bu bolsa klimatyň adaty ýagdaýynyň üýtgemegine getirýär. Şol bir wagtda tozan buzluklarynyň üstüne düşüp, gün energiýasyny özüne siňdirýär we buzluklaryň eremegine, suw basmak hadysasynyň ýüze çykmagyna sebäp bolýar.

Uglerodyň 2-li oksidi infrogyzyl şöhlelenmäni özüne siňdirýär we temperaturanyň global ýokarlanmagyna getirýär (parnikowyý effekt).

Oba hojalygynda ekinleriň hasyllylygy hapalanan howanyň täsirinde peselýär. Bu netijeler uly ykdysady ýitgileri ýüze çykarýar we ýurduň ykdysady ösüşine, adamlaryň maddy hal ýagdaýynyň gowulandyrylmagyna köp derejede zyýanly täsirini ýetirýär.

1-nji bölüm

1.1 Atmosferanyň gurluşy

Ýer şarynyň howa gatlagyna **atmosfera** diýilýär. Atmosfera howasy – bu gazyň onda gaýmalaşýan suw damjalary, tozan bölejikleri, buz kristallary we beýlekiler bilen mehaniki garyndysydyr. Onuň umumy massasy $5,15 \times 10^{15}$ tonna töweregi diýilip hasaplanýar. Howanyň massasynyň 90% onuň aşaky böleginde ýagny 15 km çenli beýiklikde saklanýar. Onuň beýikligi deňiz derejesinden 1,5-2 müň km. çenlidir. Atmosfera howasy – bu adamlaryň, haýwanlaryň we ösümlikleriň dem alyş çeşmesidir, himiki maddalaryň ýanmagy we dargamagy (sintezi) üçin çig-maldyr, ol dürli senagat we transport desgalaryny sowatmak üçin materialdyr, şeýle hem adamyň, haýwanlaryň we ösümlikleriň ýaşayş hereketleriniň galyndylaryny zyňmak üçin gurşawdyr (sredadyr).

Atmosferanyň birnäçe gatlaklary tapawutlandyrylýar. Onuň köp öwrenilen bölegi, ýagny deňiz derejesinden 100 km çenli beýiklik dört bölege bölünýär;

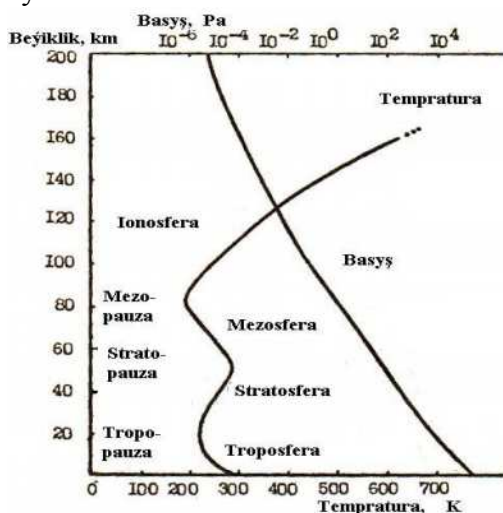
1). **Troposfera** (janly organizmleriň ýaşayan gatlagy) – deňiz derejesinden polýuslarda 8-10 km., ekwatorda 16-18 km. beýiklige çenli. Bu gatlakda temperatura her kilometr beýiklikde ortaça 6°C peselýär. Troposferada howanyň agramynyň 80% töweregi, garyndylaryň esasy mukdary we suw buglarynyň ählisi diýen ýaly saklanýar. Şol sebäpden bu gatlakda howa şertlerini häsiýetlendirýän fiziki prosesler bolup geçýär; bulutlar emele gelýärler, ýyldyrym çakýar, ýagyş ýagýar we ş.m.

2). **Stratosfera** – 12 km –den 50-55 km. beýiklige çenli. Bu gatlakda kislorodyň we azodyň mukdary azalýar, wodorodyň, geliniň we beýleki ýeňil gazlaryň mukdary bolsa köpeliýär. Bu ýerde emele gelýän ozon gatlagy ultrafiolet radiasiýany özüne siňdirýär we Ýer üstüniň ýylylyk şertlerine we troposferadaky fiziki proseslere güýçli täsir edýär.

3). **Mezosfera** - 50-55 km –den 80-85 km beýiklige çenli.

4). **Termosfera (ionosfera)** – 85 km –den 800 km beýiklige çenli. Bu gatlakda esasan hem geliý we wodorod agdyklyk edýär. Molekulalaryň bir bölegi kosmos şöhlelenmeleriniň täsirinde atomlara we ionlara dargaýar. Temperatura 400 km. beýiklikde 1500 °C ýetýär.

Seredilip geçilen gatlaklara atmosferanyň içki gatlaklary ýa-da **endosfera** diýilýär. Bu gatlaklaryň araçäkleri "**pauza**" diýilip atlandyrylýar. 800 km –den ýokarda atmosferanyň daşky gatlagy, ýagny **ekzosfera** başlanýar. Bu gatlakda atomar ýagdaýdaky gazlar köp bolup temperatura 2000 °C çenli ýetýär.



1-nji surat. Atmosferanyň beýikligi boýunça temperaturanyň we basyşyň üýtgemegi.

Atmosferanyň gatlaklarynda durmuş şertleri biribirinden tapawutlanýarlar. Mysal üçin; temperatura deňiz derejesinde +15 °C (290K) bolanlygyndan 12 km beýiklikde -60 °C (215K) çenli peselýär. Soňra 50 km beýiklikde 0 °C çenli

ýokarlanýar we ondan ýokarda ýene-de aşaklaýar. Termosferada bolsa temperatura ýokarlanýar.

Atmosferanyň basyşy ýer üstünden ýokary galdygyňça peselýär. Ýagny deňiz derejesinde 101325 Pa (760 simap sütüniň mm.) bolanlygyndan 200 km beýiklikde $3,2 \cdot 10^{-3}$ Pa (0,306 simap sütüniň mm.) çenli peselýär.

Atmosferanyň himiki düzümi hem beýiklik boýunça üýtgeýär. Onuň üýtgemeginiň esasy sebäpleri:

-ýeriň dartýş güýji;

-diffuziýa hadysasy;

-gün we kosmos şöhleleriniň we olaryň goýberýän ýokary energiýaly bölejikleriniň täsiri.

Atmosfera howasynyň agramy (massasy) 28,96 atom birlik massasyndan durýar. Howanyň esasy düzüjileri (komponentleri) iki atomly gazlardyr (azot we kislorod). Deňiz derejesindäki howanyň ortaça düzümi 1-nji tablisada berlen.

Deňiz derejesindäki howanyň ortaça düzümi

1-nji tablisa

№	Düzüjiler (komponentler)	Mol paýy	Molýar massasy
1	Azodyň ikili oksidi	0,78084	28,013
2	Kislorod	0,20948	31,998
3	Argon	0,00934	29,948
4	Uglerodyň ikili oksidi	0,00033	44,0099
5	Neon	0,00001818	20,183
6	Geliý	0,0000524	4,003
7	Metan	0,000002	16,043
8	Kripton	0,00000114	83,80
9	Wodorod	0,0000005	2,0159
10	Azodyň oksidi	0,0000005	44,0128
11	Ksenon	0,000000087	131,3

Kislorod elementar we ozon görnüşinde duş gelýär.

Atmosferanyň düzümine, esasanda onuň ýokarky gatlaklarynda radiasiýanyň (kosmos we gün şöhlemenmesi) täsiri güýçlidir.

Gün dürli uzynlykdaky tolkunlary (foton akymyny) – söhle energiýasyny goýberýär. Şol fotonlaryň haýsydyr bir maddanyň atomy ýa-da molekulasy bilen çaknyşmagy düli himiki özgertmelere (dissosiasiýa, ionlaşma) getirýär.

Atmosferanyň ýokarky gatlaklarynda bolup geçýän esasy prosesleriň (hadysa) biri hem kislorodyň molekulasynyň fotony ýuwutmagy netijesinde bolup geçýän fotodissosiasiýadyr:

$$Q=h\nu$$

Bu ýerde h -Plankyň hemişeligi.

ν -şöhlemenmäniň ýyglylygy, ol şeýle hasaplanýar;

$$\nu = \frac{1}{\lambda}$$

Bu ýerde λ – tolkunynyň uzynlygy.

Atmosferanyň ýere golaý gatlaklarynda suw (bug görnüşinde) hem bardyr. Suw buglary bilen hem fotodissosiasiýa prosesi bolup geçýär.

Atmosferadaky maddalaryň molekulalaryna gün şöhlemenmeleriniň täsirinde erkin elektronlar we položitel ionlar emele gelýär (fotoionizasiýa). Emele gelen ionlar ýokary reaksiýa ukyply we dürli zarýadlanan bölejikler we neýtral molekulalar bilen reaksiýa girýärler. Şeýle reaksiýalaryň netijesinde atomar azot, ozon, atomar kislorod emele gelýär.

Atmosfera Ýeriň klimat şertlerine amatly täsir edýär, ony aşy gyzmakdan we sowamakdan goraýar. Atmosfera bolmadyk bolsa temperaturanyň sutkadaky üýtgemegi 200 °C, ýagny gündiz +100 °C, gije -100 °C bolardy. Atmosfera Günüň ýylylyk energiýasyny geçirýär we ýylylygy saklaýar. Ol uly aýlaw prosesinde Ýerde çyglylygy ýaýradýar, ýagtylygyň we sesiň ýaýraýan sredasy bolup hyzmat edýär. Atmosfera howasy

halk hojalygynda tebigy baýlyk hökmünde, mineral azot dökünlerini, azot kislotasyny we onuň duzlaryny öndürmekde, kislrod we wodorod almakda peýdalanylýar.

1.2 Atmosfera howasynyň hapalanmagy

Atmosfera howasynyň hapalanmagy – bu, islendik maddanyň onuň hiline we düzümine, adamlaryň saglygyna, ekologiki ulgamyň janly we jansyz tebigatyna, daşky gurşawyň ahli tebigy resurslaryna täsir edip biljek mukdarynyň gönüden-göni ýa-da gytaklaýyn atmosfera düşmegidir.

Atmosferanyň hapalanmagy esasan XX asyryň ikinji ýarymynda, ylmy-tehniki rewolýusiýanyň başlan döwründe ýiti meselä öwrüldi. Bu döwür senagat önümçiliginiň ösüşiniň, elektrik energiýasynyň öndürilişiniň we sarp edilişiniň, transport serişdeleriniň köp mukdarda peýdalanmagynyň döwri hökmünde häsiýetlendirilýär. Netijede bolsa atmosferanyň gaz düzüminiň üýtgemegine getirdi, onuň käbir komponentleriniň konsentrasiýalary ýokarlandy (kömürturşy gazy-0,4%, metan-1%, azot zakisi-0,2% we beýlekiler) we atmosferany hapalaýjy täze birleşmeler emele geldi.

Atmosfera hemişe özünde tebigy we antropogen çeşmelerden gelip düşýän garyndylaryň belli bir mukdaryny saklaýar. Tebigy çeşmelerden bölünip çykýan maddalara wulkanlaryň atylmagyndan, topragyň eroziýasyndan we kosmosdan gelip düşýän tozanlar, deňiz duzlarynyň bölejikleri, duman, tokaýlarda ýangynyň döremegi netijesinde emele gelýän ýanma önümleri, wulkanlaryň atylmagynda emele gelýän gazlar, ösümlükleriň, haýwanlaryň we mikroorganizmleriň emele getirýän dürli önümleri we başgalar degişlidir.

Atmosferany hapalaýan esasy antropogen çeşmelere ýylylyk enegetikasy, nebiti we gazy gazyp almak we gaýtadan işlemek, himiýa senagaty, gurluşyk we gurguşyk materiallary senagaty, metallurgiýa, oba hojalyk önümlerini gaýtadan

işleýän senagat, ulag serişdeleri, ýadro ýaragynyň synaglary, durmuş hojalygy we ş.m. degişlidir. Senagatyň dürli pudaklarynda atmosfera zyňylýan zyňyndylar barada maglumat 2-nji tablisada görkezilýär.

Senagatyň dürli pudaklarynda atmosfera zyňylýan
zyňyndylar
2-nji tablisa

Pudak, önümçilik	Atmosfera zyňylýan esasy zyňyndylar
1. Ýylylyk energetikasy: Taýýarlyk önümçiligi Suw ýyladyş gazanlary	Gaty ýangyjyň tozanlary, aerozollary we uglewodorodlaryň buglary Kül, SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , 3,4-benzpiren, uglewodorodlar
2. Gara metallurgiýa: Taýýarlyk önümçiligi Esasy metallurgiýa önümçiligi	Mineral maddalaryň tozanlary, SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ Metallaryň buglary, metallaryň okisleriniň tozanlary, SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , F ₂ , Cl ₂
Mis erediji zawodlar Nikei zawodlary Galaýy zawodlary Simap zawodlary Alýumin zawodlary Magniý zawodlary Titan zawodlary	SO ₂ , SO ₃ , CO, CO ₂ , COS, CS, Pb, Zn, Cu metallarynyň buglary SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ we Ni, Cu metallarynyň buglary SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ we Sn, SnS, SnCl ₂ metallarynyň buglary NO _x , CO, CO ₂ we Hg buglary, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ tozanlary Mineral tozanlar, HF, Al buglary HCl, Cl ₂ we Mg buglary Ti, Fe, Al, Nb, Ta, Si, K, Na, Mg, Ca hlوريدleri, Cl ₂
4. Transport	NO _x , CO, CO ₂ , 3,4-benzpiren, uglewodlar
5. Himiki, nebiþhimiýa, nebiti we gazy gaýtadan işleýän önümçilikler: Azot kislotasy Kükürt kislotasy: nitroz usuly kontakt usuly	NO, NO ₂ , NH ₃ NO, NO ₂ , SO ₂ , SO ₃ , H ₂ SO ₄ , Fe ₂ O ₃ (tozan) SO ₂ , SO ₃ , H ₂ SO ₄ , Fe ₂ O ₃ (tozan)

Duz kislotasy Şawel kislotasy Sulfamin kislotasy Fosfor we fosfor kislotasy Uksus kislotasy Çylşyrymly dökünler Karbamid	HCl, Cl ₂ NO, NO ₂ , C ₂ H ₂ O ₄ (tozan) NH ₃ , NH(SO ₃ NH ₄) ₂ , H ₂ SO ₄ P ₂ O ₅ , H ₃ PO ₄ , HF, Ca ₅ F(PO ₄) ₂ (tozan) CH ₃ CHO, CH ₃ CO ₂ H NO, NO ₂ , NH ₃ , HF, H ₂ SO ₄ , P ₂ O ₅ , HNO ₃ , dökün tozanlary
Ammiak selitrasy Superfosfat Ammiak suwy Suwuk ugleammiakatlar Hlorly kalsiý Suwuk hlor Hlor heki Polihlorwinil (PHW) smolasy NaCl-ň elektrolizi Tetrahloretilen Aseton Ammiak Metanol Kapolaktam Asetilen	NH ₃ , CO, (NH ₂) ₂ CO (tozan) CO, NH ₃ , HNO ₃ , NH ₄ NO ₃ (tozan) H ₃ PO ₄ , HF, superfosfat tozanlary NH ₃ NH ₃ , HCl, H ₂ SO ₄ , CaCl ₂ (tozan) HCl, Cl ₂ , Hg Cl ₂ , CaCl ₂ (tozan) Hg, HgCl ₂ , NH ₃ Cl ₂ , NaOH HCl, Cl ₂ CH ₃ CHO, (CH ₃) ₂ CO CO, NH ₃ CH ₃ OH, CO NO, NO ₂ , SO ₂ , H ₂ S, CO C ₂ H ₂ , gurum
Katalizatorlar Emeli süýümler Mineral pigmentler Ýaglar, spirtler, sintetiki ýagly kislotalar Poliwinilhlorid Tehniki uglerod Tekerler we rezintehniki önümler Nebiti gaýtadan işlemek	NO, NO ₂ , katalizatorlaryň tozany H ₂ S, CS ₂ Fe ₂ O ₃ , FeSO ₄ , Formaldegid, aminler, amidler, eredijiler, kükürdiň birleşmeleri, asetilen, fenol we başgalar Winilhlorid, PWH tozanlary NO _x , H ₂ S, CO, dürli markaly uglerodlar Organiki we organiki däl materiallaryň tozanlary, tehniki uglerod, ftal anhidridi, CO, CO ₂

Tebigy gazy gaýtadan işlemek	Merkaptanlar, kükürtwodorod, ammiak, uglewodorodlar, azodyň organiki birleşmeleri, uglerodyň oksidi Kükürtwodorod, merkaptanlar
6. Gurluşyk materiallarynyň önümçiligi	Mineral maddalaryň tozanlary, CO, CO ₂ , NO _x , HF, baglaýjy maddalaryň we oda çydamly materiallaryň tozanlary
7. Sellýuloz-kagyz we ağaç işläp bejeryän önümçilik	Cl ₂ , S ₂ , merkaptanlar, H ₂ S, organiki materiallaryň tozanlary,
8. Oba hojalygy	NH ₃ , CO, CO ₂ , CH ₄ , merkaptanlar, H ₂ S, pestisidler

Atmosfera howasyny hapalaýan senagat çeşmeleri şeýle toparlara bölünýärler:

1). Niýetlenişi boýunça:

a).Tehnologiki çeşmeler (prosseslerde we arassalamakda emele gelýänler);

b). Wentilýasion çeşmeler (enjamlardan we önümçilik jaýlaryndan hapa howany sormak netijesinde emele gelýänler).

2). Ýerleşýän ýeri boýunça:

a). Beýik çeşmeler (töwerekdäki jaýlaryň beýikliginden 2,5 esse beýik çeşmeler);

b). Pes çeşmeler (töwerekdäki jaýlaryň beýikliginden pesde ýerleşýän çeşmeler);

ç). Ýerdäki çeşmeler (aýyk tehnologiki enjamlar, guýular, kanalizasiýa, önümçilik galyndylary).

3). Geometriki formasy boýunça:

a). Nokat görnüşli çeşmeler (truba, şahta, wentilýator gapylary);

b). Çyzyk görnüşli çeşmeler (aerasion fonarlar, äpişgeler).

4). Işleýiş tertibi boýunça:

- a). Dyngysyz;
- b). Döwürleýin;
- ç). Zalplaýyn (bir bada);
- d). Pursatlaýyn.

5). Ýaýrama uzaklygy boýunça:

- a). Senagat meýdançasynyň içindäkiler;
- b). Senagat meýdançasynyň daşyndakylar.

6). Mukdary boýunça:

- a). Toparlaýyn;
- b). Ýekelikde.

7). Hereketi boýunça:

- a). Hereket etmeýän (stasionar);
- b). Hereket edýän.

Atmosfera howasyny hapalaýan çeşmelerden zyňylýan zyýanly maddalar hem birnäçe toparlara bölünýärler. Ýagny:

1). Agregat ýagdaýy boýunça:

- a). Gaty;
- b). Suwuk;
- ç). Gaz;
- d). Garyşan.

2). Zäherleýjiligi boýunça:

- a). Has ýokary zäherleýji;
- b). Ýokary zäherleýji;
- ç). Zäherleýji;
- d). Az zäherleýji.

3). Himiki düzümi boýunça:

- a). Kükürdiň oksidleri;
- b). Uglerodyň oksidleri;
- ç). Azodyň oksidleri;
- d). Ftorly birleşmeler; we s.m.

Atmosfera zyňylýan zyňyndylar şeýle toparlara bölünýärler.

1). Masştaby boýunça:

- a). lokal (ýerli);
- b). regional (sebit);

ç). global;

2). Temperaturasy boýunça:

a). Gyzgyn (Atmosfera howasynyň temperaturasyndan ýokary)

b). Sowuk (Atmosfera howasynyň temperaturasyndan pes)

3). Emele gelýän ýeri boýunça:

a). Ilkinji zyňyndy- (emele gelýän çeşmesinden göni atmosfera düşýän zyňyndylar);

b). Ikinji zyňyndy- (ilkinji zyňyndylaryň önümleri);

4). Arassalanyşy boýunça:

a). Guramaçylykly zyňyndy (atmosfera ýörite desgalaryň kömegi bilen zyňylýan zyňyndylar);

b). Guramaçylykly däl zyňyndy (enjamlaryň jebisliginiň bozulmagynda, önümleri düşürmekde, ýüklemekde, daşamakda, awariýa netijesinde emele gelýän zyňyndy);

Atmosferany hapalaýan maddalaryň içinde iň köp zyňylýanlary uglerodyň oksidleri (200mln /t 1 ýylda CO, 20mld t/1 ýylda CO₂), azotly birleşmeler (53 mln t/ýylda), kükürdiň birleşmeleri (150 mln t/ýylda) we senagatyň tozanlarydyr (250 mln t/ýylda).

Atmosferany hapalaýan hapalaýjylara goh, infrases, sarsgyn, elektromagnit meýdanlary we ionlaşdyryjy söwlelenmeler hem degişlidir.

2-nji bölüm

2.1 Atmosfera howasyny senagat hapalaryndan goramak

Atmosfera howasyny senagat hapalaryndan goramak boýunça geçirilýän ähli çäreleri 4 topara bölüp seretmek bolýar.

1). **Tehnologiki çäreleriň topary.** Bu çäreleriň esasynda zyýanly garyndylaryň emele gelmeginiň we atmosfera howasyna zyňylmagynyň önini alýan galyndysyz we az galyndyly tehnologiki prosessleri, territorial-önümçilik toplumlaryny döretmegiň, çig-mallaryň, önümleriň we galyndylaryň doly ýa-da bölekleýin ýapyk aýlawyny gurnamagyň, ýangyç taýýarlamagyň we ýakmagyň täze tehnologiýalaryny ornaşdyrmagyň prinsipleri durýar.

2). **Sanitar-tehniki çäreleriň topary.** Bu çäreleriň esasynda atmosfera howasyna zyňylýan zyýanly zyňyndylary arassalamagyň we zyýansyzlandyrmagyň prinsipleri durýar. Bu çäreler önüm öndürmegiň dürli tehnologiki we beýleki kömekçi prosesslerinde dürli sebäpleriň netijesinde emele gelýän hapalaýjy zyňyndylary atmosfera howasyna zyňylmazdan önürti häzirkizaman, döwrebap, ýokary netijelikli arassalaýjy desgalaryň (3-nji tabisa) kömegi bilen arassalamagy we zyýansyzlandyrmagy göz önünde tutýar. Sanitar-tehniki çäreleriň toplumu häzirki döwürde atmosfera howasyny senagat hapalaryndan goramagyň iň netijeli ugurlarynyň biri hasaplanýar. Sebäbi arassalaýyş desgalaryny önümçilikleri saklamazdan, olaryň iş düzgünine päsgel bermezden gurnamak, bejermek, durkuny täzelemek mümkin.

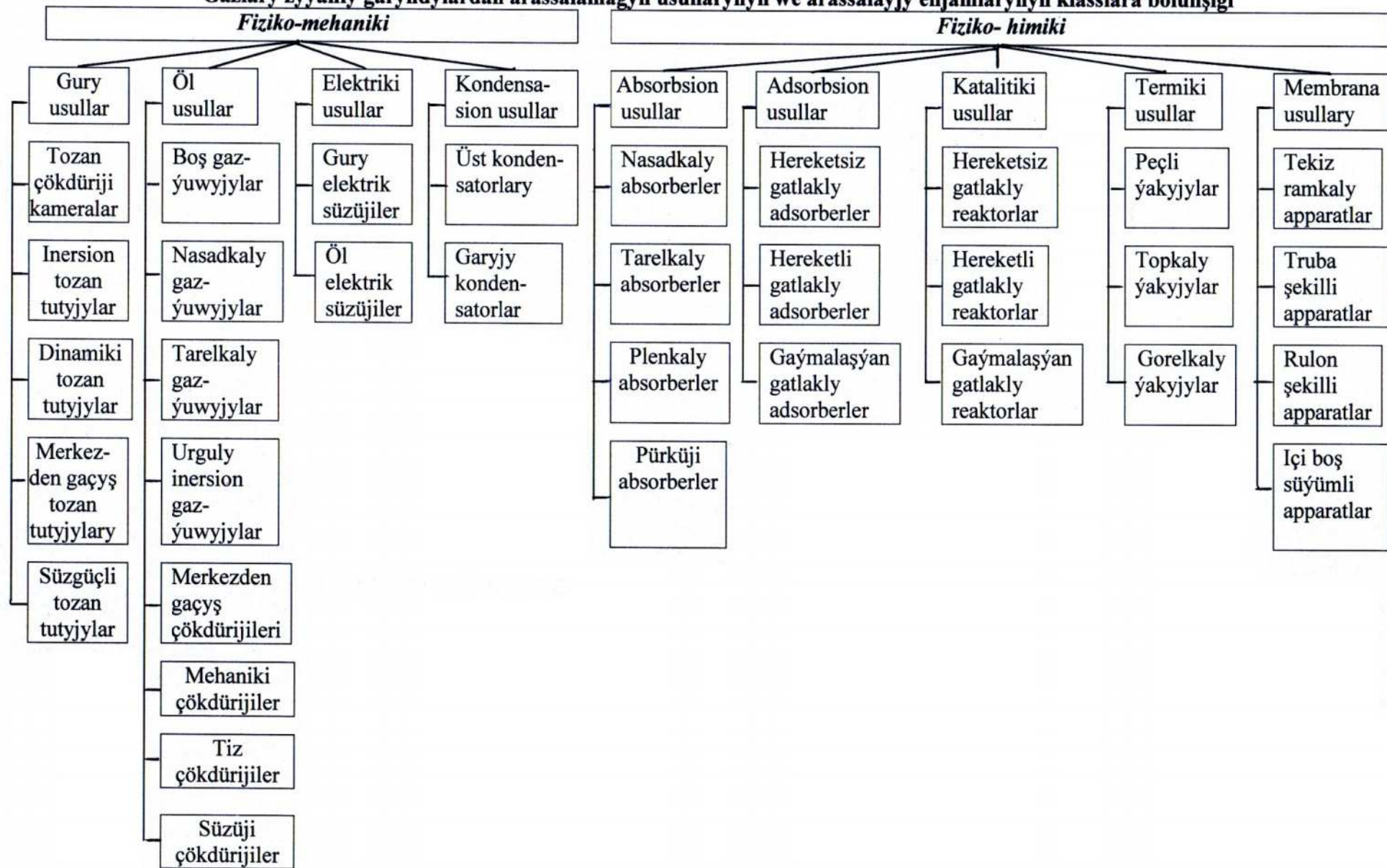
3). **Planlaşdyryş çäreleriniň topary.** Bu çäreleriň esasynda zyýanly garyndylary atmosfera howasynda ýaýratmagyň we zyýanly maddalaryň janly organizmlere edýän zyýanly täsirini azaltmagyň, önümçilikleri optimal amatly ýerleşdirmegiň, çig-mallary, energiýany, taýýar önümleri

daşamagyň ýollaryny mümkin boldugyça gysgaltmagyň prinsipleri durýar.

4). **Kontrol (barlag)–gadagan ediji çäreler.** Bu çäreleriň esasynda atmosfera howasynyň hilini kadalaşdyrýan kadalyklary, görkezijileri we kanunlary girizmegini, tebigy gurşawa ýetirilýän zyýanlaryň öwezini has berk ykdysady sanksiyalary peýdalanyň dolmagyň, atmosfera howasyny hapalaýan kärhanalaryň onuň üçin jogapkärçiligini artdyrmagyň, atmosfera howasyny goräýiş häsiýetli taslamalary höweslendirmegini prinsipleri durýar.

Senagat kärhanalarynyň atmosfera howasyna zyňýan gazlaryny arassalamagyň klasslara bölünşişi aşakdaky tablisada berlen. Bu bölünşik gazlary arassalamagyň ähli usullaryny we enjamlaryny görkezmeýär. Sebäbi ylmy tehniki progressiň ösmegi bilen gurluşy we işleýiş düzgünleri boýunça has kämil gaz arassalaýjy desgalaryň köp görnüşleri döredilýär we ulanylyşa ornaşdyrylýar. Şeýle hem hapalaýjy birleşmeleriň çylşyrymly himiki düzümi, ýokary konsentrasiýalary we arassa howanyň hiline bolan ýokary talaplar arassalamak tehnologiýasynda köp basgançakly kombinirlenen usullaryň peýdalanylmagyny talap edýär.

Gazlary zyýanly garyndylardan arassalamagyň usullarynyň we arassalaýjy enjamlarynyň klasslara bölünşi



2.2 Atmosfera howasynyň hilini kadalaşdyrmak

Senagat galyndylarynyň atmosfera zyňylmagynyň doly önüni almak adamzada entek başardanok.

Şonuň üçin atmosfera howasynda we zyňyndynyň çeşmelerinde iň howply maddalaryň saklanylyşyna çäklendirmeler girizýän standartlar işlenip düzülýär. Garyndylaryň atmosferadaky esasy fiziki häsiýetnamasy bolup konsentrasiýa - ýagny kadaly şertlerde maddanyň massasynyň (mg) howanyň göwrüm birligine (m^3) bolan gatnaşygy hyzmat edýär. Garyndylaryň konsentrasiýasy maddalaryň adama we tebigy gurşawa edýän fiziki, himiki we beýleki görnüşli täsirlerini kesgitleýär we atmosferada garyndylaryň saklanylyşyny kadalaşdyrmakda esasy parametr bolup durýar.

Howanyň hiliniň bellenen kadalygy (normatiwi) hökmünde **rugsat edilýän aňryçäk toplanma (REAT)** hyzmat edýär. **Rugsat edilýän aňryçäk toplanma (REAT)** - saklanyşy (mukdary) adamyň ekologiki adresiniň (nişasynyň) rugsat edilýän araçäklerinden çykmaýan, sredanyň limitirleýji faktorlarynyň ýokary çägidir, REAT -nyň iki görnüşini tapawutlandyrylýar: REAT_{iş zonasy}, REAT_{atm howasy}.

1.) REAT_{atm howasy} -bu döwürleýin täsiri adamyň ýaşaýyşynyň dowamynda oňa we onuň gelejekki neşirlerine we daşky sreda täsir etmeýän, kesgitlenen wagt ortalaşmasyna degişli atmosferadaky garyndylaryň maksimal konsentrasiýasy.

2.) REAT_{iş zonasy} – bu 8-sagatlyk gündelik işde ýa-da hepde-de 41-sagatda köp bolmadyk beýleki dowamlylykda adamyň iş stažynyň ähli döwrinde we ondan soraky döwürlerde onda we onuň nesillerinde häzirki zaman barlag usullary bilen kesgitlenýän keselleri ýa-da saglyk ýagdaýynyň gýşarmalaryny ýüze çykarmaýan konsentrasiýa. (iş zonasy- poldan 2 m beýiklige çenli bolan giňişlik).

REAT - şeýle hem maksimal bir gezekde we ortaça sutkada bölünýär.

REAT maksimal 1 gezekde -30 minudyň dowamynda kesgitlenilýär.

REAT ortaça sutkada -bolsa 24 sagadyň dowamynda kesgitlenilýär.

Zyýanly maddalar üçin REAT saglygy goraýyş ministirligi tarapyndan köp barlaglaryň netijesinde kesgitlenilýär. Beýleki gulluklar diňe onuň saklanylyşyna gözegçilik edýärler.

REAT kesgitlemegiň 2 usuly bar.

1). Eksperimental usuly.

2). Hasaplama usuly.

Hereket edýän kadalar (normalar) diňe bir maddanyň organizime edýän täsirine çäklendirmeler girizmän, eýsem birnäçe maddalaryň birleşip edýän zyýanly täsirlerine hem çäklendirmeler girizýär (fenol, asetilen).

Eger-de howada birleşip zyýanly täsir edýän maddalar bar bolsa onda olar üçin kadalyk (normatiw) şeýle kesgitlenýär.

$$\frac{C_1}{REAT_1} + \frac{C_2}{REAT_2} + + \frac{C_n}{REAT_n} \leq 1$$

Standartlara laýyklykda atmosfera zyňyndylar zyýanly maddalaryň howada ýaýraýandygyny hasaba almak bilen kärhanalaryň territoriýalarynyň howasynda REAT_{i z} – nyň 30%- den, ilatly punktlaryň howasynda REAT_{mak 1 gezekde}, 200 müňden köp adamly şäherleri we kurort zonalaryň howasynda REAT_{mak 1 gezekde}– 80%-den ýokary bolmaly däl.

Eger-de atmosferada öňden hereket edýän kärhanalaryň zyňyndylary bar bolsa onda olaryň konsentrasiýasy hem hasaba alynýar.

Eger-de zyýanly maddalary zyňýan birnäçe çeşme bar bolsa, onda howanyň hiline edilýän talap şeýle kesgitlenýär.

Iş zonasý üçin:

$$\sum_{i=1}^N C_i \leq 0,3 REAT_{i.z} - C_f$$

Ilatly ýerler üçin:

$$\sum_{i=1}^N C_{mi} \leq REAT_{mak.1gezek} - C_f$$

Bu ýerde;

C_i -i-ý çeşmede zyňylýan zyýanly maddalaryň konsentrasiýasy.

C_{mi} -i-ý çeşmeden ilatly ýerleriň howasyna zyňylýan zyýanly maddanyň iň uly konsentrasiýasy.

N -atmosferany hapalaýan çeşmeleriň sany.

Eger-de zyňyndylarda birleşip zyýanly täsir edýän maddalar bar bolsa onda

$$\sum_{i=1}^N q_i \leq 1$$

$$q_i = \frac{C_i}{(REAT_i - C_f)}$$

Bu ýerde;

K -birleşip zyýanly täsir edýän maddalaryň mukdary.

q_i -zyýanly maddanyň ölçegsiz konsentrasiýasy.

Zyýanly maddalaryň atmosfera ol ýa-da beýleki çeşmelerden düşmegini düzgünleşdirmе REAZ esasynda amala aşyrylýar. Zyňyndylary düzgünleşdirmek üçin ilki bilen onuň maksimal mümkin bolan konsentrasiýasyny we onuň çeşmeden näçe uzaklykda boljakdygyny kesgitlemeli.

Ol şeýle kesgitleňýär.

1). Gyzygyn zyňyndylar üçin.

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt{v_1 \Delta T}}$$

2). Sowuk zyňyndylar üçin.

$$C_m = \frac{AMFKn}{H^{4/3}}$$

Bu ýerde

$$K = \frac{D}{8v_1}$$

Uzaklyk

$$x = dH, \quad m.$$

C_M -ululygy REAT –dan kiçi bolmaly.

Şunlukda REAT – bu ylmy–tehniki kadalyk (normatiw) bolup, ol zyýanly maddalaryň ýa-da olaryň birleşmeleriniň konsentrasiýasynyň çeşmäniň golaýyndaky howanyň ýer üsti gatlagynda ol maddalar üçin kadalyk konsentrasiýaryndan ýokary bolmaly dälidigini göz önünde tutýar.

REAZ - nyň ölçeg birligi gram/sekuntda.(g/s).

REAZ- ny zyňyndynyň kuwwaty bilen deňeşdirmeli.

$$M = Cv \quad g/sek.$$

REAZ - ny her bir atmosferany hapalaýan çeme üçin kesgitlemelidir.

REAZ - ny REAT - nyň we zyýanly maddanyň mümkin bolan maksimal konsentrasiýasynyň esasynda hasaplaýarlar.

$$REAZ = \frac{REATH^2 \sqrt{v_1 \Delta T}}{AFmn}$$

Gyzgyn zyňyndylar üçin.

$$REAZ = \frac{8REATH^3 \sqrt{Hv_1}}{AFnD}$$

2.3 Zyýanly maddalaryň garyndylaryny atmosfera howasynda ýaýratmak

Senagat kärhanalarynyň atmosfera zyňylýan zyňyndylarynyň howada ýaýramagy turbulent diffuziýanyň kanunlaryna boýun bolýar. Zyňyndylaryň ýaýramak prosessine atmosferanyň ýagdaýy, kärhanalaryň we zyňyndynyň çeşmeleriniň ýerleşşi, zyňylýan maddalaryň fiziki we himiki häsiýetleri, çeşmäniň beýikligi, çeşmäniň ujynyň diametri,ýerleşýän ýeriniň häsiýetnamasy we ş. m. uly täsir edýär.Garyndylaryň howada gorizonta süýşmegine esasan ýeliň tizligi, wertikal süýşmegine bolsa temperaturanyň wertikal paýlanşygy täsir edýär.

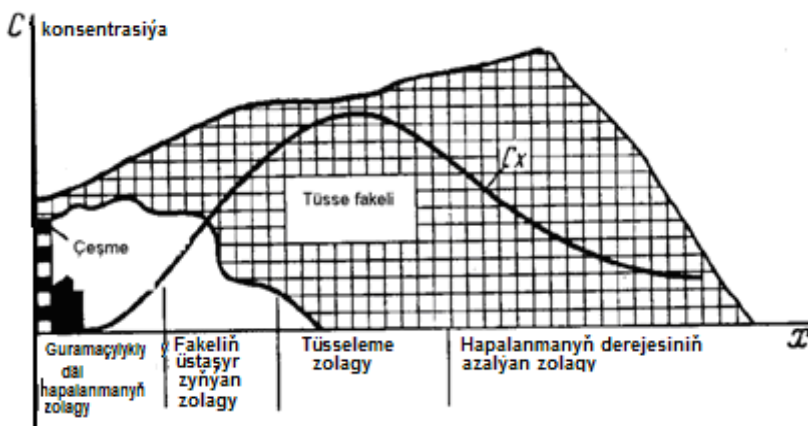
Senagat zyňyndylarynyň ýaýrama ugry bilen çeşmeden uzaklaşmagy boýunça atmosferanyň hapalanmagynyň üç zolagyny şertli tapawutlandyrmak mümkin:

- 1). Atmosferanyň aşaky gatlaklarynda zyýanly maddalaryň az mukdarda saklanylyşy bilen häsiýetlendirilýän zolak;
- 2). Zyýanly maddalary maksimal mukdarda saklaýan zolak;
- 3). Hapalanmanyň derejesiniň kem-kemden peselýän zolagy.

Bu zolaklaryň arasynda in howplysy zyýanly maddalaryň maksimal mukdarda saklanýan zolagydyr. Meteorologiki şertlere baglylykda bu zolagyň ölçegleri trubanyň 10-49 beýikliginiň çäklerinde ýerleşýär.

Hapalaýjy maddalaryň maksimal konsentrasiýasy çeşmäniň öndürjiligine göni proporsional, onuň beýikliginiň kwadratyňa bolsa ters proporsionaldyr.

Beýik trubalardan ýa-da fakelden ýeliň ýok şertlerinde zyňylanda zyýanly maddalaryň ýaýramagy esasan wertikal akymalaryň täsirinde bolup geçýär.



2-nji surat. Beýik çeşmeden zyňylňan zyýanly maddalaryň konsentrasiýalarynyň atmosfera howasynda paýlaşygy.

Ýeliň ýokary tizligi atmosferanyň garyşdyrmak roluny ýokarlandyrýar, bu bolsa ýeliň ugry boýunça ýer üsti konsentrasiýanyň pes bolmagyna getirýär. Şol bir wagtda ýeliň tizligi çeşmäniň fakeliniň beýikligini peseldýär. Şol sebäpden zyňyndy çeşmeleri üçin ýeliň howply tizligi diýen düşünje girizilýär. Şeýle ýagdaýda ýer üsti konsentrasiýa iň ýokary baha eýe bolýar. Onuň önüni almak üçin zyňylýan gazyň tizligini ýeliň howply tizliginden iki esse artdyrmak zerurdyr. Senagat zyňyndylaryny atmosfera howasynda ýaýratmagyň we ýer üsti konsentrasiýalary kesgitlemegiň hasaplamasyny kadalaşdyrýan esasy resminama bolup “Kärhanalaryň zyňyndylarynda saklanýan zyýanly maddalaryň atmosfera howasyndaky konsentrasiýasyny hasaplamagyň usuly görkezmesi. (OHD-86)” hyzmat edýär. Bu usulyň esasynda her bir zyýanly maddanyň konsentrasiýalarynyň jeminiň şol maddanyň atmosfera howasyndaky rugsat edilýän aňryçäk toplanmanyň maksimal bir gezeklikdäki çäginde ýokary bolmazlyk şerti goýulan. Ýagny:

$$C_{\Sigma} = (c_m + c_f) < REAT$$

Bu ýerde c_m -hapalaýjy maddalaryň ýerüsti howadaky maksimal konsentrasiýasy, mg/m

c_f -berlen ýer üçin häsiýetli birmeňzeş zyýanly maddalaryň fon konsentrasiýasy (sanitar gulluklaryň kepillnamasy boýunça kabul edilýär), mg/m.

Atmosfera howasynda birleşip zyýanly täsir etmäge ukyply maddalar bar bolan ýagdaýynda her bir çeşme üçin aşakdaky şert ýerine ýetirilmeli.

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_{m_i} + c_{f_i}}{REAT_i}$$

Bu ýerde i -i görnüşli garyndyny aňladýar.

Atmosfera bir ýa-da birnäçe hapalaýjy maddalar biri-birinden uzakda ýerleşýän birnäçe çeşmelerden (birmeňzeş ýa-da dürli beýiklikdäki) zyňylýan bolsa, atmosferanyň ýerüsti gatlagynyň hapalanmagyny her bir çeşme üçin aýratynlykda hasaplaýarlar. Alynan netijeleri konsentrasiýanyň ýeliň ugruna perpendikulýar peselmegini hasaba almak bilen jemleýärler. Çeşmelerden zyňylýan zyňyndylaryň we olaryň arasynyň uzaklygyna baglylykda hapalaýjy maddalaryň maksimal konsentrasiýasy ýokary kuwwatlykdaky çeşmäniň okunyň ugrunda ýa-da çeşmeleriň arasynda, yöne ýokary kuwwatlykdaky çeşmäniň golaýynda ýerleşer.

Hapalaýjy maddalar biri birine golaý we birmeňzeş beýiklikde ýerleşýän çeşmelerden zyňylýan bolsa, zyňyndylary ýaýratmagyň hasaplamasyny şol beýiklikdäki bir ekwiwalent çeşmeden zyňylýan hapalaýjy maddalaryň jemi mukdary hökmünde kabul etmek bolar. Iki sany biri birine golaý çeşme bir çyzykda ýerleşýän bolsa we ýeliň ugry boýunça gabat gelende zyňyndylar goşulyp ýerüsti konsentrasiýanyň ýokarlanmagyna getirip biler. Eger-de olar küşt mallarynyň tertibinde ýerleşýän bolsalar onda garyndylaryň ýerüsti konsentrasiýasynyň azalmagyna getirýär.

Amatly däl meteorologiki şertlerde ýekelikde ýerleşýän trubadan gyzgyn gazlary zyňmakda zyýanly maddalaryň

trubadan x_m daşlykdaky maksimal ýerüsti konsentrasiýasynyň ululygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar:

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V\Delta t}}$$

Bu ýerde A-atmosferanyň tempratura stratifikasiýa koeffisienti;

M-atmosfera zyňylýan zyýanly maddalaryň mukdary, g/s;

H-trubanyň ýeriň derejesinden beýikligi, m;

V-trubadan zyňylýan gazyň göwrümi, m³/s;

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) v_0$$

Bu ýerde D-trubanyň ujynyň diametri, m;

v_0 -gazyň trubanyň ujyndan çykýan ortaça tizligi, m/s;

Δt -zyňylýan gazyň temperaturasy bilen daşky gurşawyň temperaturasynyň

(t_h) arasyndaky tapawut, °C;

$$\Delta t = t_g - t_h$$

Daşky gurşawyň temperaturasy hökmünde ýylyň iň yssy aýynyň sagat 13⁰⁰-daky temperaturasy kabul edilýär.

F-zyýanly maddalaryň atmosfera howasynda çökmek tizligini hasaba alýan koeffisient. Ony; zyýanly gazlar we ownuk dispers aerozollar üçin - 1; arassalanyş derejesi 90 % az bolmadyk tozanlar we küller üçin - 2,0; arassalanyş derejesi 75% -90% aralygyndaky tozanlar we küller üçin - 2,5; arassalanyş derejesi 75 % az bolan tozanlar we küller üçin - 3,0;

m we n- gazyň trubanyň ujundan çykyş şertlerini hasaba alýan ölçegsiz koeffisient.

m - koeffisientiniň ululygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar;

$$m = \frac{1}{(0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f})}$$

Bu ýerde
$$f = \frac{10^3 \nu_0^2 D}{H^2 \Delta t}$$

n - koeffisientiniň ululygyny ν_m parametriniň bahasyny hasaba almak bilen aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar;

$$\nu_m = 0,65\sqrt[3]{\frac{V\Delta t}{H}}$$

$$\nu_m \leq 0,3 \text{ bolanda } n=3$$

$$0,3 < \nu_m \leq 2 \text{ bolanda } n = 3 - \sqrt{(\nu_m - 0,3)(4,36 - \nu_m)}$$

$$\nu_m > 2 \text{ bolanda } n=1$$

Amatly däl meteorologiki şertlerde zyýanly maddalaryň maksimal ýerüsti konsentrasiýasynyň ululygy fakeliň oky boýunça (seredilýän döwürde ortaça ýeliň ugry boýunça) trubadan x_m daşlykda:

$$x_m = dH$$

bu ýerde d-ölçegsiz ululyk. Ol şeýle kesgitlenýär:

$$\nu_m \leq 2 \text{ bolanda } d = 4,95\nu_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f})$$

$$\nu_m \geq 2 \text{ bolanda } d = 7\sqrt{\nu_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f})$$

Egerde ölçegsiz koeffisient $F > 2$ bolsa onda

$$x_m = \left[\left(\frac{5 - F}{4} \right) \right] dH$$

Ýeliň howply tizliginiň ululygy v_{howply} (m/s) zyýanly maddalaryň ýerüsti konsentrasiýalarynyň maksimal baha eýe bolýan ýerden 10 metr beýiklikde şeýle kabul edilýär:

$$v_m \leq 0,5 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = 0,5$$

$$0,5 < v_m \leq 2 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = v_m$$

$$v_m > 2 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = v_m(1 + 0,12\sqrt{f})$$

Amatly däl meteorologiki şertlerde sowuk tehnologiýa we wentilýasion gazlary zyňmakda zyýanly maddalaryň trubadan x_m daşlykdaky maksimal ýerüsti konsentrasiýasynyň ululygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar:

$$C_m = \left(\frac{AMFn}{\sqrt[4]{H_z}} \right) K$$

Bu formulada hem A koeffisienti ýokardaky formuladaky ýaly kesgitlenýär.

n - koeffisientiniň ululygyny v_m parametriniň bahasyny hasaba almak bilen aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar;

$$v_m = 1,3 \left(\frac{v_0 D}{H} \right)$$

K – ululygynyň bahasyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar:

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7,1\sqrt{v_0 V}}$$

Sowuk zyňyndylarda ýeliň howply tizliginiň ululygy v_{howply} (m/s) şeýle kabul edilýär:

$$v_m \leq 0,5 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = 0,5$$

$$0,5 < v_m \leq 2 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = v_m$$

$$v_m > 2 \text{ bolanda } v_{\text{howply}} = 2,2 v_m$$

Sowuk zyňyndylarda d-ölçeýjiler ululygy şeýle kesgitlenýärler:

$$v_m < 2 \text{ bolanda } d = 11,4 v_m$$

$$v_m > 2 \text{ bolanda } d = 16,1\sqrt{v_m}$$

3-nji bölüm

3. Senagat kärhanalarynyň zyňyndy gazlaryny tozanlardan arassalamak

3.1 Senagat kärhanalarynyň tozanlary we olaryň häsiýetnamalary

Senagat kärhanalarynyň atmosfera zyňýan tozanly gazlary iki fazaly ulgamlardan durýar. Ulgamda tutuş faza bolup gaz (howa), dispers faza bolup bolsa gaty bölejikler ýa-da suwuklyk damjalary hyzmat edýär. Şeýle aerodispers ulgamlary aerozollar diýip atlandyrýarlar. Olary üç topara bölýärler:

1). **Tozanlar** – ölçegleri 5 mkm-den 50 mkm çenli bolan gaty bölejikleri özünde saklaýan aerodispers ulgamlary;

2). **Tüsseler** - ölçegleri 0,1 mkm-den 5 mkm çenli bolan gaty bölejikleri özünde saklaýan aerodispers ulgamlary;

3). **Dumanlar** - ölçegleri 0,3 mkm-den 5 mkm çenli bolan suwuklyk damjalaryny özünde saklaýan aerodispers ulgamlary.

Tozanly, tüsseli, dumanly gazlar senagatyň dürli pudaklarynda dürli tehnologiýa proseslerde, esasan hem kömekçi operasiýalarda (ýüklemek, düşürmek, döwmek, ownatmak, ýakmak, sowatmak, bugartmak we ş.m.) emele gelýärler we atmosfera zyňylmazdan ön arassalanmaga degişlidir.

Aerозollary atmosfera zyňylmazdan ön arassalamak üçin gurak, öl we elektrik usullary peýdalanýarlar. Bu usullar özleriniň işleýiş prinsipleri, gurluşlary we tehniki ykdysady görkezijileri boýunça tapawutlanýarlar. Arassalamagyň usulyny we enjamyny saýlamak üçin aerozollaryň häsiýetlerini öwrenmek zerurdyr. Ol häsiýetlere şular degişlidir:

1). **Tozanyň himiki düzümi** - önümçiligiň häsiýetlerine we bölejikleriň emele gelmeginiň tehnologiýa şertlerine

baglylykda kesgitlenýär. Tozanyň himiki düzümi boýunça onuň zäherleýjiligine we korroziýa işjeňligine baha berýärler.

2). Tozanyň dykzlygy. Dykzlygyň hakyky (fiziki) (içki öýjükleri ýok bolan bölejikleriň göwrüm birliginiň massasy), hyýaly (bölejikleriň içki ýapyk öýjükleriniň göwrümüne hasaba almak bilen göwrüm birliginiň massasy), göwrüm (bölejikleriň içki ýapyk we açyk öýjükleriniň göwrümüne hasaba almak bilen göwrüm birliginiň massasy) we dörülme (täze dökülen bölejikleriň massasynyň olaryň arasyndaky howa gatlagyny hasaba almak bilen eýeleýän göwrümüne bolan gatnaşygy) görnüşlerin tapawutlandyrylýar. Amaly hasaplamalarda köplenç hyýaly dykzlyk peýdalanylýar. Sebäbi gomogen (birmeňzeş) gurluşly bölejikler üçin ol hakyky dykzlyga deňdir.

Dökülme dykzlyk bilen hyýaly dykzlyk aşakdaky gatnaşyk bilen baglydyr:

$$\rho_{dökülme} \varepsilon = \rho_{hyýaly}$$

Bu ýerde ε -dökülme gatlagyň aýrý-aýrlygy.

Tozanyň dykzlygy arassalaýjy enjamlaryň netijeliligine uly täsir edýär.

3). Bölejikleriň abraziwliligi. Tozanyň abraziwliligi gazyň birmeňzeş tizligide we tozanyň hemişelik konsentrasiýasynda metalyň könelmeginiň (döwürmeginiň) intensiwligini häsiýetlendirýär. Ol bölejikleriň gatylygyna, formasyna, ölçeglerine we dykzlygyna baglydyr. Tozanyň abraziwliligini enjamlaryň hasaplamalarynda (enjamyň diwarynyň galyňlygyny we örtüji materialy, gazyň tizligini saýlamakda) hasaba almalydyr.

4). Tozanyň adaty (tebigy) ýapgytlygynyň burçy. Ol tekiz esas bilen dökülýän materialyň erkin emele gelen konusynyň arasyndaky burçdyr. Bu burçuň ululygy gaz arassalaýjy enjamlaryň bunkerleri taslananda we saýlananda hasaba alynýar.

5). Tozan bölejikleriniň öllenijiligi. Bölejikleriň suwuklyk bilen öllenmek ukybyny häsiýetlendirýär. Bölejigiň

ölçeği näçe kiçi bolsa onyň öllenmek ukyby hem şonça pesdir. Tekiz bölejikler bitekiz üstli bölejikler bilen deňeşdireniňde gowy öllenýärler. Öllenijiligi boýunça ähli gaty jisimler 3 topara bölünýärler:

1). Hidrofil materiallar-gowy öllenýärler: kalsiý, kwars, silikatlar, aşgar metallaryň galogenleri we beýlekiler.

2). Hidrofob materiallar- erbet öllenýärler: grafit, kömür, kükürt.

3). Absolýut hidrofob materiallar- bitum, parafin.

6). Tozan gatlagynyň elektrik geçirijiligi. Bu görkeziji tozan gatlagynyň udel elektrik garşylygy boýunça bahalanýar. Ol aýratyn bölejikleriň häsiýetine (üstki we içki elektrik geçirijilik, bölejikleriň formasy we ölçegleri), şeýle hem gatlagyň gurluşyna we gaz akymynyň parametirlerine baglydyr. Bu elektrik süzujileriň işine uly täsir edýär.

Udel elektrik garşylygynyň ululygy boýunça tozanlary üç topara bölýärler:

1)kiçi udel elektrik garşylykly tozanlar ($<10^4 \text{ Om} \cdot \text{sm}$);

2)udel elektrik garşylygy 10^4 -den $10^{10} \text{ Om} \cdot \text{sm}$ aralygynda bolan tozanlar;

3)udel elektrik garşylygy $10^{10} \text{ Om} \cdot \text{sm}$ köp bolan tozanlar.

7).Bölejikleriň adgezion häsiýeti. Bu bölejikleriň ýelmeşmek (ýapyşmak) häsiýetini kesgitleýär. Bölejikleriň ýokary ýelmeşmek ukyby enjamlaryň dykylmagyna eltip biler. Bölejikleriň ölçegleri näçe kiçi bolsa olaryň ýelmeşmek ukyby şonça-da ýokarydyr. Tozanlar ýelmeşmek ukyby boýunça 4 topara bölünýärler.

1. Ýelmeşmeýänler (gury şlak, kwars, gury toýun).

2. Gowşak ýelmeşýänler (koks, kül we ş.m).

3. Ortaça ýelmeşýänler (metal, sment, gurum, un).

4. Güçli ýelmeşýänler (gips, albostr, superfosfat, klinker, pagta, ýüň).

Tozanlaryň ýelmeşmek häsiýeti bilen onuň dökülmeň häsiýeti hem baglydyr. Adgezion güýçleriň hasabyna tozan bölejikleriniň koagulyasiýasy (ulalmagy) bolup geçýär.

8). Tozan bölejikleriň öz-zünden ýanmak we howa bilen partlama howply garyndyny emele getirmek ukyby. Gyzgyn tozanlar bölejikleriň howanyň kislorody bilen galtaşma üstüniň uly bolmagynyň netijesinde öz-özünden ýanmaga we howa bilen partlama howply garyndyny emele getirmäge ukuplydyrlar. Tozanyň partlama intensiwligi onuň himiki we tehniki häsiýetlerine, bölejikleriň ölçeglerine we formalaryna, olaryň howadaky konsentrasiýalaryna, gazyň çyglylygy saklaýjylygyna we düzümine baglydyr.

Tozanyň howadaky mineral partlama howply konsentrasiýasy $20-500 \text{ g/m}^3$ aralygynda, maksimal partlama konsentrasiýasy $700-800 \text{ g/m}^3$ aralygynda. Gaz garyndysynda kislorodyň mukdary näçe köp bolsa onuň partlamasynyň güýji şonça-da ulydyr. Kislorodyň mukdary 16% az bolsa tozan garyndysy partlamaýar.

9). Tozanyň zäherleýjiligi. Tozan bölejikleri näçe ownuk bolsa olaryň howa arkaly adamyň dem alyş organlaryna aralaşmak ukyby we dürli keselleri ýüze çykarmak ahtimallygy şonça-da ýokary bolýar. Bu babatda dumanlar hasda howplydyr. Tozanlaryň zäherleýjiligi olaryň emele gelen materialyna hem baglydyr (mysal üçin, gurşun, myşşak, simap we ş.m.).

10). Tozanlaryň dispers düzümi. Tozanyň dispers (däne, granulametriki) düzümi diýilip dispers fazanyň düzüminiň ölçegleriniň ýa-da bölejikleriň çökmek tizliginiň häsiýetnamasyna aýdylýar. Ol islendik diapazondaky ölçeglerde ýa-da çökmek tizliklerinde bölejikleriň massasy, göwrümi, üsti ýa-da sany boýunça haýsy bölegi görkezýändigini aňladýar. Gazlary tozanlardan arassalamak tehnikasynyda tozanyň dispers düzümi uly ähmiýete eýedir. Sebäbi tozan tutujy enjamlary hasaplamak we saýlamak meseleleri bu görkeziji bilen baglydyr.

Tozanlar dispers düzümi boýunça baş topara bölünýärler:

I-ölçeşleri $d_{50} > 140$ mkm bolan örän iri dispers tozanlar;

II- ölçeşleri $d_{50} = 40-140$ mkm aralygynda bolan iri dispers tozanlar;

III- ölçeşleri $d_{50} = 10-40$ mkm aralygynda bolan orta dispers tozanlar;

IV- ölçeşleri $d_{50} = 1-10$ mkm aralygynda bolan ownuk dispers tozanlar;

V- ölçeşleri $d_{50} < 1$ mkm bolan has ownuk dispers tozanlar.

Bölejikleriň iň uly we iň kiçi ölçeşleri tozanyň dispersliliginiň diapozonyny (çäklerini) häsiýetlendirýär. Tozanyň dispers düzümini häsiýetlendirmek üçin ony belli bir ölçeşdäki bölejikler boýunça fraksiýalara bölýärler we massa paýy boýunça görkezýärler.

11). Tozan bölejikleriniň formasy we gurluşy. Senagat tozanlary dürli formada (görnüşde) bolýarlar (şar, kub, silindr, taýak, göniburçly inňe, teňňe, ýüplük we ş.m.). Tozan bölejikleri biri-birine ýelmeşip bilerler. Şonuň üçin bölejikleri ölçeşleri düşünjesi şertlidir.

Tozan tutmakda bölejigiň ölçeşi onuň çökmek tizligini kesgitleýän ululyk bilen häsiýetlendirilýär. Şeýle ululyk bolup bölejigiň ekwiwalent diametri hyzmat edýär. Ol birmeňzeş massada bölejigiň göwrümüne deň bolan göwrümlü şaryň diametridir. Ekwiwalent diametr şeýle hasaplanýar;

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{6V_s}{\pi}}$$

Käbir ýagdaýlarda sedimentasion diametr peýdalanylýar. Ol birmeňzeş şertlerde çökmek tizligi we dykzlygy bölejigiň çökmek tizligine we dykzlygyna deň bolan şaryň diametridir. Bölejik dürli formada bolup biler. Dürli formadaky tozan bölejikleri şol bir massada bolsalar hem dürli tizlik bilen çökýärler. Bu bolsa hasaplamalarda ýalňyşlyklaryň ýüze çykmagyna getirip biler.

Tozan tutma prosessiniň esasy parametri arassalamagyň umumy netijeliligidir. Ol aşakdaky ýaly hasaplanýar:

$$\eta = (c_{\text{ex}} - c_{\text{blix}}) / c_{\text{ex}}$$

Bu ýerde c_{BX} -tozan tutuja gelip giýän gazda tozanyň massa konsentrasiýasy;

c_{Blix} -tozan tutujydan çykyp giýän gazda tozanyň massa konsentrasiýasy.

Eger-de arassalamak yzygider birikdirilen birnäçe enjamlarda geçirilýän bolsa onda arassalamagyň netijeliligi:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n)$$

Bu ýerde η_1 , η_2 , η_n -degişli enjamlarda arassalamagyň netijeliligi.

Käbir ýagdaýlarda arassalamagyň fraksion netijeliligi diýen düşünje peýdalanylýar:

$$\eta_i = (c_{\text{ex}_i} - c_{\text{blix}_i}) / c_{\text{ex}_i}$$

Bu ýerde c_{BXi} -tozan tutuja gelip giýän gazda i-fraksiýanyň massa konsentrasiýasy;

c_{Blix_i} -tozan tutujydan çykyp giýän gazda i-fraksiýanyň massa konsentrasiýasy.

3.2 Gury mehaniki tozan tutujylar

Gury mehaniki tozan tutujylary 3 topara bölmek mümkin.

1. **Tozan çökdüriji kameralar.** Iş prinsipleri agyrlyk güýjüniň täsirine esaslanan (grawitasiýa güýji).
2. **Inersion tozan tutujylar.** Iş prinsipleri inersiýa güýjüniň täsirine esaslanan.
3. **Siklonlar.** Iş prinsipleri merkezden gaçyş güýjüne esaslanan.

Gury mehaniki tozan tutujylaryň artykmaçlyklary şulardan ybarat: konstruksiýasynyň ýönekeýligi we adaty we ýokary temperaturalarda işlemek ukyby, himiki aktiw gazlary

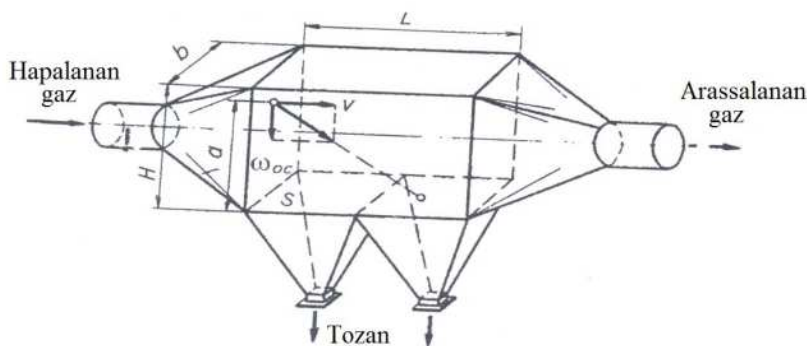
arassalamak mümkinçilikleri, tozanlary gurak we arassa görnüşde almak mümkinçiligi.

Tozan çökdüriji kameralar. Tozan çökdüriji kameralar gaz akymyny gaýmalaşýan bölejiklerden arassalamak üçin ýönekeý desga hasaplanýar. Bölejikleriň çökmegi agyrlık güýjüniň hasabyna bolup geçýär. Ýokary netijelilik gazanmak üçin bölejikleriň kamerada uzak wagtlap bolmagyny gazanmak gerekdir. Şonuň üçin olar örän iri desgalaradyr. Gaz akymynyň tizligi 3 m/s ýokary bolmaly däl. Bu görnüşli aparatlar içi boş ýa-da gorizental tekjeli göni burçly gapyrjaklardyr. Olaryň aşagynda tozan ýygnamak üçin bunker bardyr. Gidrawliki garşylygy 100-250 Pa. Bu kameralar ölçegi 50 mkm-den kiçi bolmadyk tozanlary tutmak üçin ulanylýar. Arassalaýyş derejesi 60% çenli. Ýönekeý gurluşly tozan çökdüriji kameranyň görnüşi aşakdaky suratda görkezilen.

Tozan çökdüriji kameralaryň kese kesiginiň meýdany gaz akymynyň tizligini we gazyň göwrümini hasaba almak bilen şeýle kesgitlenýär;

$$F = BH = \frac{V}{v}$$

Bu ýerde B-kameranyň ini
H-kameranyň beýikligi.



3-nji surat.
Tozan çökdüriji kamera.

Tozan çökdüriji kameralaryň uzynlygy kameranyň kadaly iş şertleriniň esasynda kesgitlenýär;

$$\tau_{\text{çök}} \leq \tau_{\text{akym}}$$

bu ýerde $\tau_{\text{çök}}$ -bölejigiň kamerada çökmek wagty;

τ_{akym} -bölejigiň kamerada gaz akymy bilen hereket edýän wagty;

$$\tau_{\text{çök}} = \frac{H}{w_{\text{akym}}};$$

$$\tau_{\text{akym}} = \frac{L}{v}$$

Onda tozan çökdüriji kameranyň uzynlygy;

$$L = H \frac{v}{w_{\text{çök}}}$$

Bu ýerde $w_{\text{çök}}$ -bölejikleriň çökmek tizligi. Ol şeýle hasaplanýar;

$$w_{\text{çök}} = \frac{1}{18} \cdot \frac{d_t^2 \rho_t g}{\mu_g}$$

Bu ýerde

d_t – bölejikleriň ortaça ekwiwalent diametri, m;

ρ_t – bölejikleriň hyýaly dykzlygy kg/m^3 ;

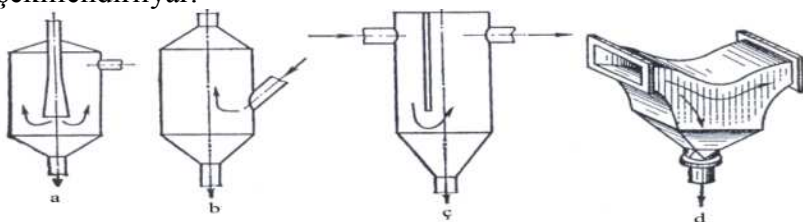
g – erkin gaçmanyň güýjenmesi m^2/s ;

μ_g – gazyň şepbeşilkigi, m^2/s .

Tozan çökdüriji kameralaryň netijeliligini ýokarlandyrmak üçin olaryň içine germewler, demir tutylar goýýarlar. Bu tozan çökdürijiler dürli görnüşli gurluşly bolýarlar. Olaryň ählisiniň kemçiligi göwrümleriniň uly bolup arassalaýyş netijeliliginiň bolsa kiçi bolmagydyr. Artykmaçlygy gurluşynyň ýönekeýligi, ygtybarlygy we iri hem-de ýokary abraziw bölejikleri arassalamak mümkinçiligi bilen häsiýetlendirilýär. Tozan tutujy kameralar arassalamagyň birinji başgançagy hökmünde senagatda giňden peýdalanylýarlar.

Inersion tozan tutujylar. Gaz akymynyň hereketiniň ugrunyň birdenkä üýtgemeginde tozan bölejikleri inersiýa güýjüniň hasabyna öňki ugruna hereket etmäge çalyşýarlar we gaz akymy öwrülenden soň bunkere düşýärler.

Şu prinsip boýunça inersion tozan tutujylar işleýärler. Gazyň tizligi 5-15 m/sek. Bu enjamlar çökdüriji kameralardan ýokary garşylygy (150-400 Pa), kiçi göwrümliligi we deňşililikde ýokary arassalaýyş derejesi (60-80%) bilen tapawutlanýarlar. Inersion kameralaryň arassalaýyş derejesini ýokarlandyrmak maksady bilen olaryň dürli gurluşlary peýdalanylýar. Aşakdaky suratda olaryň käbir görnüşleri şekillendirilýär.

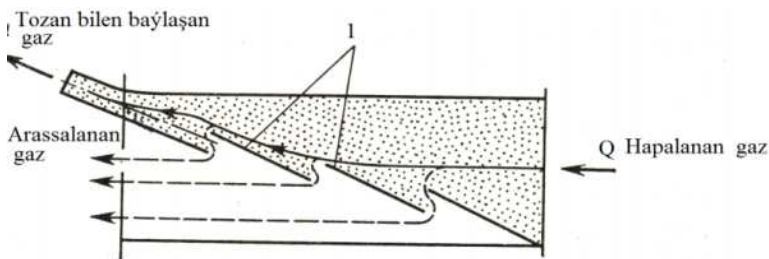


4-nji surat.

Inersion tozan tutujylar.

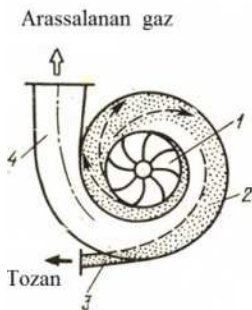
a-giňelýän konusly; b-gazy gapdaldan berilýän kamera; ç-içi germewli kamera; d-gaz akymyny ýumşak öwürýän kamera.

Žalýuzli tozan tutujylar. Žalýuzli tozan tutujylaryň işleýiş prinsipi gaz akymynyň ugrunyň birdenkä üýtgemeginde (150°) tozan bölejikleriniň enjamyň pilçelerine urulyp ýörite deşiklere tarap ugrukdyrylmagyna esaslanýar. Dürli görnüşli senagat zyňyndylaryny iri dispers tozan bölejiklerinden we abraziw materiallaryň bölejiklerinden arassalamak üçin birinji basgançak hökmünde žalýuzli tozan tutujylaryň dürli gurluşlary peýdalanylýar. Olaryň arassalaýyş derejesi 60% çenlidir. Gaz akymynyň tizligi 15-25 m/s. Ýönekeý gurluşly žalýuzli tozan tutujy aşakdaky suratda görkezilen.

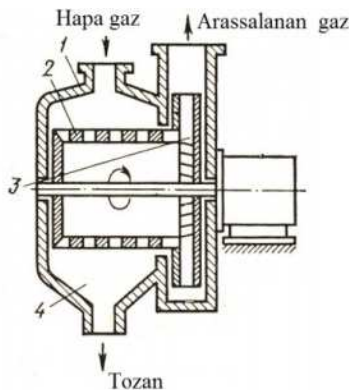


5-nji surat. Žalýuzli tozan tutujy.
1-žalýuzlar

Rotasion tozan tutujylar. Bu enjamlarda gaz akymy işçi çarhyň kömegi bilen aýlanma hereketine getirilýär we gazdaky tozan bölejikleri merkezden gaçma güýjüniň täsirinde gaz akymyndan bölünip aýrylýarlar. Ýönekeý gurluşly rotasion tozan tutujylar aşakdaky suratda görkezilen.



6-nji surat.
Rotasion tozan tutujy.
1-wentiýator çarhy; 2-kožuh;
3-tozan kabul edişi deşik; 4-truba.



7-nji surat.
Garşylykly akymly rotasion tozan tutujy.
1-kožuh; 2-rotor; 3- wentiýator
çarhy; 4- bunker.

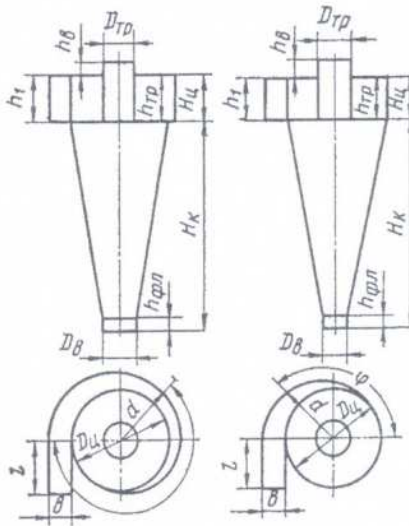
Siklonlar. Siklonlar giňden ýaýran tozan tutujy enjamlardyr. Siklonlarda gazlary tozanlardan arassalamak merkezden gaçyş güýjüniň esasynda bolup geçýär. Tozan bölejikleri gaz

akymynyň enjamyň içinde aýlanmagy netijesinde ýüze çykyan merkezden gaçyş güýjüniň täsirinde siklonyň içki diwaryna urulýarlar we diwar boýunça syrygyp bunkere düşýärler. Siklonlara gaz akymy tangensial patrübok arkaly girizilýär we aýlanma hereketine eýe bolýarlar hem-de silindriň içki diwary boýunça aşaky konusa düşýärler. Soňra gaz akymy enjamyň ortasynda kiçi aýlawy emele getirip silindriň ýokarysyndan çykarylýar. Tozan bölejikleri enjamyň aşagyndaky bunkerde galýarlar.

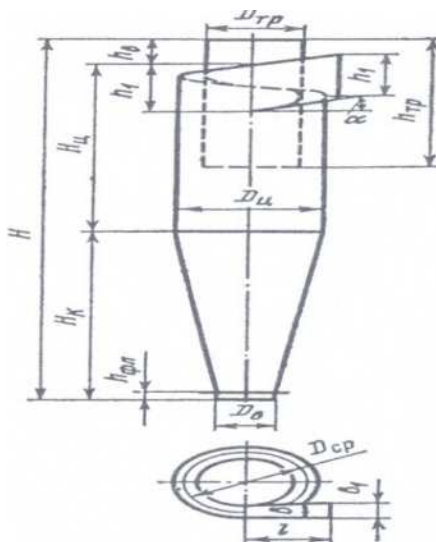
Siklonlaryň işinde bunkeriniň jebisligi uly rol oýnaýar. Siklonlar tozan bölejikleriniň ölçegi 15-20 mkm bolanda has netijeli işleýärler.

Konstruksiýasy boýunça siklonlar silindr görnüşinde we konus görnüşinde bolýarlar. Silindr görnüşli siklonlar ýokary öndürijiliklidirler. Konus şekilli siklonlar abraziw we ýelmeşmek häsiýetleri ýokary bolan tozanly gazlary arassalamaga niýetlenen. Olaryň arassalaýyş derejesi hem ýokary. Häzirki wagtda siklonlaryň dürli görnüşleri senagatyň tozanly gazlaryny arassalamak üçin giňden peýdalanylýar. Olaryň ol ýa-da beýleki görnüşini saýlamak esasan tozanlaryň häsiýetnamalaryna we gaz akymynyň parametrlerine baglydyr.

Siklonlaryň bunkerleri hem silindr görnüşinde bolup diametrleri $1,5D_s$ deňdir. Siklonlarda gazyň artykmaç basyşy 2500 Pa artyk bolmaly däl.



8-nji surat.
Konus şekilli siklon



9-nji surat.
Silindr şekilli siklon

Siklonlary hasaplamak yzygiderli golaýlaşma usulynda ýerine ýetirilýär.

Siklonyň görnüşini kesgitläp berlen diametrli siklonyň kese kesigi boýunça gazyň amatly tizligini tapmaly.

Siklonyň diametri aşakdaky formula boýunça hasaplanýar;

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}}$$

bu ýerde Q – arassalanylmaly gazyň mukdary, m^3/sek .

ω – gazyň tizligi, m/sek .

Siklonyň saýlanan diametri boýunça gazyň hakyky tizligini aşakdaky formula boýunça tapmaly;

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{(\pi \cdot D^2 \cdot n)}$$

bu ýerde n – siklomlaryň sany.

Ýekelikdäki siklonyň gidrawliki garşylygy aşakdaky formula boýunça hasaplanýar;

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_{500}$$

bu ýerde ζ_1 – siklonyň diametrine girizilen düzediş koeffisienti

ζ_2 – gazyň tozanlylygyna girizilen düzediş koeffisienti.

ζ_{500} – diametri 500mm bolan siklonyň gidrawliki garşylygynyň koeffisienti.

Siklonyň gidrawliki garşylygyny aşakdaky formula boýunça tapmaly;

$$\Delta P = \frac{\xi \rho \omega}{2}$$

bu ýerde ρ – gazyň dykzlygy, t/m^3 .

ω – gazyň tizligi, m/sek .

ζ – ýekelikdäki siklonyň gidrawliki garşylygy.

Gazlary siklonlarda arassalamagyň netijeliligi aşakdaky formula boýunça hasaplanýar;

$$\eta = 0,5[1 + f(x)]$$

bu ýerde $f(x)$ - x parametriň tablisa funksiýasy. Ol şeýle hasaplanýar;

$$x = \lg \left(\frac{d_{50}}{d_{50}^T} \right) / \sqrt{\lg^2 \sigma_g + \lg^2 \sigma_b}$$

3.3 Gazlary elektrik süzujilerde arassalamak.

Elektrik bilen arassalamak gazlary tozanyň gaýmalaşýan bölejiklerden arassalamagyň iň kämilleşen görnüşleriň biridir. Bu prosess baş (koronirleýji) zarýadyň zonynda gazlary ionlaşdyrmaga, ionlaryň zarýadyny tozanyň bölejiklerine geçirmäge we olary çökdiriji we baş elektrodarda çökdürmäge esaslanandyr. Baş (koronnyý) zarýad-elektrik zarýadyň gutarmadyk görnüşi bolup bu birmeňzeş däl meýdanly elektrodalaryň ulgamy üçin häsiýetlidir. Olara hemişelik togyň birnäçe mün wolta çenli güýjenmesi goýberilýär.

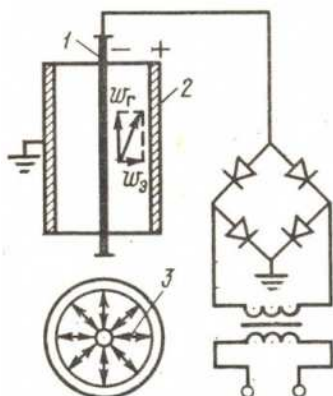
Elektrodalaryň arasyndaky potensiyallaryň şeýle uly tapawudy gazlaryň molekulalarynyň ionlaşmagyna, we položitel zarýadlanan ionlaryň we elektronlaryň emele gelmesine getirýär.

Elektrik süzujä gelip düşýän hasaplanan gazlar köplenç dürli daşky täsirleriň ýagny kosmos şöhleleriniň, gyzdyrmagyň hasabyna bölekleýin ionlaşan bolýarlar. Şonuň üçin olar iki elektrodyň arasynda düşenlerinde togy geçirmäge ukyply bolýarlar. Bu ýerde togyň güýji ionlaryň mukdaryna we elektrodalaryň arasyndaky güýjenmä baglydyr.

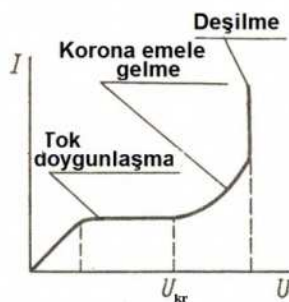
Güýjenmäniň ýokarlanmagy bilen elektrodalaryň arasyndaky herekete ionlaryň köp sanlysy çekilip başlaýar we togyň güýjiniň artmagy gazyň düzümindäki ähli ionlaryň şol herekete goşulýança dowam eder. Şeýle bolanda togyň güýjiniň ululygy güýjenmäniň ýokarlanýandygyna seretmezden hemişelikligine galýar (doýgunlaşma togy). Haçanda güýjenmä ýeterlik ýokary bolanda hereketlenýän ionlar we elektronlar gazyň molekulalary bilen çaknyşyp olary ionlaşdyrýarlar,

ýagny neýtral molekulary položitel ionlara we elektronlara öwürýärler. Täze emele gelen ionlar we elektronlar elektrik meýdany bilen çaltlandyrylýarlar we öz gezeginde gazyň täze molekularyny ionlaşdyrýarlar.

Gazyň ugurly ionlaşdyrylmagy atlandyrylan bu hadysa diňe silindr görnüşli kondensatorlara häsiýetli bolan birmeňzeş däl elektrik meýdanynda durnukly geçýär (10-njy surat). Koronirleýji(1) we çökdüriji(2) elektrodalaryň arasynda çökdüriji elektrodlardan koronirleýji elektrodlaýa ýa-da tersine ugrukdyrylan güýjenmeli elektrik meýdany(3) emele gelýär.



10-nji surat.
Elektrik süzüjilerde
elektrodalaryň ýerleşşi.



11-nji surat.
Togyň güýjüniň
elektrodlaý arasyndaky
güýjenmä baglylygy.

Güýjenmäniň ýokarlanmagy boýunça elektrodlaý arasyndaky toguň güýjüniň üýtgemesi 11-nji suratda görkezilen. Elektrodlaý koronlaşma zarýadynyň emele gelýän kritiki güýjenmesi Pikiň formulasy boýunça şeýle gatnaşyk bilen kesgitlenýär.

$$U_{kr} = \frac{E_{kr} R_1 \ln R_2}{R_1}$$

bu ýerde

R_1 we R_2 - baş we çökdüriji elektrodlaý radiusy, m;

E_{kr} –elektrik meýdanynyň korona emele getirýän kritiki güýjenmesi, W/m.

Položitel meýdanly baş elektrod üçin E_{kr} ululygy şeýle kesgiýlenýär:

$$E_{kr} = 3,37 \left(\beta + 0,0242 \sqrt{\frac{\beta}{R_l}} \right) 10^6$$

Otrisetel meýdanly baş elektrod üçin E_{kr} ululygy şeýle kesgiýlenýär:

$$E_{kr} = 3,04 \left(\beta + 0,0311 \sqrt{\frac{\beta}{R_l}} \right) 10^6$$

bu ýerde

β -işçi şertlerde gazyň dykzlygyna girizilen düzediş.

Ol aşakdaky ýaly hasaplanýar;

$$\beta = \frac{(p_{daş.gurş.} + p_{gaz}) 293}{1,013 \cdot 10^5 (273 + t)}$$

bu ýerde

$p_{daş.gurş.}$ - daşky gurşawyň basyşy, Pa;

p_{gaz} - gazyň artykmaç basyşy, Pa;

t - gazyň temperaturasy, C^0 . Pikiň formulasy howa we tegelek kesikli elektrod üçin hasaplanandyr. Adatça koronalaşdyryjy razrýad 50 kW çenli ýetýän ýokary güýjenmelerde ýüze çykýar.

Otnositel zarýadlanan bölejikleriň çökdüriji elektroda tarap hereketi aerodinamiki güýjüň, elektrik meýdanynyň we bölejigiň zarýadynyň özara täsir güýjüniň, agyrlýk güýjüniň we elektrik ýeliniň basyşynyň güýjüniň täsirinde bolup geçýär.

Aeodinamiki güýjüň täsirinde bölejikler esasy gaz akymynyň ugry boýunça 0,5-2 m/sek golaý tizlik bilen hereket edýärler. Esasy hereketi bölejikler elektrik meýdanynyň we bölejigiň zarýadynyň özara täsiriniň güýjüniň hasabyna edýärler. Ol hereketiň tizligi (w_e) bölejikleriň ölçeglerine we elektrik meýdanynyň güýjenmesine baglydyr.

Mysal üçin:

Bölejigiň giamenti, mkm	0,4	1,0	2,0	10,0
30,0				
w_e m/sek. $E=15 \cdot 10^4$ W/m bolanda	0,012	0,013	0,015	0,075
0,1				
w_e m/sek. $E=30 \cdot 10^4$ W/m bolanda	0,025	0,030	0,060	0,50
0,60				

Agyrlyk güýjüniň täsiri örän azdyr, şonyň üçin hasaplamalarda ony göz önünde tutmaýarlar. Elektrik ýeliniň täsirini hem onuň tizligini hasaplaýan usulyň ýoklygy zerarly hasaba almaýarlar.

Şeýlelikde otrisatel zarýadlanan bölejikler çökdiriji elektroda aerodinamiki we elektrik güýçleriniň täsirinde hereket edýärler. Položitel zarýadlanan bölejikler bolsa baş elektrodyň daşyna çökýärler. Baş zarýadyň daşky zonasynyň göwrüminiň içki göwrüminden ululygy üçin köp bölejikler otresatel zarýadlanýarlar we tozanyň köp agramy çökdüriji elektrotla çökýärler.

Tozanlaryň elektrodarda çökmek prosesinde tozan gatlagynyň elektrik garşylygy wajyp ähmiýete eýedir. Elektrik garşylygynyň ululygy boýunça tozanlary aşakdaky toparlara bölýärler.

1) kiçi udel elektrik garşylykly tozanlar ($<10^{-4} \text{ Om} \cdot \text{sm}$). Olar elektrod bilen galtaşanlarynda öz zarýadlaryny ýitirýärler we elektrodyň zarýadyna laýyk belgili zarýady kabul edýärler. Biratly zarýadlaryň biri-birini itýändigini sebäpli olar ýene-de gaz akymyna goşulýarlar. Bu bolsa arassalaýyş prosesiniň netijeliligini peseltýär;

2) udel elektrik garşylygy 10^{-4} -den $10^{10} \text{ Om} \cdot \text{sm}$ aralygynda bolan tozanlar elektrodarda gowy çökýärler we olar silkelenende ýeňil aýyrylýarlar;

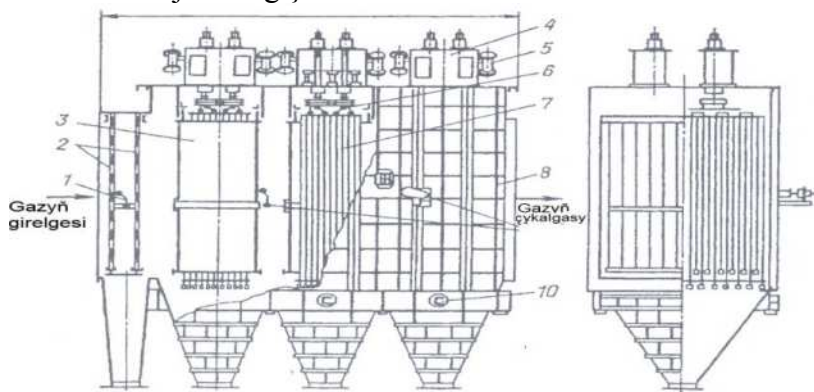
3) udel elektrik garşylygy $10^{10} \text{ Om} \cdot \text{sm}$ köp bolan tozanlar elektrik süzujilerde kyn saklanýarlar. Sebäbi olar

zarýadlaryny haýal ýitirýärler we täze bölejikleriň çökmegine päsgelçilik döredýärler.

Tozanlaryň udel elektrik garşylygyny gazy çyglandyrmak arkaly azaldyp bolýar.

Senagatda tehnologiiki zyňnydy gazlary arassalamak üçin gury we öl elektrik süzujileriň birnäçe görnüşleri ulanylýar.

Gury elektrik süzujilere YT- temperaturasy 250 °C çenli bolan gazlary arassalamak üçin, ЭГА – gurluşyk, gara we reňkli metallurgiýa, energetika we beýleki senagat pudaklarynyň temperaturasy 330 °C çenli bolan partlama howply däl gazlaryny arassalamak üçin, YTT - himiýa, gara we reňkli metallurgiýa we beýleki senagat pudaklarynyň temperaturasy 425 °C çenli bolan gazlaryny arassalamak üçin, ОГП – esasan kükürt kislotasynyň önümçiliginde kolçedan tozanlaryny arassalamak üçin, YBB – partlama howply kömür tozanlaryny arassalamak üçin, СГ - temperaturasy 250 °C çenli bolan partlama howply gazlary arassalamak üçin niýetlenen elektrik süzujiler degişlidir.



12-nji surat.

YTT kysymly elektrik süzüji.

1-gaz paýlaýjy gözenekleri silkemek üçin mehanizm, 2- gaz paýlaýjy gözenek, 3- çökdüriji elektrod, 4-izolyator trubasy, 5-tok bermek üçin gorag gapyrjagy, 6- koronirleýji elektrodлары silkemek üçin mehanizm, 7- koronirleýji elektrod, 8-diwar, 9- çökdüriji elektrodлары silkemek üçin mehanizm, 10-hyzmat ediş gapagy.

Elektrik süzujilerde zarýadlanan bölejikleriň çökmek netijeliligi käbir faktorlara baglydyr, ýagny bölejikleriň elektrik geçirijiligine we ölçeglerine, gazyň tizligine, temperaturasyna we çyglylygyna, çökdüriji elektrodларыň üstüniň ýagdaýyna we beýlekilere.

Elektrik süzujileriň ölçeglerine täsir edýän esasy faktorlaryň biri bölejigiň çökdüriji elektroda çenli ýetmegi üçin gerek bolan wagtdyr ($\tau_{\text{çök.}}$). Bu ululyk şeýle hasaplanýar:

$$\tau_{\text{çök.}} = \frac{\Delta R}{v_{dr}}$$

bu ýerde ΔR -koronirleýji we çökdüriji elektrodларыň arasyndaky uzaklyk, m;

v_{dr} - dreýfiň tizligi (bölejigiň çökdüriji elektroda tarap hereketiniň ortaça şertli tizligi), m/s. Tejribede dreýfiň tizligi teoretiki hasaplamalardan 1,5-2 esse kiçi bolýar. Şonuň üçin elektrik süzujiniň işjeň kese kesiginiň gerekli meýdanyny aşakdaky ýaly hasaplaýarlar:

$$S = (1,5 - 2) \left[\frac{V}{3600 v_{dr}} \right] \frac{\Delta R}{l}$$

bu ýerde

V- arassalanylýan gazyň göwrümi, m³/s;

l- tozanly gazyň enjamdaky hereketiniň ýoly, m.

Elektrik süzujiniň işjeň kese kesiginiň meýdanynyň ululygy boýunça gerekli elektrik süzujiniň kysymyny saýlaýarlar.

Elektrik süzujiniň arassaýyş derejesi (%) aşakdaky ýaly hasaplaýarlar:

$$\eta = [1 - \exp(-v_{dr} f)] \cdot 100$$

bu ýerde

f- elektrik süzujiniň udel çökdürme üsti, m²/(m³·s).

Islendik elektrik süzüji üçin

$$f = \frac{F}{V_{gaz}}$$

bu ýerde

F-çökdüriji elektrodларыň umumy meýdany, m²

Elektrik süzujileri gurnamakda olaryň sanyny kesgitlemek we elektrik iýmitlendiriji agregatlaryň görnüşini saýlamak gerek bolýar. Elektrik süzujiniň amatly iş tertibi olaryň her bir elektrik meýdany aýratyn elektrik iýmitlendiriji agregatdan üpjün edilende gazanylýar. Şeýlelikde agregatlaryň sany elektrik meýdanларыnyň sanyna deň bolýar. Elektrik süzujiniň bir elektrik meýdanynyň sarp edýän ortaça tok güýji şeýle hasaplanýar;

$$I_{or} = iF_1$$

bu ýerde

i-1 m² çökdürme üsti üçin togyň udel güýji, mA/m²;

F₁- bir çökdüriji meýdany üsti, m².

Elektrik süzujiniň sarp edýän kuwwaty (kWt):

$$N = \frac{UI_{or}K_f \cos \varphi}{(1,4\eta 10^3 + \sum N_i)}$$

bu ýerde

U-maksimal güýjenme, kW;

K_f-togyň egrisiniň formasynyň koeffisienti (1,2-1,5 aralygynda kabul edilýär);

cos φ-elektrik agregatlaryň kuwwatynyň koeffisienti (0,8-0,9 aralygynda kabul edilýär);

η- elektrik agregatlaryň peýdaly täsir koeffisienti;

ΣN_i- silkiji mehanizmleriň we gyzdyryjy elementleriň sarp edýän kuwwaty, kWt.

3.4 Gazlary süzujilerde arassalamak

Gaz zyňyndylary garyndylardan inçe arassalamakda üçin süzujiler giňden ulanylýar. Süzmek prosessi garyndynyň

bölejikleri öýjükli germewlerde olaryň içinden dispers sreda geçende saklap galmakdan durýar. Tozan bölejikleri öýjükli germewiň girelgesinde çökýärler we öýjüklerde saklanýarlar. Şeýlelik bilen täze gelyän bölejikler üçin süzüji germewiň bölegine öwrülip onuň arassalaýyş derejesini ýokarlandyrýar. Bölejikleriň süzüji elementiň öýjüklerinde saklanyp galmagy galtaşma effektiniň, şeýle hem difuzion, inersion we grawitasion prosesleriniň bilelikdäki täsirinde bolup geçýär.

1). Galtaşma effekti garyndynyň bölejikleriniň süzüji elementiň üsti bilen galtaşanda ýüze çykýar. Galtaşma esasynda arassalamagyň netijeliligi (η_k) öýjükleriň (d_0) we bölejikleriň (d_b) ölçegleriniň gatnaşygy arkaly kesgitlenýär.

2). Bölejikleriň diffuziýasynyň hasabyna çökmek prosesi garyndylaryň bölejikleri bilen hemişe çaknyşýan gazyň molekulalarynyň tertipsiz ýylylyk hereketi (broun hereketi) bilen şertlendirilýär. Şeýle çaknyşmalaryň netijesinde bölejikler göni çyzykly hereketden çykýarlar we öýjükleriň üstünde çökýärler. Bölejik näçe kiçi bolsa we olaryň hereketi näçe pes bolsa broun hereketiniň hasabyna bölejikleri saklamak şonça-da netijeli geçýär. Diffuzion effekt bölejigiň giometri $d_b < 0,1\text{mkm}$ bolanda we bölejikleriň tizligi 1 m/sec pes bolanda hasda gowy bildirýär.

3). Bölejikleriň süzüji elementiň üstünde inersiýa prosessi netijesinde çökmegi bölejiklerde olaryň göniçyzykly hereketiň çyzygyndan çykanda emele gelyän inersiýa güýjiniň täsirinde bolup geçýär. Bölejikleri çökdürmegiň inersion effekti Stoksyň (St) we Reýnoldsyň (Re) kriteriýalarynyň ululygyna baglydyr.

$$\eta_i = f(St, Re)$$

bu ýerde Stoksyň kriteriýasy

$$St = \frac{d_b^2 \omega_f \rho_b k_k}{18 d_\phi \mu_g}$$

bu ýerde

ρ_b -bölejikleriň dykzlygy;

φ_r -süzme tizligi;

k_k -Keningem-Millikenin düzedişi. Ol aşakdaky ýaly kabul edilýär:

d_b , mkm .. 0,003 0,01 0,03 0,1 0,3 1,0 3,0 10,0 we ondan uly

k_k 90 24,5 7,9 2,9 1,57 1,16 1,03 1,0

Bölejikleriň süzüji elementiň öýjüklerinde inersiýa arkaly çökmek režiminiň ýüze çykmagy Stoksyň kriteriýasynyň kritiki sany bilen häsiýetlendirilýär (St_{kr}). Eger $St < St_{kr}$ onda $\eta_i = 0$. Reýnoldsyň sanynyň artmagy St_{kr} bahasynyň peselmegine getirýär. Bölejikleriň ölçegleri 1 mkm kiçi bolanda we gazyň tizligi 1 m/s kiçi bolanda inersion effekt ýüze çykmaýar.

4). Bölejikleriň öýjükleriň üstüne grawitasion çökdürme esasynda çökmegi olaryň gaýmalaşýan tizlik bilen çökmegi netijesinde bolup geçýär. Ol şeýle hasaplanýar:

$$\eta_g = \frac{\omega_{gay}}{\omega_{gaz}} = \frac{St}{2Fr}$$

bu ýerde

Fr- Frudyň kriteriýasy

$$Fr = \frac{\omega_{gay}^2}{d_s g}$$

bu ýerde

φ_{gay} -bölejikleriň gaýmalaşma tizligi;

d_s -silindriň diametri.

Bölejikleriň grawitasion çökdürmesi diametri 1mkm bolan bölejikleri 0,05 m/s tizlik bilen süzeniňde ýüze çykýar.

Bölejikleri öýjükli üstde çökdürmegiň umumy netijeliligini seredip geçileň prosesleriň ählisini hasaba almak bilen şeýle kesgitlenýär

$$\eta = 1 - (1 - \eta_k)(1 - \eta_d)(1 - \eta_i)(1 - \eta_g)$$

Gazlary süzüji elementlerde arassalamagyň umumy netijeliligi kesgitlenende şulary hasaba almak hökmandyr, ýagny bölejikleriň çökme prosesi ilkinji nobatda garyndynyň

bölejikleriniň ölçeglerine, süzmegiň tizligine, süzüji elementiniň öýjükleriniň ululygyna, öýjükleriň üstüniň ýagdaýyna, gaz akymynyň parametirlerine we beýlekilere baglydyr.

Süzüjileri toparlara bölmek süzüji germewiň görnüşini, süzüjiniň gurluşy we niýetlenişi, arassalamagyň inçeligi we beýlekiler boýunça amala aşyrylýar.

Süzüji germewiň görnüşini boýunça; däne gatlakly (hereket etmeýän erkin dökülen däneli material, gaýnaýan gatlakly); maýyşgak öýjükli germewli (mataly, ýüplükli, süýümlü, rezinli, penopoliuretanly we ş.m.); ýarym gaty öýjükli germewli (örülen we mata gözenekler, gysylan spirallar we ş.m.); gaty öýjükli germewli (öýjükli keramika, öýjükli metallar) toparlara bölünýärler.

Dürli formadaky dänelerden durýan süzüji gatlaklar gazlary iri garyndylardan arassalamak üçin peýdalanylýar. Esasan gurluşyk senagatynynda tozanly gazlary arassalamakda ulanylýar.

Maýyşgak öýjükli germewli süzüjileriň esasy elementleri ýokary berkligi, ýokary gyzgynlyga çydamlylygy we himiki durnuklylygy bilen häsiýetlendirilýän dürli matalardan hem-de sintetiki süýümlerden taýýarlanylýar. Olara esasan nitron, lawsan, hlorin, pagta, ýüň matalar degişlidir. Bulardan başga-da gazlary has inçe garyndylardan arassalamak üçin tertipsiz ýerleşen süýümlerden taýýarlanan gatlaklar giňden peýdalanylýar.

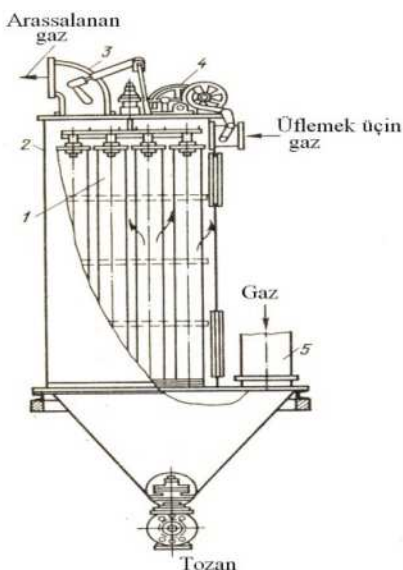
Pes uglerodly ýa-da ýokary legirirlenen polatlardan, misden, latundan, bürünçden, nikelden taýýarlanan gözenekler hem giňden peýdalanylýar. Olar ýokary tempraturaly agressiw we agressiw däl gazlary arassalamakda ulanylýar. Arassalamagyň inçeligi gözenegiň öýjükleriniň ölçegleri boýunça kesgitlenýär. Öýjügiň ölçegi näçe kiçi bolsa arassalaýyş derejesi ýokary, ýöne gidrawliki garşylyk hem ýokarlanýar.

Häzirki döwürde ähli ösen ýurtlarda süzüji elementleri öýjükli keramikadan we dürli öýjükli metallardan taýýarlamak

boýunça synag işleri alynyp barylýar. Sebäbi olar ýokary berkligi we maýyşgaklygy bilen häsiýetlendirilýär. Olar temperaturanyň üýtgemegine çydamly, poslama durnukly bolýarlar.

Gurluş almatlary boýunça gaz arassalaýjy süzüjiler ýeňli, öýjükli (ramkaly we karkasly) we rulon görnüşlere bölünýärler.

Ýeňli süzüjiler göniburçly we tegelek binaly enjamlardyr. Enjamyň içinde diametrli 100 mm-den 300 mm aralygynda we beýikligi 0,5 –den 10 m çenli bolan ýeňler berkidilen. Süzüjiniň korpusynda ýeňleriň gerekli sanyny gurnaýarlar. Olaryň içki üstüne giriş turbasyndan hapalanan gazy berýärler. Gazyň düzümindäki tozan bölejikleri ýokarda belleniپ geçilen güýçleriň täsirinde ýeňiň matasynyň içki üstünde saklanyp galýarlar.



13-nji surat. Ýeňli süzüji:

1-yeňler; 2-korpus; 3-gazyň çykýan trubasy; 4-regenerasiýa edýän gurluş; 5-giriş trubasy.

Arassalanalan howa çykaryjy truba arkaly atmosfera göýberilýär ýa-da arassalaýşyň beýleki stadiýasyna geçirilýär. Süzüjide basyş belli bir derejä ýetenden soňra ony ulgamdan aýyrýarlar we ýeňleri silkelemek arkaly ýa-da gysylan gaz bilen üflemek arkaly regenerasiýasyny geçirýärler.

Regenerasiýa ýorite enjamyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Regenerasiýa etmegiň gysylan howa bilen impulsiw üflemek, silkelemek, tersine üflemek we silkelemek ýaly usullary ulanylýar.

Ýeňli süzujileri regenerasiýa etmegiň usuly, süzüji üstüniň meýdany, işçi basyşyň ululygy, bölümleriň mukdary, ýeňleriň formasy, diametri, beýikligi we gurluş aýratynlyklary boýunça tapawutlandyryýarlar. Olaryň arassalaýyş derejesi 99 % we ondan ýokary.

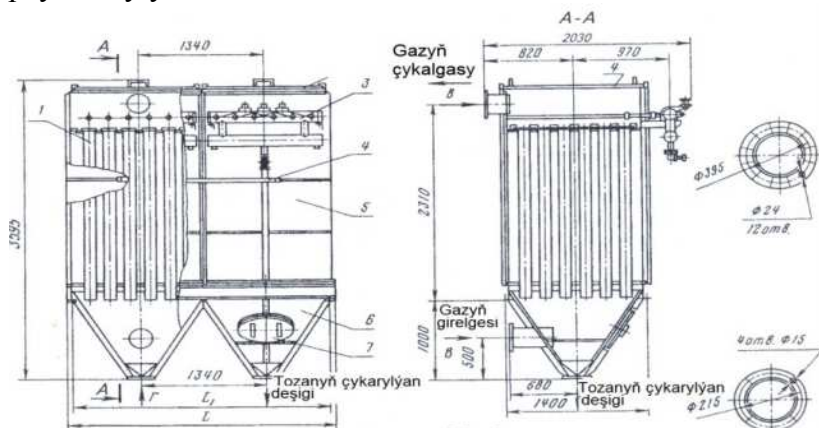
Häzirki wagtda giňden ulanylýan ýeňli süzujilere ФРКИ, ФРКН, ФРО, ФРОС, ФРҚДИ, ФРУ, УРФМ, СМЦ we beýlekiler degişlidir.

ФРКИ kysymly ýeňli süzujiler bölejikleriniň ortaça diametri 2 mkm bolan zäherli we partlama howply däl tozanly gazlary arassalamak üçin niýetlenen. Esasan gurluşyk materiallary senagatynyň, reňkli we gara metallurgiýanyň, himiýa senagatynyň tozanly gazlaryny arassalamak üçin peýdalanylýar. Regenerasiýa gysylan howany üflemek arkaly amala aşyrylýar.

ФРҚДИ kysymly ýeňli süzujiler bölejikleriniň ortaça diametri 2 mkm uly bolan zäherli we partlama howply däl we temperaturasy 130 °C çenli tozanly gazlary arassalamak niýetlenen. Regenerasiýa gysylan howany birkada ýeňiň aşagyndan we ýokarysyndan üflemek arkaly amala aşyrylýar.

ФРО kysymly ýeňli süzujiler gowşak ýelmeşýän tozanly, temperaturasy 130-250 °C çenli bolan gurak gazlary arassalamak üçin niýetlenen. Esasan gurluşyk materiallary senagatynyň, reňkli we gara metallurgiýanyň we beýleki

senagatlaryň tozanly gazlaryny arassalamak üçin peýdalanylýar.



14-nji surat.

ФРКИ kysymly ýeňli süzüji.

1-ýeň; 2-gapak; 3-klapan bölümi; 4-kollektor; 5-bina; 6-bunker; 7-tozan çykarylýan deşik.

ФРОС kysymly ýeňli süzüjiler temperaturasy 500°C çenli bolan gurak gazlardan gymmatly önümleri saklap galmak üçin niýetlenen. Esasan himiýa we nebihiýa senagatynyň we beýleki senagatlaryň tozanly gazlaryny arassalamak üçin peýdalanylýar.

СМЦ kysymly ýeňli süzüjiler temperaturasy 140°C çenli bolan gurak gazlary arassalamak üçin niýetlenen. Esasan sement zawodlarynyň tozanly gazlaryny arassalamak üçin peýdalanylýar.

Süzüjileri hasaplamak süzüji elementleriniň meýdanyny, süzüji elementleriň we süzüjiniň gidrawliki garşylygyny, süzüjiniň işiniň regenerasiýa çenli dowamlylygynyň we wentilatoryň geçirijiliginiň kuwwatyny kesgitlemäge ugrukdyrlandyr.

Enjamyň süzüji elementleriniň meýdanyny hasaplamak aşakdaky formula esasynda amala aşyrylýar.

$$F_s = \frac{V_g + V_r}{60q} + F_r$$

By ýerde V_g -arassalanmaga goýberilýän gazyň mukdary, m^3/s ;

V_r -tersine üflemek (regenerasiýa) üçin sarp edilýän gazyň ýa-da howanyň göwrümi, m^3/s ;

q -süzmekde gazyň udel agramy (güýji), $m^3/(m^2 \cdot \min)$;

F_r -1 sagadyň dowamynda regenerasiýa üçin saklanylýan süzüji üstüň meýdany, m^2 , ol şeýle hasaplanýar

$$F_r = \frac{N_s F_s \tau_r m_r}{3600}$$

Bu ýerde N_s -seksiýalaryň (bölmeleriň) sany;

F_s -seksiýalaryň süzüji üstüniň meýdany, m^2 ;

τ_r –seksiýany regenerasiýa etmek üçin gerekli wagt, s;

m_r -1 sagadyň dowamynda regenerasiýalaryň sany.

Gazyň süzüji germewe berýän udel agramy (güýji) ýeňli süzujiler üçin 0,3-den 6 $m^3/(m^2 \cdot \min)$ çenli aralykda bolýar. Gazyň süzüji germewe berýän udel agramyny (güýji) has takyk kesgitlemek üçin aşakdaky formula peýdalanylýar

$$q = q_k C_1 C_2 C_3 C_4 C_5$$

Bu ýerde q_k –tozanyň görnüşine bagly bolan kadalyk udel agram (işjeň kömür, uglerod we ş.m. tozanlary üçin – 1,2; kül, metal oksidleri, silikatlar we ş.m. tozanlary üçin – 1,7; sement, toýun, kömür, dag jynslarynyň we ş.m. tozanlary üçin – 2; asbest, duz, kalsinirlenen soda, hek, süýümli we ş.m. tozanlary üçin – 2,6; un, däne we ş.m. tozanlary üçin – 3,5);

C_1 -süzüji elementleriň regenerasiýa aýratynlygyny häsiýetlendirýän koeffisient (gysylan howany impulsiv (göçgünli) üfleýän mata ýeňli süzüji üçin – 1; yzyna üfleýän we silkeleýän enjamly ýeňli süzüji üçin – 0,7÷0,85; yzyna üfleýän enjamly ýeňli süzüji üçin – 0,55÷0,7);

C_2 -tozanyň konsentrasiýasynyň udel gaz agramyna täsirini hasaba alýan koeffisient (tozanyň konsetrasiýasy 2÷10

g/m³ bolanda – 1,15÷1; tozanyň konsentrasiýasy 10÷40 g/m³ bolanda – 1÷0,9; tozanyň konsentrasiýasy 40÷100 g/m³ bolanda – 0,9÷0,83);

C₃- tozanyň dispers düzüminiň täsirini hasaba alýan koeffisient (tozanyň ölçegleri < 3 mkm bolanda – 0,7÷0,9; tozanyň ölçegleri 3÷10 mkm bolanda – 0,9; tozanyň ölçegleri 10 ÷50mkm bolanda – 1; tozanyň ölçegleri 50÷100 mkm bolanda – 1,1; tozanyň ölçegleri >100 mkm bolanda – 1,2÷1,4);

C₄- gazyň temperaturasynyň täsirini hasaba alýan koeffisient (gazyň temperaturasy 20°C bolanda – 1; gazyň temperaturasy 40°C bolanda – 0,9; gazyň temperaturasy 60°C bolanda – 0,84; gazyň temperaturasy 80°C bolanda – 0,78; gazyň temperaturasy 100°C bolanda – 0,75; gazyň temperaturasy 120°C bolanda – 0,73; gazyň temperaturasy 140°C bolanda – 0,72; gazyň temperaturasy 160°C bolanda – 0,7);

C₅- arassalamagyň hiline bolan talaplary hasaba alýan koeffisient (arassalanan gazda tozanyň konsentrasiýasy 30 mg/m³ çenli bolanda – 1; arassalanan gazda tozanyň konsentrasiýasy 10 mg/m³ çenli bolanda – 0,95).

Ýeňli süzujileriň gidrawliki garşylygy (Pa) enjamyň binasynyň garşylygyndan we süzüji germewiň garşylygyndan durýar. Ýagny

$$\Delta p_s = \Delta p_b + \Delta p_g$$

Enjamyň binasynyň gidrawliki garşylygy gaz akymynyň girýän we çykýan ýerlerinde hem-de akymyň süzüji elementlere paýlanýan ýerinde emele gelýän ýerli garşylyklaryň ululygy bilen kesgitlenýär. Umumy görnüşde enjamyň binasynyň gidrawliki garşylygy binanyň garşylygynyň koeffisienti arkaly bahalanyp biliner;

$$\zeta_b = \frac{\Delta p_b^2}{\omega_{gir}^2 \rho_g}$$

Bu ýerde ω_{gir} -giriş patrubbkada gaz akymynyň tizligi, m/s.

ρ_g -gazyň dykzlygy, kg/m^3 .

Süzüji germewiň garşylygyny hasaplamak köp sanly faktorlara baglydyr, ýagny gazyň şepbeşikligine, süzmegiň tizligine, tozan gatlagynyň öýjükliligine, matanyň öýjükliligine, tozan bölejikleriniň şertli ortaça diametrne, gazyň tozanlylygyna, süzmek wagtynyň dowamlylygyna, tozanyň dykzlygyna we ş.m.

Süzüji germewiň garşylygy germewiň özüniň we onuň üstünde çöken tozan gatlagynyň hasabyna basyşyň ýitgisinden durýar:

$$\Delta p_g = \Delta p_g' + \Delta p_g''$$

Bu ýerde $\Delta p_g'$ - süzüji germewiň özüniň garşylygy (Pa), ol şeýle hasaplanýar

$$\Delta p_g' = K_g \mu w^n$$

Bu ýerde K_g -süzüji germewiň garşylygyny häsiýetlendirýän koeffisient, m^{-1} ;

m -gazyň dinamiki şepbeşikligi, Pa·s;

w -süzmegiň tizligi, m/s;

n -gazyň germewiň içinden geçişiniň düzgünine bagly dereje görkeziji (laminar düzgün üçin $n=1$, turbulent düzgün üçin $n>1$).

Süzüji germewiň üstünde çöken tozan gatlagynyň ýüze çykarýan garşylygy şeýle hasaplanýar:

$$\Delta p_g'' = \mu \tau_{gir} w^2 K_1$$

Bu ýerde τ -süzmek aýlawynyň dowamlylygy, s;

c_{gir} -süzüjiniň girelgesinde tozanyň konsetrasiýasy, kg/m^3 ;

K_1 -tozan gatlagynyň garşylygynyň parametri, m/kg;

Tozan gatlagynyň garşylygynyň parametriniň ululygy tozanyň häsiýetlerine we tozan gatlagynyň öýjükliligine baglydyr. Mysal üçin bölejikleriniň ölçegleri $d=12\div 20$ mkm bolan sement tozanlary üçin $K_1=(6,5\div 16)\cdot 10^9$ m/kg, $d=0,7$

mkm bolan kremniý tozanlary üçin $K_1=330 \cdot 10^9$ m/kg, $d=0,3$ mkm bolan metal tozanlary üçin $K_1=80 \cdot 10^9$ m/kg.

Ýokarky formulany peýdalanyňp süzmek aýlawynyň dowamlylygy hasaplamak mümkin.

$$\tau = \frac{\Delta P_g}{(\mu w^2 K_1)}$$

Ýeňli süzujileriň umumy garşylygy 2800 Pa geçmeli däl. Tozan gatlagynyň garşylygy hem $600 \div 800$ Pa uly bolmaly däl.

Arassalanýan gazlary süzüjiniň içinden geçirmek üçin gerek wentilýatoryň elektrik hereketlendirijisiniň kuwwatyny aşakdaky formula boýunça hasaplamaly.

$$N_w = \frac{K' V_g \Delta p}{3600 \cdot 1000 \eta_g \eta_w}$$

Bu ýerde K' -elektrik hereketlendirijiniň ätiýaçlyk kuwwatynyň koeffisienti, $(1,1 \div 1,15)$ aralygynda kabul edilýär);

Δp - süzüjiniň gidrawliki garşylygy, (Pa);

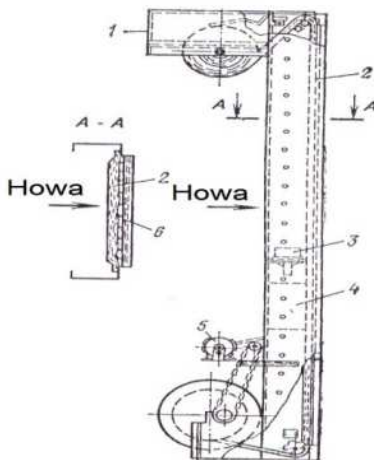
η_g -geçirmegiň PTK $(0,92 \div 0,95)$ aralygynda kabul edilýär);

η_g -wentilýatoryň PTK $(0,92 \div 0,95)$ aralygynda kabul edilýär).

Rulonly süzujiler iş ýerleriniň howa akymyny arassalamakda we kondensirlemekde peýdalanylýar. Rulonlaryň dyngysyz iş döwrüniň dowamlylygy adatça 1 ýyla çenlidir. Peýdalanylan süzüji material soňra ýakylmadyr ýa-da gömülmelidir. Rulonly awtomatiki süzüji ýokarysyna arassa süzüji material dolanan katuska ýerleşdirilen desgadyr (15-nji surat).

Süzüji material howa akymynyň geçýän deşiginiň içinden geçip aşaky katuska dolanýar. Berlen gidrawliki garşylyga ýetende süzüji material awtomatiki usulda howa akymynyň deşiginiň ölçegine görä süýüşýär. Onuň tizligi 50

sm/min. Bu süzujilerde süzüji material hökmünde adatça aýna süýümlerden we sintetiki süýümlerden ýasalan maýyşgak matalar ýa-da karton we fetr peýdalanylýar.



15-nji surat.

Rulonly süzüji.

- 1-arassa materially katuska; 2-süzüji material; 3-gorag serişdesi;
4-dolandyryjy blok; 5-herketlendiriji; 6-direg gözenegi.

Adatça rulonly süzujileriň gidrawliki garşylygy 100-150 Pa bolýar. Öndürijiligi sagatda 8-10 m³/m².

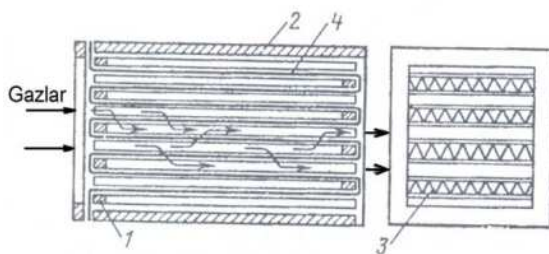
Süýümlü süzujiler dürli galyňlykdaky gatlaklar bolup olarda berlen materialyň süýümleri ýerleşdirilen. Bu süzujiler bölejikleriň konsentrasiýasy 0,5÷5mg/m³ bolanda peýdalanylýar we inçe süýümlü,çuň we iri süýümlü görnüşlere şertli bölüýärler.

Inçe süýümlü süzujiler ýokary dispers aerzollary (0,05÷0,5 mkm) 99% -den az bolmadyk netijelilikde arassalamak üçin peýdalanylýar. Süzmek tizligi 0,01-den 0,1 m/s çenli, gidrawliki garşylygy 200÷300 Pa. Iş möhleti 0,5-den 3 ýyla çenli. Süzüji süýümler hökmünde perhlorwinil, asetat,

asetilsellýuloza, poliakrilonitril, lawsan, aýna süýümlrei giñden peýdalanylýar.

Gazlary tozanlardan inçe arassalamakda giñden ulanylýan süýümlü süzüjileriň biri ramkaly süzüjidir. Hapalanan gazlar süzüjiniň aýyk tarapyndan girýärler we süzüji süýümleriň gatlaklarynyň içinden geçip beýleki tarapyndan çykýarlar.

Ramkaly süzüjilerden başga-da silindr şekilli, kasseta görnüşli, gözenekli, öýjükli süýümlü süzüjiler iş zonalarynyň howasyny arassalamakda peýdalanylýar.



16-nji surat.

Inçe arassalaýjy ramkaly süzüji.

1-planka;

2-gapdal diwar;

3-paýlaýjylar;

4-süzüji material.

Gaty germewli süzüjiler ýokary temperaturaly(1300 °C çenli) we basyşly gazlary, şeýle hem himiki we farmasewtiki senagatyň gazlaryny, kompressor gurluşlarynyň gysylan gazlaryny inçe arassalamak üçin peýdalanylýar. Gaty süzüji germewler keramiki materiallardan, metal gözeneklerden ýasalýar.

Däneli gatlakly süzüjilerde süzüji material hökmünde iri däneli çäge, grawiý, şlak, koks, rezina, plastmassa, keramiki halkalar ýaly materiallar peýdalanylýar. Süzüjide däneli gatlar hereketsiz, hereketli ýa-da gaýmalaşýan ýagdaýlarda ýerleşýärler. Gazlary däneli gatlagyň içinden geçireniňde ondaky gaýmalaşýan gaty we suwuk bölejikler süzüji gatlakda saklanýarlar. Bu görnüşli süzüjiler ýokary temperaturaly agressiw gazlary uly göwrümlerde we basyşlarda arassalamaga mümkinçilik berýär.

3.5 Öl tozan tutujy desgalar

Gazlary öl enjamlarda arassalamak giňden ulanylýan usullaryň biridir. Sebäbi olar gazlary ownuk dispers tozan bölejiklerinden ($d_b \geq 0,3 \div 1,0$ mkm) arassalamakda ýokary netijeliligi bilen häsiýetlendirilýär.

Öl tozan tutujylaryň beýleki arassalaýyş desgalaryndan birnäçe artykmaçlyklary bardyr:

- a) gury mehaniki tozan tutujylar bilen deňeşdireniňde bahasynyň arzanlygy we gaýmalaşýan bölejikleri saklamakda ýokary netijeliligi bilen tapawutlanýarlar;
- b) has ownuk bölejikleri tutmakda (0,1 mkm çenli) peýdalanmak mümkin;
- ç) şeýle hem gazlary ýanyjy we partlama howply tozanlardan arassalamaga mümkinçilik berýär.

Ýöne bu tozan tutujylaryň ulanylyşyny çäklendirýän käbir ýetmezçilikleri hem bardyr:

- a) arassalamak prosesinde gaýtadan işlemek üçin ýörite ulgamlary talap edýän şlamlar emele gelýär;
- b) çyglylygyň atmosfera zyňylmagy bolup geçýär;
- ç) gaz geçirijilerde gaty gatlaklaryň emele gelmesi bolup geçýär;
- d) tozan tutuja suwy bermek üçin aýlawly suw dolanşyk ulgamyny döretmek zerurlygy.

Öl arassalaýjy enjamlar tozan bölejiklerini suwuklygyň damjasynyň ýa-da gatlagynyň üstüne çökdürmek prinsipi boýunça işleýärler. Tozan bölejiklerini suwuklyga çökdürmek inersiýa güýçleriniň we broun hereketiniň täsirinde bolup geçýär.

Inersiýa güýçleri tozan bölejiklerine we suwuklyk damjalaryna olar biri-birine golaýlaşanlarynda täsir edýär. Bu güýçler damjanyň we bölejigiň agramyna, şeýle-de olaryň hereketiniň tizligine baglydyr. Kiçi ölçegli tozan bölejikleri (1 mkm-den kiçi) ýeterlik kinetiki energiýazynyň ýoklygy sebäpli damja golaýlaşanda onyň gabygyny egýär we saklanmaýar.

Broun hereketi ownuk bölejikler üçin häsiýetlidir. Broun hereketiniň hasabyna arassalamagyň ýokary netijeliligini gazanmak üçin enjamda gaz akymynyň tizligini peseltmek gerek.

Bu esasy güýçlerden başga-da çökmek prosesine turbulent diffuziýa, elektriki zaryadlanan bölejikleriň özara täsiri, kondensasiýa we bugarma prosesleri we ş.m. Gazlary öl tozan tutujylarda arassalamagyň ähli ýagdaýlarynda esasy faktor bolup bölejikleriň suwuklyk bilen öllenijiligi hyzmat edýär. Ol bölejikleriň suwuklyk bilen öllenmek ukybyny häsiýetlendirýär. Bölejigiň ölçegi näçe kiçi bolsa onyň öllenmek ukyby hem şonça pesdir. Tekiz bölejikler bitekiz üstli bölejikler bilen deňşdireniňde gowy öllenýärler. Öllenijiligi boýunça ähli gaty jisimler 3 topara bölünýärler:

1). Hidrofil materiallar-gowy öllenýärler: kalsiý, kwars, silikatlar, aşgar metallaryň galogenleri we beýlekiler.

2). Hidrofob materiallar- erbet öllenýärler: grafit, kömür, kükürt.

3). Absolýut hidrofob materiallar- bitum, parafin.

Öl tozan tutujylarda suwaryjy suwuklyk hökmünde köplenç suw peýdalanylýar. Tozanly gaz akymynyň suwuklyk bilen täsirleşmegi netijesinde fazalaryň arasynda galtaşma üst emele gelýär. Ol üst gaz düwmejiklerinden, gaz akynyndan, suwuklyk akymyndan, damjalardan, suwuklygyň ýuka gatlagyndan durýar. Dürli görnüşli tozan tutujylarda dürli görnüşli galtaşma üstleri ýüze çykýar. Şol sebäpden olarda tozan tutma dürli mehanizmler arkaly amala aşyrylýar.

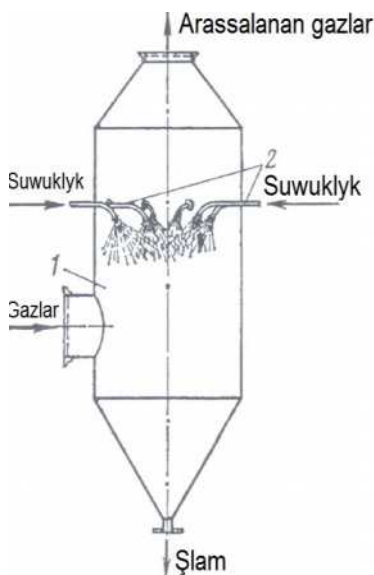
Fazalaryň galtaşma üstüniň gurnalyşynyň usulyna we iş prinsiplerine baglylykda öl tozan tutujylar aşakdaky toparlara bölünýärler: 1) içi boş gaz ýuwujylar (suwaryjy gurluşlar, ýuwujy kameralar, içi boş we forsunkaly skrubberler); 2) goýumly skrubberler; 3) tarelkaly gaz ýuwujylar (barbotažly we köpürjikli enjamlar); 4) hereketli goýumly gaz ýuwujylar; 5) urguly-inersion hereketli enjamlar (rotoklonlar); 6) merkezden gaçyş hereketli enjamlar; 7) mehaniki gaz

ýuwujylar (mehaniki we dinamiki skrubberler); 8) tizlikli gaz ýuwujylar (Wenturiniň skrubberi, ežektorly skrubberler).

Öl tozan tutujylary energiýa sarp edijiligi boýunça pes basyşly (gidrawliki garşylygy 1500 Pa çenli (içi boş gaz ýuwujylar, merkezden gaçyş hereketli enjamlar)), orta basyşly (gidrawliki garşylygy 1500 Pa ÷ 3000 Pa aralygynda (goýumly skrubberler, tarelkaly gaz ýuwujylar, hereketli goýumly gaz ýuwujylar)) we ýokary basyşly (gidrawliki garşylygy 3000 Pa ýokary (urguly-inersion hereketli enjamlar, mehaniki gaz ýuwujylar, tizlikli gaz ýuwujylar)) görnüşlere bölýärler.

Sanalyp geçilen desgalardan başga-da öl tozan tutujylara öl elektrik süzujiler, suwarylýan süýümli süzujiler we kondensasion hereketli enjamlar degişlidir.

Öl tozan tutujylarda enjamlara suwuklygy bermek üçin esasan forsunkalar peýdalanylýar. Olar üç esasy topara bölünýärler: mehaiki, pnevmatiki we elektriki.

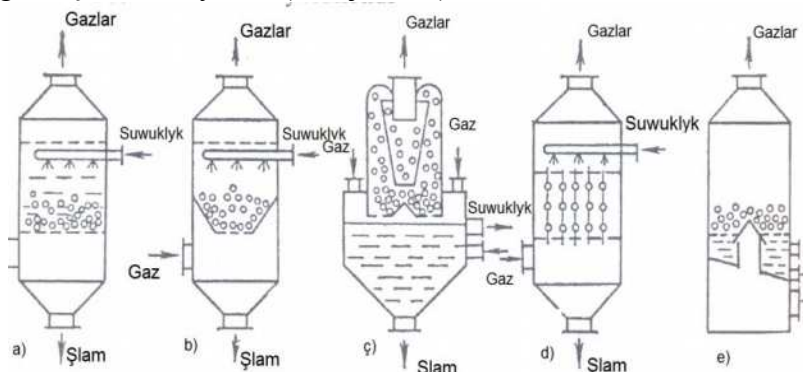


17-nji surat.

Boş skrubber:

1-korpus; 2-forsunkalar.

Hereketli goýmly gaz ýuwujylar gurluşy we goýumlaryň hereketiniň gidrodindmiki režimi boýunça dürli görnüşlerde bolýarlar (19-nji surat).



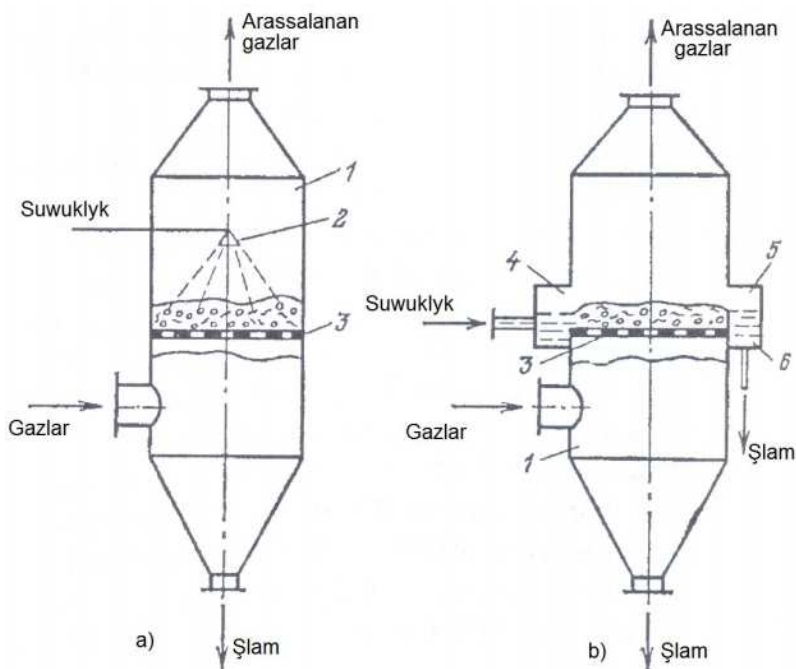
19-nji surat.

Hereketli goýmly skrubberler:

a-gaýmalaşýan goýmly; b-çüwdürim goýmly; ç-aýlanma goýmly; d-sazlaşykly hereketli goýmly; e-kombinirlenen.

Tarelkaly gaz ýuwujylar. Bu enjamlaryň esasynda gazlaryň suwuklyk bilendürlü gurluşly tarelkalarda täsirleşmegi durýar. Özara täsiriň häsiýeti köp derejede gaz akymynyň tizligi bilen kesgitlenýär. Pes tizliklerde ($\sim 1\text{m/s}$) gazlar suwuklygyň gatlagynyň içinden köpürjik görnüşinde geçýärler. Gazyň tizliginiň ýokarlanmagy bilen gaz we suwuklyk akymalarynyň özara täsiri has intensiw geçip başlaýar we ýokary turbulizirlenen köpürjikleriň emele gelmegine getirýär. Şonuň üçin olary köplenç köpürjikli enjamlar diýip atlandyrýarlar.

Häzirki döwürde tarelkaly gaz ýuwujylaryň dürli gurluşlary senagatda peýdalanylýar.



20-nji surat.

Köpürjikli tozan tutujylar:

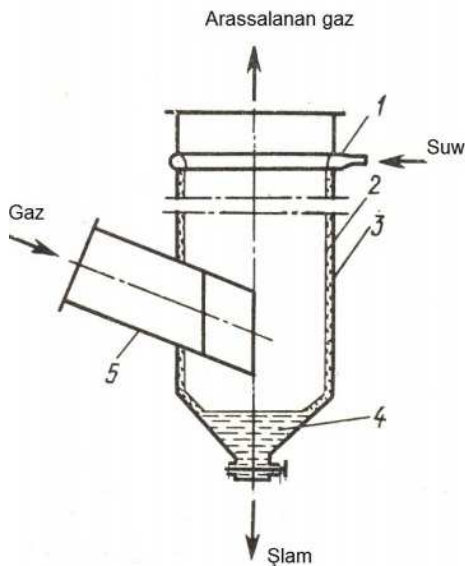
a-prowal gözenekli; b- pereliw gözenekli; 1-korpus; 2-suwaryjy gurluş;
3-tarelka; 4-kabul ediji guty, 5-porog; 6-akdyryjy guty.

Urguly-inersion gaz ýuwujylarda gazlaryň suwuklyk bilen galtaşmagy gaz akymynyň suwuklygyň üstüne urulmagy arkaly amala aşyrylýar. Soňra gaz-suwuklyk garyndysyny dürli gurluşlarda ýa-da separatorlarda bölünýär. Bu enjamlaryň esasy aýratynlygy ondaky suwuklygy hereketlendirmek üçin hiç-hili energiýa sarp edilmeyär. Suwuklygyň üstünde gaz akymynyň ugruny 180° üýtgedeniňde tozan bölejikleri inersiýa güýjüniň hasabyna suwuklyga urulýar.

Merkezden gaçyş hereketli gaz ýuwujylarda tozan bölejikleri merkezden gaçyş güýjüniň täsirinde suwuklygyň ýuka gatlagyna zyňylýarlar. Ol güýç gazyň enjama tangensial berkidilen giriş trubanyň ýa-da pilçeli aýlaýjynyň hasabyna

ýüze çykýar. Suwuklygyň ýuka gatlagy enjamyň diwary boýunça 0,3 mm-den kiçi bolmadyk galyňlykda dyngysyz akýar. Tozan bölejiklerini özüne siňdirip bunkere düşýär.

Merkezden gaçyş gaz ýuwujylaryň tizlikli görnüşleri hem bardyr. Olar esasan bug gazanlarynyň gazlaryny küllerden arassalamakda giňden peýdalanylýar.



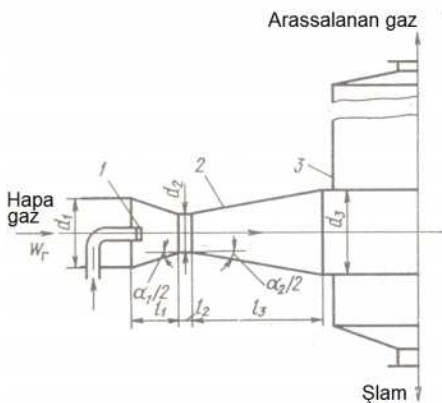
21-nji surat.

Merkezden gaçyş skrubberi:

1-suw berilýän sopl; 2-suwuklyk gatlagy; 3-korpus; 4-bunker; 5-giriş trubasy.

Ýokary tizlikli gaz ýuwujylar (Wenturiniň skrubberleri) enjamlaryň uly toparyny özüne birleşdirýär. Olaryň ählisinde ýokary tizlikde ($40 \div 150$ m/s) gaz akymy bilen suwuklygy garyşdyrýan pürküji truba gurnalan. Häzirki döwürde olaryň dürli gurлуşlary işlenip taýýarlanan.

Seredilip geçilen öl tozan tutujylardan başga-da süzüji duman tutujylar we öl elektrik tozan tutujylar gazlary öl usulda arassalaýjy desgalara degişlidir.

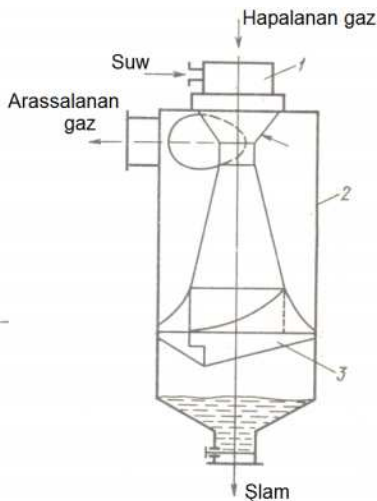


22-nji surat.

Wenturiniň skrubberi.

1-forsunka; 2-Wenturi trubasy;

3-damja tutujy.



23-nji surat.

Koagulyasion tozan tutujy:

1- Wenturi trubasy; 2-korpus;

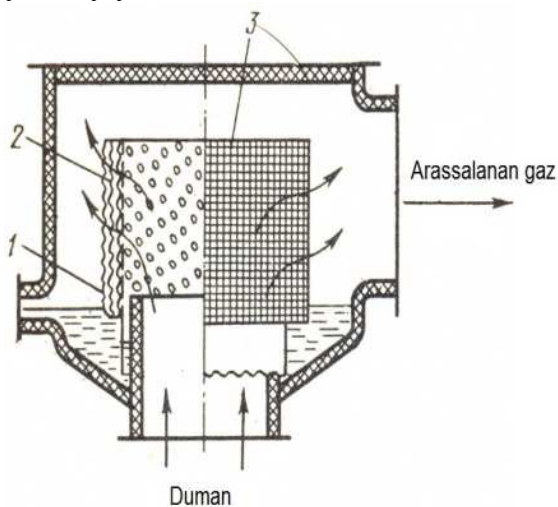
3-aýlaýjy.

Duman tutujylar gazyň düzümindäki ölçegleri 10 mkm töweregi bolan gaýmalaşýan damjajyklary saklamaga niýetlenendir. Duman tutujylar hökmünde aýna, sintetiki we metal süýümlü öz-özünü arassalaýan süzujiler peýdalanylýar. Olar gazyň düzümindäki damjalary süýümleriň üstünde gatлага öwürýärler we agyrylyk güýjüniň täsirinde aşaklygyna akdyrýarlar.

Gazyň düzüminde tozanlaryň bolmagy bu enjamlaryň işine päsgelçilik döredýär. Duman tutujylaryň pes tizlikli ($v \leq 0,2$ m/s), ýokary tizlikli ($v > 0,5 \div 1,2$ m/s) we köp basgançakly görnüşleri tapawutlandyrylýar. Duman tutujylar kislotalaryň önümçiliklerinde gazlary arassalamakda giňden peýdalanylýar.

Öl elektrik tozan tutujylar köplenç koksohimiki önümçiliginiň we generator gazlaryny arassalamakda (C we ПГ tipli), domna gazlaryny arassalamakda (ДМ tipli), asetilen önümçiliginiň gazlaryny arassalamakda (СИМ-8 tipli), kükürt

kislotasynyň gazlaryny arassalamakda (ШМК, ЦМБТ tipli) giňden peýdalanylýar.



24-nji surat.

Ýokary tizlikli duman tutujy:

1-damja tutujy; 2-iri süýümli woýlok;

3-süzüji element.

4-nji bölüm

4. Gaz görnüşli hapalaýjylary arassalamagyň usullary

4.1 Gaz görnüşli hapalaýjylaryň emele gelmegi

Gaz görnüşli hapalaýjylaryň emele gelmegi dürli prosesler üçin häsiýetlidir. Bu ilki bilen şeýle himiki reaksiýalardyr, ýagny okislenme, dikelme, orun-çalyşma we dargama, şeýle hem elektrohimiki (elektroliz) we fiziki (bugarma, distilýasiýa) prosesleridir.

Gaz görnüşli zyňyndylaryň köp bölegini esasan ýanma prosesinde emele gelýän okislenme önümleri düzýär. Ýagny uglerod okislenende uglerody oksidi we dioksidi, kükürt okislenende kükürdiň dioksidi, azodyň ýokary temperaturalarda okislenmeginde bolsa azody oksidi we dioksidi emele gelýär. Onda başga-da ýanma prosesinde haçanda doly däl ýanma bolanda organiki maddalaryň doly okislenmesi bolup geçmeýär we käbir organiki birleşmeler: aldogidler, ketonlar, ýa-da organiki kislotalar emele gelip biler. Şeýle hem käbir ýagdaýlarda kükürt wodorod emele gelýär.

Ýanmak prosessinden başgada himiýa senagatynyň we reňkli metallurgiýanyň käbir prosessleri okislenme önümleriniň zyňnylmagynyň çüşmesi bolup durýar. (M. ü kükürt kislotasynyň önümçiligi).

Senagatyň dikeltme prosesleri hem hapalaýjy maddalaryň emele geliş çüşmesidir. Mysal hökmünde ammiýagyň, duz kislotasynyň, sulfat sellýulozanyň önümçiligini görkezmek bolar. Bu proseslerde esasan hem kükürt wodorod (gidrosulfid) emele gelýär.

Himiki dargama we oruntutma reaksialary himiýa senagatynda esasan hem fosfor dökünleriniň, ekstraktsion fosfor kislotasynyň we fluorwodorod kislotasynyň önümçiliginde giňden peýdalanylýar. Bu önümçiliklerde kalsiý floridini

kükürt kislotasy bilen dargadanlarynda ftorwodarod bölünip çykýar.

Metallurgiýada we himiýa senagatynda ulanylýan elektrohimiýa prosesleri hem atmosferany hapalanýan esasy çeşmeleriň biridir (mysal üçin hloryň elektrolitiki usulda önümçiliginde).

Himiýa senagatynda köp ulanylýan fiziki proseslerden hapalaýjy gazlary emele getirýänleri esasan hem bugartma we distilýasiýadyr. Bu proseslerde köplenç uglewodorodlaryň zyňylmasy bolup geçýär. Käbir ýagdaýlarda distilýasiýa prosesinde şeýle gaz görnüşli hapalaýjylar, ýagny adaty temperaturada gaty ýagdaýa öwrülýän zyňyndylar emele gelýär. (M ü gurşunyň, simabyň, mysýagyň, we beýlekileriň oksidleri). Şeýle hem bugartma prosesleri erbet ysly maddalaryň bölünip çykmagynyň çeşmesidir.

Seredilip geçilen proseslerde emele gelýän gaz görnüşli hapalaýjylar adamyň saglygy üçin howplydyr. Olar adam organizmne dürli zäherleýji täsirleri edip bilýärler.

Mysal üçin

1). Uglerodyň oksidi CO- nerw we ýürek-damar sistemalaryna täsir edýär.

2). Azodyň oksidleri- dem alyş ýollaryna täsir edýärler.

3). Kükürt dioksidi- ýiti ysly gaz bolup dem alyş ýollaryna, gözün gabygyna täsir edýär.

4). Uglewodorodlar (benzin, penton, geksan) narkotki täsire eýedir, kelle agry, baş aýlanma we ş. m täsirlere getirýär.

5). Gurşunyň birleşmeleriniň täsirinde dem alyş ýollarynyň, nerw sistemasynyň keselleri ýüze çykýar.

Şol sebäpli atmosfera zyňylýan zyňyndylary gaz görnüşli hapalaýjylardan arassalamak zerurdyr. Senagatyň zyňyndylaryny gaz görnüşli hapalaýjylardan arassalamagyň usullaryny fiziki-himiýa prosesleriň geçişiniň häsiýeti boýunça esasan 5 topara bölünýär.

1). Zyňyndylary garyndylary eredijiler bilen ýuwmak (absorbsiýa we femosorbsiýa).

- 2). Gaz görnüşli garyndylary işjeň gaty maddalaryň kömegi bilen siňdirmek (adsorbsiýa).
- 3). Gazlary termiki usulda neýtrallaşdyrmak .
- 4). Katalizatoryň gatnaşmagynda gazlary zyýansyzlandyrmak.
- 5). Gazlary arassalamagyň biohimiki usuly.

4.2 Gazlary adsorbsiýa usuly bilen arassalamak

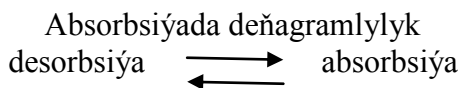
Absorbsiýa- bu gaz garyndysyndan bir ýa-da birnäçe gerekli komponenti suwuklyk arkaly siňdirmek bilen bölünip aýyrmak prosessidir.

Gaz garyndysyndan komponentiň suwuklyga geçmegi diffuziýa arkaly amala aşyrylýar. Adsorbsiýanyň hereketlendiriji güýji gaz- suwuklyk fazalaryň serhedinde konsentrasiýalaryň gradiýentidir (tapawudydyr).

Gaz howa garyndysyndaky komponent suwuklykda eräp, diffuziýanyň hasabyna onuň içki gatlaklaryna siňýär. Siňdirilýän komponente absorbat, siňdiriji suwuklyga bolsa absorbent diýilýär.

Absorbsiýa esasan gaz komponentlerini bölmek üçin ulanylýar. Bölüşdirmek bu suwuklykda gazlaryň aýratyn ereýjiligine esaslandyrlan. Gowy ereýän gazlar, dykyz we ortaça ereýän gazlar tapawutlandyrylýar.

Absorbsiýa – gazyň suwuklyk bilen himiki täsiri esasynda hem bolup biler. Bular ýaly adsorbsiýa himiki ýa-da hemasorbsiýa diýlip atlandyrylýar. Mundan başga-da fiziki adsorbsiýa bar, ýagny onda himiki täsirlilik ýok. Hemişe bolşy ýaly adsorbsiýa prosesine ters proses desorbsiýa hemradyr. Adsorbsiýa geljekdäki desorbsiýasy bilen absorbenti köp saparlaýyn ulanmaga mümkinçilik berýär.



Fazalaryň galtaşma serhedinde, gaz-suwuklyk komponentleriň bir fazadan beýleki faza üznüksiz geçmegi bolup geçýär. Ulanylýan komponentiň gazdan suwuklyga geçmeginiň tizligi konsentrasiýa ýa-da bu komponentiň gazdaky basyşyna proporsionaldyr. Bu komponentiň suwuklykdaky fazasynyň konsentrasiýasyna proporsionaldyr. Wagtyň geçmegi bilen, haçan-da ulanylýan komponentiň gazdan suwuklyga ýa-da suwuklykdan gaza geçişiniň tizligi deň bolan wagtynda, dinamiki deňagramlylyk ýüze çykýar. Ideal erginler üçin predel ýa-da deňagram gazlaryň arasyndaky baglylyk Genri kanuny bilen suratlandyrylýar, ýagny:

“Erän gazyň komponentleriň parsial basyşy, onuň ergindäki mol paýyna göni proporsionaldyr ”

$$P_A^* = E x_A$$

ýa-da, berlen temperaturada suwuklykda gazyň ereýjiligi (ýuwugylýan komponentiň) suwuklygyň üstüniň parsial basyşyna göni proporsionaldyr:

$$x_A^* = (1 / E) p_A$$

bu ýerde E – Genri hemişeligi diýip atlandyrylýan proporsional koeffisiýent.

Genri hemişeligi, berlen gaz üçin ýuwudyjynyň we gazyň tebigatyna, we temperatura bagly, ýöne ulgamyň umumy basyşyna bagly däl. Genri hemişeligini aşadaky görnüşde hem ýazmak bolýar:

$$y_A^* = m x_A$$

Suwuklykdaky gaz komponentiň deňagram konsentrasiýasy, onuň gazdaky proporsional basyşyna proporsionaldyr. Bu kanun diňe pes konsentrasiýada ulanylýar. Daltonyň kanuna laýyklykda gaz garyndydaky komponentleriň proporsional basyşy bu komponentleriň gazdaky mol konsentrasiýasyna proporsionaldyr.

$$P_A = P \cdot y_A$$

bu ýerde P – ulgamdaky umumy basyş

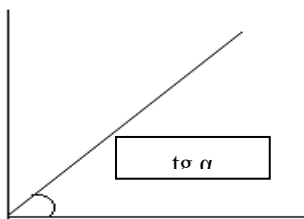
$$P_A^* = P \cdot y_A^*$$

Deňlemäni deňlemedäki proporsional basyşyň ýerine goýup alarys:

$$P y^* = E \cdot x$$

$$y^* = (E / P) x = m x$$

Bu bolsa, faza diagramma, gaz garyndysyndaky deňagramly konsentrasiýa we ergindäki konsentrasiýasynyň baglylygy göni çyzygy tg gyşarma burçyny görkezýär:



25-nji surat

Ideal erginler üçin paýlanma koeffisiýentiniň kesgitlenişi

$$tg = (E / P) = m$$

bu ýerde m – bu faza deňagramlylygyň konsentrasiýasy ýa-da paýlama koeffisiýenti.

Käbir ýagdaýlarda absobsiýany siňdirilmeli komponentiň reagirleşip bir ýa-da birnäçe täze maddany emele getirip biljek ergini bilen geçirýärler, (hemosobsiýa). Soňra bu maddany dürli usullaryň (çökdürmek, dargatmak, orun çalyşma) kömegi bilen erginden bölüp alyp peýdalanýarlar.

Senagat zyňyndy gazlaryny absobsiýa usuly bilen arassalamakda ulanylýan absorbentlere esasan suw, kislotalaryň aşgarlaryň, duzlaryň gowşak erginleri organiki we organiki däl maddalaryň we birleşmeleriň (dürli konsentrasiýalardaky) erginleri, ýaglary, peýdalanýlar.

Absorbenti saýlamakda esasy şert onda gaz garyndysyndan bölünip aýrylýan komponentiň ereýjiligidir hem-de eremek prosessiniň temperatura we basyşa baglylygydyr. Eger-de gazyň ereýjiligi 0°C we $101,3\text{kPa}$ basyşda 1 kg eredijide 100gr -den geçýän bolsa onda ol gowy

ereýär diýip hasap etmek bolýar. Gazlaryň suwuklyklarda ereýjiliginiň maglumatlary ýörite sprawoçniklerde berilýär. Absorbent saýlananda onuň siňdirilmeli komponente bolan ýokary saýlaýjylygyna we beýleki komponentlere bolsa, inertligine üns bermelidir.

Bu ýagdaý desorbsiýa- ýagny erän gazy suwuklykdan bölüp aýyrmak prosessi üçin wajypdyr. Desorbsiýa prosessi şertleriň üýtgemeginde mysal üçin suwuklygyň üstüniň basyşynyň peseldilmegi ýa-da temperaturanyň ýokarlandyrylmagy bilen bolup geçýär. Şonda suwuklykdan gazyň bölünip çykmagy bolup geçýär. Şonuň üçin köplenç absorbsiýa-desorbsiýa prosessini yzygider gurnap erginiň (absorbentiň aýlawly prosesini döretmek mümkin. Bölünip aýrylan gazlary bolsa konsentrläp peýdalanmak bolýar.

Absorbsiýa prosesine temperaturanyň we basyşyň täsiri.

Temperatura näçe ýokary bolsa şonça hem gaz fazasynda komponentiň belli bir suwuklyk üçin proporsional basyş ýokary. Şonuň ýaly-da temperatura näçe uly bolsa, şonça hem položitel izotermalar ýokary.

Belli bir basyşda ulanylýan komponentiň düzümi suwuk fazada temperatura garaňda has köp pes.

Fazalaryň hereket diagrammasyndan görnüşi ýaly prosesiniň güýji izoterma üçin aşakdaky ýaly kesgitlenýär:.

$$\Delta_2 = x_2^* - x$$

$$\Delta_1 = x_1^* - x$$

$$\Delta_2 > \Delta_1 \text{ şeýle ýagdaýda } T_2 < T_1$$

Şonuň üçin temperatura näçe pes bolsa şonça hem absorbsiýa gowy geçýär.

Basyşyň täsiri.

Ýokary basyşa, suwuk fazadaky ulanylýan komponentiň köp konsentrasıýasy degişlidir. Muny massa çalyşma prosesiniň hereketlendiriji güýjiniň üýtgemegi bilen subut etmek bolar:

$$\Delta_1 = y - y_1^*$$

$$\Delta_2 = y - y_2^*$$

$$\Delta_2 > \Delta_1 \text{ şeýle ýagdaýda } P_2 > P_1$$

Şonuň üçin absorbsiýa prosesini getirmek üçin pes temperatura we ýokary basyş gowydyr.

Desorbsiýa

Ýuwudyjydan ýuwudylan gazy arassa ýagdaýda ýa-da ony gaýtadan ulnmak üçin dikeltmek maksady bilen ýerine ýetirilýär. Eger gaz-suwuklygyň degişli deňagramlylygyndakydan gaz fazasyndaky gazyň konsentrasiýasi pes bolsa, onda gaz erginden gaz akymyna geçýör. Netijede desorbsiýa prosesi geçýär. Desorbsiýa, erginde erán gazy bölüp çykarma bolup, aşakdaky usullarda ýerine ýetirilýär:

1. Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowma;
2. Absorbente ýylylyk berip ergini bugartma;
3. Absorbentiň üst ýüzünde basyşy peseltme (wakuum döretme).

Desorbsiýa prosesini has netijeli geçirmek maksady bilen bu usullaryň birleşdirilen görnüşleri ulanylýar.

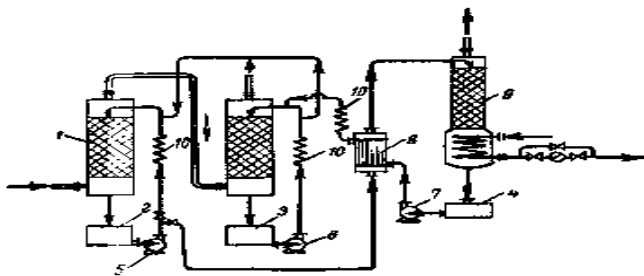
Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowmaklyk, absorbsiýanyň tersine geçýán prosesdir. Suwuk erginiň inert gazy bilen galtaşmasynda erán gazlar, gaz fazasyna geçýärler. Sebäbi, erginiň ýüzündäki gazyň parsial basyşy gaz garyndysyndakydan kiçi. Prosesi goýumly ýa-da barbotazly sütünlerde geçiýärler. Ergin sütüniň ýokarsyndan, inert gazyny bolsa aşakdan berilýär. Sütüniň aşaky böleginden dikeldilen ergin, ýokarsyndan bolsa – erginden bölünen gaz inert gaz bilen garyndy görnüşinge çykarylýar.

Senagatda inert gaz hökmünde köplenç howa ulanylýar. Prosesde bölünip alnan gaz halyndaky komponent arassa görnüşde alynman, howa garyndysy görnüşde bolýar. Şonuň üçin, gazdan bölünen komponent ulanylmaýan ýa-da şol komponentiň ýokary konsentrasiýasy gerek bolmadyk ýagdaýynda peýdalanylýan bolsa, bu usuly ulanylýan

Eger gazlar suwda eremeýán ýagdaýynda desorbsiýa geçirilende, inert gaz hökmünde suw bugy ulanylýar. Suw bugy

bilen bölünen garyndy sütünden çykarlandan soň, kondensatora iberilýár. Ol ýerde suw bugy kondensirlenýár, bölünen component bolsa arassa görnüşde alynýár. Eger komponentiň gaýnama temperaturasy ýeterlik derejede ýokary bolsa (mysal üçin benzol), onda ol suw bugy bilen kondensirlenýár we suwdan çökdürme ýoly bilen bölünýár.

Ergini bugardyp kowma usuly, kütek buguň kömegi bilen geçirilýár. Munda, dine bir bölünýán component dál, eýsem eredijiniň bir bölegi bugarýar. .



26-nji surat.

Suwuklygyň dikeldilmesi we desorbsiýasy geçirilýän
absorbsiýa desgasynyň çyzgysy.

1 –absorber; 2-4 – ýygnaýjy; 5-7 – nasoslar; 8 - ýylylyk çalşyjy;
9 – desorbsion sütün; 10 – sowadyjy.

26-nji suratda suwuklygyň dikeldilmesi we desorbsiýasy geçirilýän absorbsiýa desgasynyň çyzgysy getirilýär. Ýuwudylýan komponentden doýan absorbent, soňky absorberden 1, ýygnaýja 2 guýylýar. Ol ýerden nasos 5 arkaly ýylylyk çalşyjynyň 8 üstünden desorbsiýa sütünine berilýär. Dikeldilen ýuwudyjy, sütünden 9 ýylylyk çalşyja 8 barýar we desorbsiýa ugradylýan suwuklyga ýylylygyny berýär. Soňra sowadyjynyň 10 üsti bilen birinji absorbere suwarma görnüşde gaýtarylyp berilýär

Absorbsiýada massa çalyşma prosesi fazalaryň galtaşmasynda geçýär. Şonuň üçin suwuklyk tarapyndan gazlaryň ýuwudylmasy bolup geçýán apparatlarda gaz bilen suwuklygyň arasynda jebis galtaşma döredilmeli. Şol üsti

dörediliş usuly boýunça absorpsion apparatlaryny aşakdaky görnüşlere bölse bolýar:

1. üst ýüzli
2. barbotažly
3. pürküji

Absorber enjamyny saýlamak ony peýdalanmagyň (ekspluatasiýa etmegiň) aýratynlyklary bilen şertlendirilýär. Sebäbi enjamyň edilýän talaplara laýyk işlemegi şol aýratynlyklara baglydyr. Arassalaýyş tehnologiýasynda ulanylýan absorberler beýleki himiki prosesslerde peýdalanylýan absorberlere meňzeşdir. Ýöne olara garanynda has berk talaplary kanagatlandyrmalydyr. Adatça arassalanylmaly gazda bölünip alynmaly komponentiň konsentrasiýasy beýleki himiki prosesslerdäki bilen deňeşdireniňde örän kiçidir. Şol sebäpden gaz bilen suwuklygyň arasynda konsentrasiýalarynyň gradiýenti örän az tapawutlanýar. Bu bolsa massa çalyşmanyň we absorpsiónyň hereketlendiriji güýjiniň pes bolmagyna getirýär.

Ýene-de bir aýratynlyk arassalanylýan gazlaryň örän köp mukdarda bolmagydyr. Köp mukdardaky gazlary arassalamak üçin bolsa göwrümi has uly köp sanly enjamlary peýdalanmaly ýa-da absorberde gazynyň akymynyň tizligini ýokarlandyrmaly.

Bu faktorlaryň täsiri hem kiçi konsentrasiýa we köp mukdardaky gaz arassalaýyş tehnologiýasynda absorberleriň netijeliligini peseldýär.

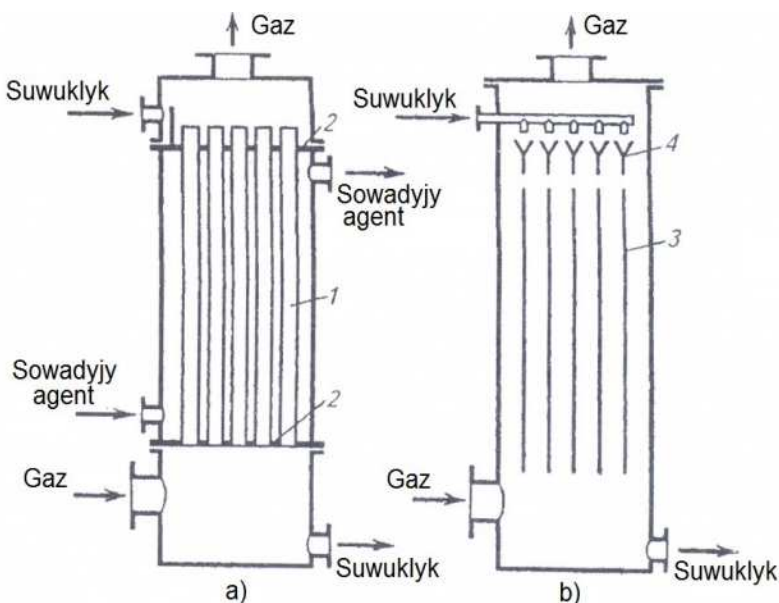
Şeýlelelikde absorpsion enjamlar suwuklyk bilen gazynyň ygtylary galtaşmagyny we netijeli garyşylmagyny üpjün etmelidirler.

Senagat zynjyrlaryny absorpsión usuly bilen arassalamakda dürli görnüşli absorpsión enjamlary pürküji absorberler, nasadkaly absorberler, köpürjikli absorberler, tarelkaly absorberler, dürli skrubberler peýdalanylýar.

Üst ýüzli absorberler

Bu görnüşli absorberlerde, suwuklygyň ýüzi ýa-da akýan suwuk plýonkanyň üsti fazalaryň galtaşma üsti bolýar.

Suwuklygyň ýüzünde faza galtaşmasy bolan absorberler hereketsiz ýa-da haýal akýan erkin üstden gaz geçýän gapdyr. Bu görnüşdäki apparatlarda gaz bilen suwuklygyň arasynda galtaşma örán pes. Şonuň üçin gaz bilen suwuklygyň garşylyklaýyn akýan hereketi bolan yzygider ýerleşdirilen absorberleriň hataryny ulanmaly bolýar. Absorbsiýada bölünip çykýan ýylylygy aýyrmak üçin, absorberlerde suw ýa-da başga sowadyjy agent bilen sowadylýan ýylan şekilli turbalary oturdýarlar. Absorberi garşylykly hereket edýän suwly gaba ýerleşdirýärler ýa-da diwaryň daşky ýüzüni suwarýarlar.



27-nji surat.

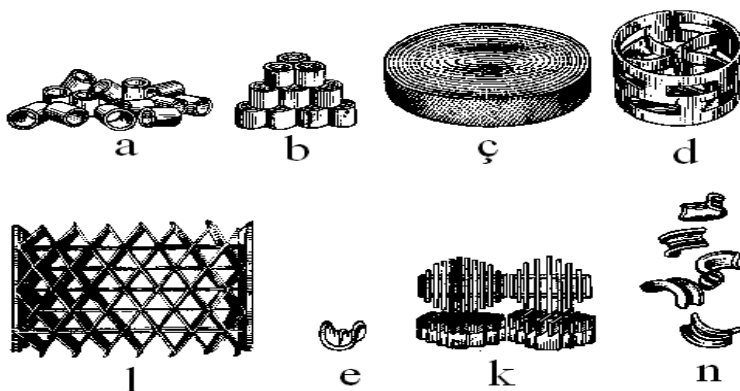
Aşak düşýän plýonkaly absorberler.

a-truba şekilli; b-list goýmaly; 1-trubalar; 2-truba gözenekleri; 3-plastinalar; 4-paýlaýjy gurluş.

Plýonkaly absorberlere turbaly we listli goýmaly absorberler degişli. Turbaly absorberler gurluşy boýunça

plýonkaly ýylylyk çalşyjylara meňzeş. Ýuwugyjy, ýokarky turba gözenegine berilýár we diwaryň içki ýüzünden ýukajyk plýonka görnüşinde aşak akýar. Gaz turba boýunça aşakdan ýokarlygyna, aşak akýan suwuklyga garşy hereket edýár. Absorbsiýada bölünip çykýan ýylylygy aýyrmak üçin, absorberniň turbaara giňişligine suw ýa-da başga sowadyjy agent goýberilýár.

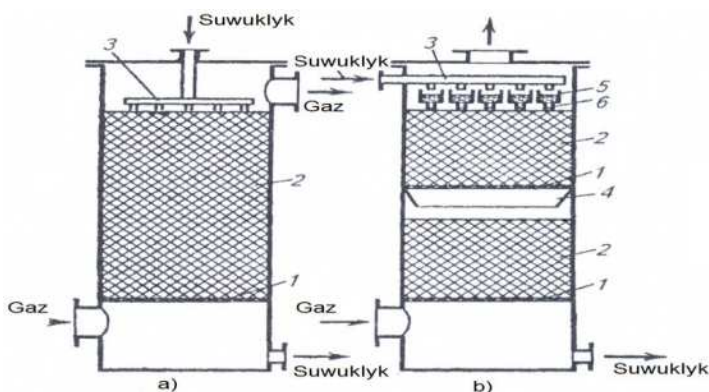
Goýumly absorberler goýum – dürli görnüşli gaty jisimler bilen doldurlan. Goýulma bolan ýagdaýynda suwuklyk bilen gazyň galtaşma üsti ýokarlanýar. Dürli görnüşdäki goýmalar ulanylýar. Olara ýuka diwarly halkalar, hordaly, eýer şekelli we beýleki goýmalar degişli.



28-nji surat. Goýumlaryň görnüşleri

- a – Raşig halkasy;
- b – tertipli goýlah Raşigiň halkasy;
- ç -Gudloý goýulmasy;
- d - Pallyň halkasy;
- e – Berliň eýeri;
- l - "Streýpak" goýulmasy;
- k– hordaly goýulma;
- n - "Intalloks" eýeri.

Senagatda absorber hökmünde içi goýulma (nasadka) bilen doldurlan sütünler giňden ýaýran. Goýumly sütünlerde goýulmalalar, gazyň w suwuklygyň akymyny geçirip bilýän direg gözeneginde ýerleşdirilýär. Suwuklyk paýlaýjynyň kömegi bilen goýylmalary suwarýar we aşaklygyna akýar. Goýulmanyň uza boýuna doly derejede ezilme bolup bilmeýär. Ol, sütüniň merkezi böleginde goýulmalaryň diwaryň ýanyndakylara seredilende has dykyz ýerleşdirilendigi bilen düşündirilýär. Munuň netijesinde, suwuklygyň merkezi bölekden diwara tarap akmaklygy döreýär. Şonuň üçin, diametri uly bolan sütünlerde goýulmalaryň ezilmegini gowylandyrmak üçin, beýikligi 2-3 metr gatlak görnüşde goýulma goýulýar.



29-nji surat. Goýumly absorberler:

a)-tutuşlygyna guýulan goýumly; b)-gatlaklaýyn goýulan goýumly; 1- saklaýjy gözenek; 2-goýum; 3-suwuklyk paýlaýjy gurluş; 4-gaýtadan paýlaýjy; 5-želob; 6-patrubok.

Goýulmalaryň esasy häsiýetleriniň biri hem onuň udel üsti a (m^2 / m^3) we erkin göwrümidir ϵ (m^3 / m^3). Öýjüksiz goýulmanyň erkin göwrüminiň ululygyny goýulmany suw bilen doldurmak arkaly tapylýar. Suwuň göwrüminiň goýulmanyň göwrümine bolan gatnaşygy erkin göwrümi ϵ berýär. Goýulmanyň ekwiwalent diametri:

$$d_e = 4 \varepsilon / a$$

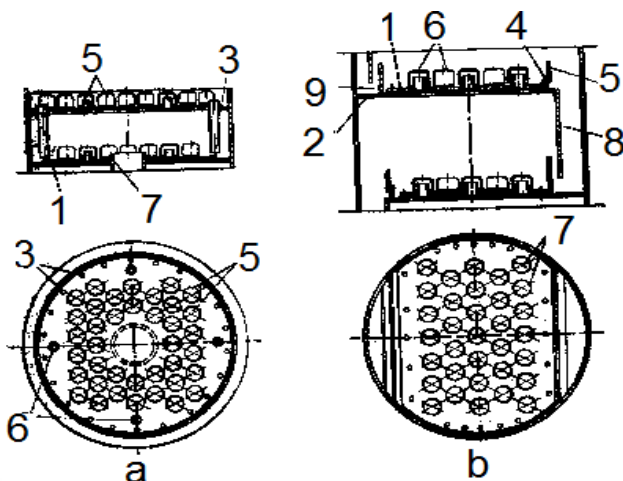
Senagatda, geçirilýän prosese baglylykda, belli bir derejede talaplary kanagatlandyran görnüşi we ölçegi boýunça dürli goýulmalar ulanylýar. Goýulmalar dürli materiallardan (keramikadan, farfordan, polatdan, plastmassadan we başgalardan) ýasalýar. Goýulmalary saýlap almaklyk, goýulmanyň udel üsti, ezilijiligi we poslama çydamlylygy bilen geçirilýar.

Goýulma hökmünde, ölçegleri 25–100 mm bolan tutuşlygyna guýlup ualnylýan koks ýa-da kwars ulanylýar. Senagatda has giň ýaýran goýulmalar 28-nji suratda görkezilen. Goýulmaly sütünleriň esasy aýratynlygy olaryň ýönekeýligi we pes gidrawliki garşylyklarynyň bolmagydyr. Kemçiligi, ýylylygyň aýrylmasynyň kynlygy we suwarmanyň pes dykzlylygynda ezijiliginiň ýaramazlygy.

Barbotažly absorberlerde fazalaryň galtaşma üsti, suwuklykda düwmejik we akýan gatlak görnüşinde gaz akymy bilen ösdürilýär. Gazyň şeýle hereketine **barboraž** diýilýär we tabakly sütünlerde ýerine ýetirilýär. Gazyň we suwuklygyň şeýle hásiýetdäki tásirleşmesine asylma kadasynda işleýän goýmaly sütünlerde hem gözegçilik etse bolýar. Tabakly sütünleriň aýratyn tarapy, olarda geçýan prosesiň basgançaklaýyn geçmegi bilen baglanyşyklydyr. Apparatda gaz bilen suwuklyk aýratyn basgançakda (tabakda) yzygider galtaşýarlar.

Guýujy gurluşy bolan tabaklar elekli tabaklar, kolpakly tabaklar, klapanly we ballastly tabaklar, plastinaly tabaklar görnüşlerde bolýarlar:

Tabakly absorberler, düzgün boýunça dik sütün bolup, olaryň içinde biri-birinden kesgitli aradaşlykda kese bölünmeler – tabaklar ýerleşdirilen. Tabaklaryň kömegi bilen fazalaryň ugrukdyrlan hereketi we suwuklygyň hem-de gazyň birnäçe gezek galtaşmasy ýerine ýetirilýär.



30-nji surat.

Suwuklygy dürli guýuşly kolpakly tabaklar

a)- radikal guým; 1 – disk; 2 – prokladka; 3 – boltlar; 4 – direk halkasy; 5 – kolpaklar; 6 – turbalar; 7 – merkezi guýujy turba; b) – diametral guým: 1 – disk; 2 – direk listi; 3 – kabul ediji böwet; 4 – guýujy böwet; 5 – çalşyjy darak; 6 – bölüji; 7 – kolpaklar.

Häzirki wagtda senagatda tabakly apparatlaryň dürli gurluşy ulanylýar. Tabaklardan suwuklygy guýulmasy boýunça barbotaž absorberlerini aşakdaky görnüşlere bölse bolýar:

1. guýujy gurluşy bolan tabakly
2. guýujy gurluşy bolmadyk tabakly

Islendik gurluşly tabaklaryň netijeliligi, olaryň gidrodinamiki kadasyna köp derejede bagly. Şonuň üçin tabaklaryň esasy gurluşlaryny beýan etmek üçin esasy kadalara seredeliň. Gazyň tizligine we suwarmanyň dykzlygyna baglylykda esasy üç sany gidrodinamiki kada tapawutlandyrylýar:

1. Düwmejikli
2. Köpürjikli
3. Akymly ýa-da inžeksion.

Bu kadalar barbotaž gatlagyň gurluşy boýunça tapawutlanýarlar we onuň gidrawliki garşylygyny we beýikligini, şeýle hem fazalaryň galtaşma üstüniň ululygyny kesgitleýär.

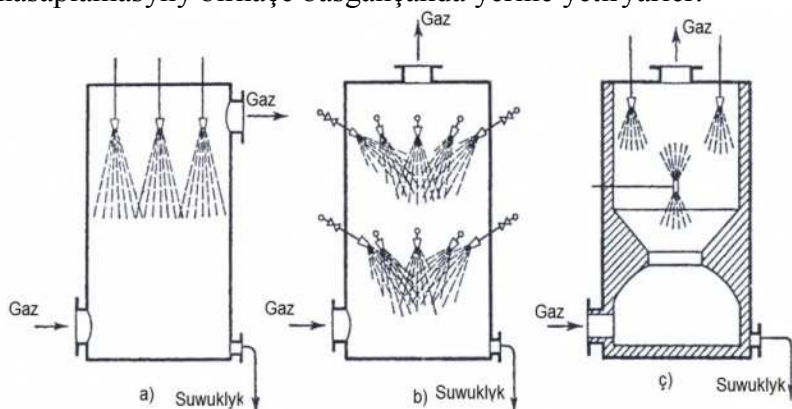
Guýujy gurluşy bolmadyk tabaklar aşakdaky görnüşlerde bolýarlar:

1. Deşikli tabaklar
2. Gözenekli tabaklar
3. Turba şekilli tabaklar
4. Tolkunly tabaklar

Suwuklyk bilen pürkülýän absorberlerde gaz akymynda fazalaryň arasyndaky galtaşma pürkülme ýa-da sepilemek ýoly bilen gazanylýar.

Bütewi pürküji apparatlar sütün görnüşde bolup, olaryň aýratynlygy gurluşlarynyň ýönekeýligi, pes gidrawliki garşylygy, hapalanan gazlar bilen işläp bolmaklygy, seretmekligin, abatlamagyň we arassalamaklygynyň ýönekeýligindedir.

Pürküji apparatlar esasan gowy ereýän gazlary ýuwutmak üçin ulanylýar. Absorberleriň tehnologiكي hasaplamasyny birnäçe basgançakda ýerine ýetirýärler.



31-nji surat. Pürküji absorberler:

- a) pürküjiniň aşak gönükdirilen absorberi; b) pürküjiniň burç boýunça gönükdirilen absorberi; c) pürküjiniň aşaky bölekde gysylan absorberi.

Birinji basgançakda material we energetiki hasaplamalary amala aşyrýarlar, deňagramlyk şertlerini gurnaýarlar, deňagramlyk çyzygyny we işçi çyzygy gurýarlar, konsentrasiýanyň üýtgeме derejeleriniň teoretiki sanyny tapýarlar, ergini taýlamagyň zerurlyklaryny kesgitleýärler, ergini aýlamaga energiýanyň sarp edilişini kesgitleýärler, ergini regenerasiýa etmegiň gerekli derejesini gurnaýarlar, regenerasiýa energiýanyň sarp edilişini we regenerasiýada erginiň ýitgilerini kesgitleýärler.

Hasaplamagyň ikinji basgançagynda enjamlaryň gurluşlarymy saýlaýarlar, massa we ýylylyk geçirijiligi, gidrodinamikany hasaplaýarlar we enjamyň göwrümlerini hasaplaýarlar.

Üçünji basgançakda tehnologiiki parametrlerini takyklaýarlar we prosesi amatlaşdyrmagyň gözleglerini amala aşyrýarlar.

Absorberleri taslamakda enjamyň diametrini we onuň beýikligini, içki bölekleriniň ölçeglerini (suwuklygy girizmek, onuň gaz bilen galtaşmagyny üpjün etmek we paýlamak üçin gurluşlary), absorberde suwuklygyň amatly tizligini kesgitlemek zerurdyr.

Absorberiň ölçeglerini hasaplamak üçin material balansy düzmeli,

$$G_b Y_b + L_b X_b = G_a Y_a + L_a X_a$$

Işçi çyzygyň deňlemesi,

$$Y = \frac{L}{G} X + (Y_b - \frac{L}{G} X_a)$$

Siňdiriji suwuklygyň umumy sarp edilişi,

$$L = G(Y_b - Y_a) / (X_a - X_b)$$

Massa geçirijilik prosesleriniň ortaça hereketlendiriji güýjüni aşakdaky formulalar boýunça hasaplaýarlar;

$$\Delta Y_{or} = (Y_b - Y_a) / \int_{Y_a}^{Y_b} \frac{dY}{Y - Y^*}$$

$$\Delta X_{or} = (X_b - X_a) / \int_{X_b}^{X_a} \frac{dX}{X^* - X}$$

Bu ýerde G-gaz fazasynyň sarp edilişi, kg/sek,

G_b we G_a - absorbere girýän we ondan çykýan ýerde onuň mukdary.

X- paýlanylýan komponentiň suwuk fazadaky konsentrasiýasy, massa paýy

X_b we X_a - absorbere girýän we ondan çykýan ýerde onuň mukdary.

L- siňdiriji suwuklygyň sarp edilişi, kg/sek.

L_b we L_a - absorbere girýän we ondan çykýan ýerde onuň mukdary.

Y- paýlanylýan komponentiň gaz fazadaky konsentrasiýasy, massa paýy

Y_b we Y_a - absorbere girýän we ondan çykýan ýerde onuň mukdary.

X^* -paýlanylýan komponentiň deňagramlyk konsentrasiýasy, massa paýy.

Y* - deňagramlyk konsentrasiýasy, massa paýy. Onda absorberiň siňdirilýän komponent boýunça öndüriligi;

$$M = G(Y_b - Y_a)$$

Siňdiriji suwuklygyň sarp edilişi

$$L = M(X_a - X_b)$$

Geçirmegiň birliginiň umumy sany;

$$N_{og} = \int_{Y_a}^{Y_b} \frac{dY}{Y - Y^*} = \frac{K_g F}{G}$$

$$N_{os} = \int_{X_b}^{X_a} \frac{dX}{X^* - X} = \frac{K_s F}{L}$$

Geçirmegiň birliginiň beýikligi;

$$h_{og} = \frac{G}{K_g a S}$$

$$h_{os} = \frac{L}{K_s a S}$$

bu ýerde N_{og} we N_{os} - geçirmegiň birliginiň umumy sany;

K_g we K_s -massa geçirijilik koeffisienti, m/sek;

F- fazalaryň galtaşma üsti, m^2

a-fazalaryň galtaşmagynyň udel üsti, m^2/m^3

S- absorberiň kese kesiginiň meýdany, m^2

Fazalaryň dyngysyz galtaşmagynda enjamyň beýikligi;

$$H = N_{og} h_{og}$$

$$N = N_{os} h_{os}$$

Ýa-da

$$H = \frac{M}{K_g a S Y_{or}}$$

$$H = \frac{M}{K_s a S X_{or}}$$

Boş absorberlerde suwuklyk forsunkalar arkaly pürkülýär. absorberiň netijeliligi pürkülýän suwuklygyň mukdaryna, pürkülme fakeliniň burçunyň konusyna, damjalaryň dispersliligine we olaryň fakeliň kese kesigi boýunça paýlanşygyna baglydyr.

Forsunkanyň öndürijiligi aşakdaky formula boýunça hasaplanýar;

$$V = \xi f \sqrt{\frac{2P}{P_s}}$$

Bu ýerde P-forsunkanyň önünde suwuklygyň basyşy, Pa

P_s -suwuklygyň dykzlygy, kg/m^3

f-forsunkanyň çykyş deşiginiň meýdany, m^2

ξ -suwuklygyň sarp ediliş koeffisienti, ol 0,2-0,3 deň.

Absorberiň diametri aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär;

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}}$$

Senagat kärhanalarynyň gazlaryny absorbsiýa usuly bilen arassalamak esasan hem gazlary kükürt dioksidinden (suw bilen absorbirlemek, hek suwy bilen absorbirlemek, magniý gidroksidi bilen absorbirlemek, sink oksidi bilen absorbirlemek, ammiak bilen absorbirlemek, erän duzlar bilen absorbirlemek, aromatiki aminler bilen absorbirlemek); gazlary kükürtwodoroddan, kükürtuglerodan, merkaptanlardan (wakuum-karbonat usullary, fosfat usuly, myşýäk-aşgar usullary, aşgar-gidrohinon usuly, etanolaminler bilen absorbirlemek); gazlary azodyň oksidlerinden (suw bilen absorbirlemek, aşgarlar bilen absorbirlemek); gazlary galogenlerden we olaryň birleşmelerinden (suw bilen absorbirlemek, aşgarlaryň, duzlaryň suwly erginleri we käbir suspenziýalar bilen absorbirlemek, organiki maddalar we eredijiler bilen absorbirlemek); gazlary uglerodyň oksidlerinden (mis-ammiak usuly, mis-alýuminiý-hlorid erginleri bilen absorbirlemek, suwuk azot bilen ýuwmak) we beýlekilerden arassalamakda giňden peýdalanylýar.

4.3 Gazlary adsorbsiýa usuly bilen arassalamak

Senagat kärhanalarynyň zyňyndy gazlaryny hapalaýjy garyndylardan adsorbsiýa usuly bilen arassalamak ultramikroskop gurluşly käbir gaty jisimleriň gaz garyndysyndan aýratyn komponentleri saýlap almak we öz üstünde konsentrirlemek (jemlemek) häsiýetine esaslanandyr. Kapilýar gurluşly öýjükli jisimlerde üstüne siňdirmek kapilýar kondensasiýa bilen doldurylýar.

Adsorbsiýa prosessi haçanda haýsydyr bir maddanyň molekulasy gaty jisimiň üstüne kondensasiýa temperaturasyndan ýokary temperaturada molekulalaryň özara dartýşma güýjüniň (Wan-der-Waals güýji) täsirinde

ýelmeşende bolup geçýär. Şonda bölünip çykýan ýylylyk dartyşma güýjüne baglydyr we buglaryň kondensasiýa ýylylygyna gabat gelýär (2-20 KDž/mol). Adsorbirlenýän maddanyň we adsorbentiň molekulalarynyň arasynda hiç-hili himiki reaksiýa bolup geçmeýär we hiç-hili himiki baglanyşyk emele gelmeýär. Şeýle prosess fiziki adsorbsiýa diýilip atlandyrylýar. Fiziki adsorbsiýa örän çalt bolup geçýär. Onuň artykmaçlygy-prosessiň yzyna gaýtýanlygydyr. Basyşy peseltmekde ýa-da temperaturany ýokarlandyrmakda adsorbente siňdirilen gaz himiki düzümini we häsiýetlerini üýtgetmezdenyzyna bölünip çykýar (desorbsiýa prosessi). Bu bolsa gazy ýa-da adsorbenti gaýtadan peýdalanmakda ykdysady taýdan örän amatlydyr.

Eger adsorbent öýjükli madda bolup onuň öýjükleriniň ölçegleri siňdirilýän maddanyň molekulalarynyň diametrinden uly bolsa onda, molekulalar şol öýjükleriň içine girip bilýärler. Bu bolsa adsorbentiň siňdirijilik (sorbsion) göwrümini birnäçe esse ýokarlandyrýar. Kondensirlenýän buglar we gazlar üçin öýjükler hasda uly ähmiýete eýedir. Örän dar öýjüklerde (onlarça nanometr) buglar berlen temperaturadaky doýgun buglaryň basyşy bilen deňeşdireniňde has pes basyşlarda suwuklandyrylýar. Öýjüklerde buglary baglaşdyrmagyň şeýle mehanizimi kapilýar kondensasiýasy diýilip atlandyrylýar. Şeýle bolanda hem siňdirijilik göwrüm örän ýokarlanýar.

Şeýlelikde hapalaýjy gazlary we buglary adsorbirmekde örän uly işjeň (aktiw) üstli maddalar peýdaladyr.

Adsorbentler ýa-da siňdirijiler hökmünde massa birliginde uly üst meýdany bolan öýjükli maddalar peýdalanylýar. Olar tebigy ýa-da sintetiki gelip çykyşly bolup bilerler.

Senagatda giňden ulanylýan adsorbentleriň içki gurluşy dürli ölçeglerdäki we formulardaky boşluklar ýa-da öýjükler bilen häsiýetlendirilýär. Olar makro-geçiş(mezo) we mikro öýjükler hökmünde tapawutlandyrylýar.

Mikro öýjükleriň jemi göwrümi adaty 0.5sm³/gr ýokary bolmaýar. Olaryň ölçegleri effektiv radiusyň ululygy

$$r_{ef}=1,5*10^{-9}$$

bilen şertli çaklendirilýär we adsorbirlenýän molekulalaryň effektiv radiusy bilen laýyk gelýär. Mikro öýjüklerde adsorbirlenmegiň aýratynlygy olaryň göwrüminiň adsorbirlenýän molekulalaryň doldurýanlygydyr.

Geçiş (mezo) öýjükleri effektiv radiuslarynyň $1.5 * 10^{-9}$ –dan $2 * 10^{-7}$ m aralygy bilen häsiýetlendirilýär. Mikro öýjüklerden tapawutlylykda olarda gatlakly mono-ýa-da polimolekulýar adsorbsiýanyň bolup geçmek mümkinçiligidir. Sebäbi bu ýerde adsorbsiýanyň güýçleri öýjügiň ähli göwrümini ýapyp bilmeyärler. Geçiş öýjükleriniň gutarnykly dolmagy belli bir şertlerde kapilýar kondensasiýanyň mehanizimi boýunça bolup geçýär. Ol adsorbirlenýän maddanyň bugunyň basyşynyň öýjüklerdäki (kapilýarlardaky) suwuklygyň meniksiniň üst dartyş güýjüniň täsirinde peselmeginden ýüze çykýar. Senagat adsorbentleriniň geçiş öýjükleriniň udel üsti adaty 10-400m²/gr aralygynda bolýar.

Senagat adsorbentleriniň makro öýjükleri $2 * 10^{-7}$ m –den uly effektiv radiusuň ölçeglerine eýedirler. Bu görnüşli öýjükleriň udel üsti 0.5-2 m²/gr töweregidir. Bu bolsa adsorbsiýanyň ululygynyň örän ujypsyzdygyny aňladýar. Bu öýjüklerde kapilýar kondensasiýa bolmaýar. Mikro we geçiş öýjükleri adsorbsiýada siňdirilýän molekulalaryň mikro öýjüklere barmagyny we adsorbenti regenerasiýa etmekde olary yzyna çykmagyny üpjün edýän ýollaryň rolyny ýerine ýetirýärler.

Senagat adsorbentleriniň esasy görnüşleri garyşyk öýjükli materiallardyr. Ýöne olaryň gurluşynda öýjükleriň ölçegleriniň görnüşiniň mukdaryna baglylykda mikro öýjükli, geçiş öýjükli we makro öýjükli diýilip toparlara bölünýär.

Öýjükli adsorbentler hakyky, hyýaly we dökülme (grawimetriki) dykzlyklarynyň ululuklary bilen häsiýetlendirilýär. Hakyky dykzlyk massa birliginiň

adsorbentiň dykyz göwrümine (öýjüksiz) bolan gatnaşygy aňladýar.

$$\rho_h = G / (V_1 - V_2)$$

bu ýerde

G – adsorbentiň massasy.

V_1 – öýjükleri hasaba almak bilen adsorbentiň göwrümi.

V_2 – öýjükleriň göwrümi.

Hyýaly dyklyk P_k adsorbentiň düwürjikleriniň onuň göwrümine bolan gatnaşygyny aňladýar. Dökülme dyklygy adsorbentiň düwürjikleriniň massa birliginiň onuň gatlagynyň göwrümine bolan gatnaşygyny aňladýar.

Hyýaly we dökülme dyklyklary adsorbentiň gatlagynyň öýjükliligi bilen baglanşyklydyr.

Ýagny

$$\rho_d = (1 - \epsilon) \rho_h$$

onda

$$\epsilon = 1 - \rho_d / \rho_h$$

Adatça senagat adsorbentleriniň düwürjikleriniň formasy şar görnüşli bolmaýarlar. Şonuň üçin hasaplamalarda ekwiwalent diametr ululygy peýdalanylýar.

$$d_{ek} = 6 / S_v$$

bu ýerde:

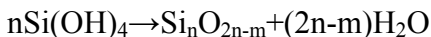
S_v – göwrüm birliginiň udel geometriki üsti.

Senagat kärhanalarynyň gaz görnüşli zyňyndylaryny hapalaýjy maddalardan arassalamakda işjeň kömürler, silikogeller, alýumogeller, seolitler we ionitler peýdalanylýar.

Işjeň kömürler gidrofob häsiýeti bilen häsiýetlendirilýär. Ýagny suwy erbet siňdirmek häsiýetine eýedir. Şonuň üçin olary dürli çyglylykdaky gazlary arassalamakda peýdalanmak bolýar. Senagatda gaz

arassalamak köplenç 1-6 mm diametrli silindr şekilli düwürlenen AG-2, CKT, AP,CKT-3, APT markaly işjeň kömürler peýdalanylýar. Olaryň mikro öýjükleriniň göwrümi ortaça $0.24-0.48 \text{ sm}^3/\text{g}$, grawimetriki dykzlygy $0.3-0.6 \text{ g/sm}^3$. İşjeň kömürleriň esasy ýetmezçiligi olaryň mehaniki berkliginiň pesligi we ýanmak ukubyna eýedigidir.

Silikageller özleriniň himiki düzümi boýunça gidratizlenen amofor kremnezemlarydyr ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{HO}$). Olar üýtgäp durýan düzümlü, reaksiýa ukyply birleşmelerdir. Olaryň reaksiýasy polikondensasiýa mehanizmi boýunça geçýär:



Senagatda silikageller şar, tabletka ýa-da göni däl formaly bölekler görnüşinde öndürilýär. Silikagelleriň öýjükleriniň göwrümi $0.3 - 1.2 \text{ sm}^3/\text{gr}$, udel üsti $300 - 750 \text{ m}^2/\text{gr}$, grawimetriki dykzlygy $0.4-0.9 \text{ gr/sm}^3$. Olar ýanmaýar, mehaniki berk we pes temperaturalarda regenerasiýa ($110-200^\circ \text{C}$) geçýär.

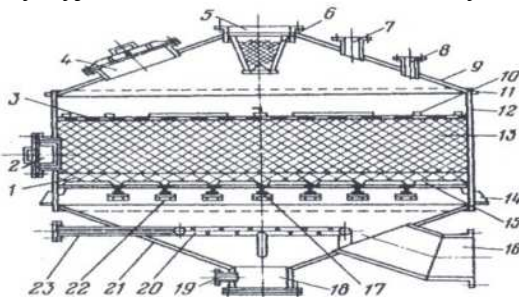
Alýumogeli (alýumininiň aktiw oksidi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) alýumininiň dürli gidroksidlerini aşa gyzdyrmak arkaly alýarlar. Senagatda alýumogeller $2.5-5.0 \text{ mm}$ diametrli we $3-7 \text{ m}$ uzynlykdaky silindr görnüşli granula we $3-4 \text{ mm}$ diametrli şar görnüşinde öndürilýär. Alýumogelleriň udel üsti $170-220 \text{ m}^2/\text{gr}$. Silikagellerden tapawutlylykda alýumogeller çyglylygyň täsirine durnukly.

Seolitler düzüminde aşgar we aşgar –ýer metallarynyň oksidlerini saklaýan we öýjükleriniň sazlaşykly gurluşy bilen tapawutlanýan alýumosilikatlardyr. Öýjükleriniň ölçegleriniň molekulalaryň öýjükleri bilen deň gelyändigini üçin olary “molekulýar elek” diýip hem atlandyrýarlar. Seolitleri sintetik usul bilen ýa-da tebigy ýataklardan gazyp alýarlar. Gaz arassalamakda esasan seolitleriň NaA, CaA, CaX, NaX markalary ulanylýar. Olar senagatda silindr ýa-da şar şekilli granula görnüşinde öndürilýär. Diametrleri adaty $2-5 \text{ mm}$.

Seolitler ýokary temperaturalarda (150-250 °C) hem özleriniň adsorbirmek ukubyny saklap bilýärler.

Ionitler–ýokary molekulýar birleşmeler-senagatyň hapalanan gazlaryny arassalamakda giň peýdalanma eýe dälidirler.

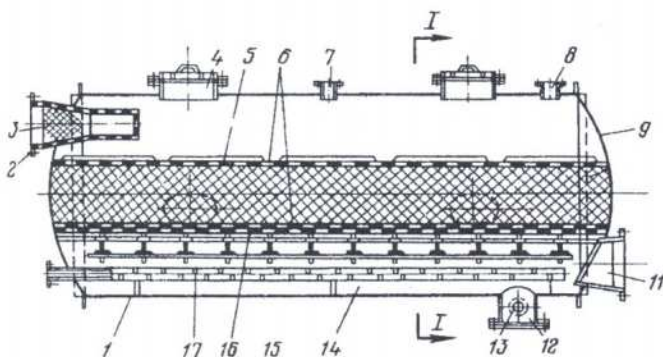
Adsorberler konstruksiýalary boýunça wertikal, gorizonta ýa-da tegelek göwrümler görnüşinde bolýarlar. Olary öýjükli adsorbentler bilen doldurýarlar.



32-nji surat.

Wertikal adsorber.

1-grawiý, 2-düşürilýän lük, 3-setka, 4-ýüklenilýän lük, 5-başdaky garyndyny bermek üçin ştuser, 6-setka, 7-desorbsiýa buglaryny çykarmak üçin ştuser, 8-gorag klapany üçin ştuser, 9-gapak, 10-ýükler, 11-halka, 12-korpus, 13-adsorbent, 14-direg halka, 15-gözenek, 16-arassalanan gazyň ştuseri, 17-balkalar, 18-serediýän lük, 19-kondensaty aýyrmak we suwy bermek üçin ştuser, 20-barbater, 21-enjamyň düýbi, 22-balkalaryň diregi, 23-suw buglaryny barbateriň üsti bilen bermek üçin ştuser.



33-nji surat.

Gorizontaal adsorber.

1-korpus, 2-adsorbsiýada buggazgaryndysyny bermek üçin we guratmakda we sowatmakda howany bermek üçin ştuser, 3-paýlaýjy gözenek, 4-gorag membranaly ýüklemek üçin lýuk, 5-ýükler, 6-gözenek, 7-gorag klapán üçin ştuser, 8-desorbsiýa basgançaýynda buglary çykarmak üçin ştuser, 9-adsorbent gatlagy, 10-adsorbenti düşürmek üçin lýuk, 11-adsorbsiýa basgançaýynda arassalanan gazy çykarmak we guratmakda we sowatmakda işlenen howany çykarmak üçin ştuser, 12-seretmek üçin lýuk, 13-kondensaty çykarmak we suwy bermek üçin ştuser, 14-balkalar üçin direg, 15-balkalar, 16-kolosnik gözenekleri, 17-barbater.

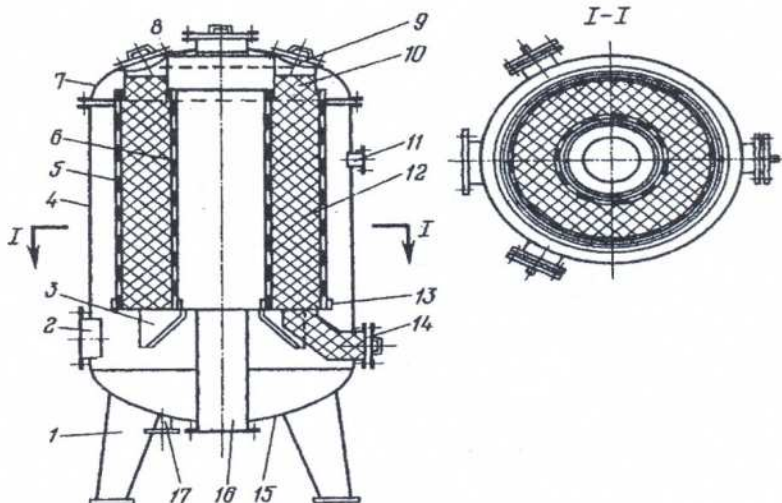
Gazlar hereket etmeýän (üznükli hereketli) ýa-da hereketlenýän (üznüksiz hereketli) adsorberiň gatlagyndan süzülýär. Olardan üznükli hereketli adsorberler giňden ulanylýandyr. Olar guruluşlarynyň ýönekeýligi bilen tapawutlanýarlar.

Guruluşy wagtal-wagtal saklap regenerasiýa etmek gerekdir. Onuň üçin gyzgyn bug peýdalanylýar. Adsorberleri hasaplamakda şu berlenleri peýdalanylýarlar:

-arassalanýan gazyň göwrümi, m^3 / sek, garyndynyň konsentrasiýasy, mg/m^3 , gazyň basyşy, Pa.

Hasaplamalaryň netijesinde adsorbentiň gerekli mukdaryny, konstruktiw ölçeglerini, enjamyň gidrawliki garşylygyny we adsorberiň gorag täsiriniň dowamlygyny

kesgitleýärler.



34-nji surat. Halka görnüşli adsorber.

1-gurnajy ayak, 2- adsorbsiyada buggazgaryndysyny bermek üçin we guratmakda we sowatmakda howany bermek üçin ştuser, 3-silindriň aşagyndaky baza üçin direg, 4-korpus, 5, 6- içki we daşky perforirlenen silindrler, 7-gapak, 8- seretmek üçin lýuk, 9- ýüklemek üçin lýuk, 10-bunker-kompensator, 11-gorag klapany üçin ştuser, 12-adsorbent gatlagy, 13-silindrlr üçin baza, 14-düşürmek üçin lýuk, 15-desganyň düýbi, 16-adsorbsiya basgançagynda arassalanan gazy çykarmak we guratmakda we sowatmakda işlenen howany çykarmak üçin ştuser, 17- desorbsiya basgançagynda buglary we kondensaty çykarmak üçin we suw bermek üçin ştuser

Adsorberiň hasaplamasynyň birinji basgançagynda işçi temperaturany we sorbentiň görnüşini saýlaýarlar. Sorbentiň adsorbsion ukubyny ýokarlandyrmak üçin işçi temperaturany mümkin boldugyça minimal bolar ýaly saýlaýarlar. Aktiwleşdirilen kömürde adsorbsiya etmek üçin 30°C temperatura amatlydyr.

Sorbentiň gerekli minimal massasyny saklanylýan komponentiň material balansy boýunça kesgitleýärler.

$$m_a = 10^3 \frac{Q c_0 \tau}{a_\infty} k_3$$

bu ýerde a_∞ - işçi şertlerde adsorbentiň statiki siňdirijilik ukyby, mg/kg.

τ -adsorbsiýa prosesiniň dowamlylygy, s.

K_3 -ätiýaçlyk koeffisienti, ol 1,1-1,2 diýilip kabul edilýär.

Adsorberde gaz akymynyň tizligini adsorberde basyşyň peselmegine p baglylykda hasaplaýarlar.

$$w_g = \sqrt[3]{\frac{4\kappa_f \Delta \rho \partial_\rho \Pi_n^3 \rho_n Q_g}{3\xi \rho_g (1 - \Pi_n) m_a}}$$

bu ýerde k_f -sorbentiň dänesiniň formasynyň koeffisienti.

d_3 - sorbentiň dänesiniň ekwiwalent diametri.

Π_n -sorbentiň gatlagynyň öýjükliligi.

ξ - gidrawliki garşylygyň koeffisienti.

Adatça gazyň sorbent bilen galtaşma wagtyňy minimal gidrawliki garşylykda $w_g = 0.15-0.5$ m/sek çäklerinde saýlaýarlar.

Adsorberiň ölçegleri (diamert D_a we adsorbent gatlagynyň uzynlygy L_a) aşakdaky formulalar boýunça hasaplaýarlar.

$$D_a = \sqrt{\frac{4Q_g}{\pi \omega_g \Pi_n}}$$

$$L_a = \frac{4m_a}{\pi \rho_n D_a^2}$$

Adsorberiň gorag täsiriniň wagtyňy adsorbsiýa izotermasyny egrisiniň häsiýeti boýunça kesgitlenýär.

$$\tau = [L_a = \sqrt{\frac{60G}{w_g}} - b \sqrt{\frac{G}{\beta S_{ud}}}]^2$$

Senagat kärhanalarynyň gazlaryny adsorbsiýa usuly bilen arassalamak esasan hem gazlary uçujy eredijilerden, kükürtwodoroddan, kükürtorganiki birleşmelerden, azodyň oksidlerinden, galogenlerden we olaryň birleşmelerinden, kükürt dioksidinden, simabyň buglaryndan we beýlekilerden arassalamakda giňden peýdalanylýar.

4.4 Gazlary ýylylyk arkaly neýtrallaşdyрма arkaly arassalamak

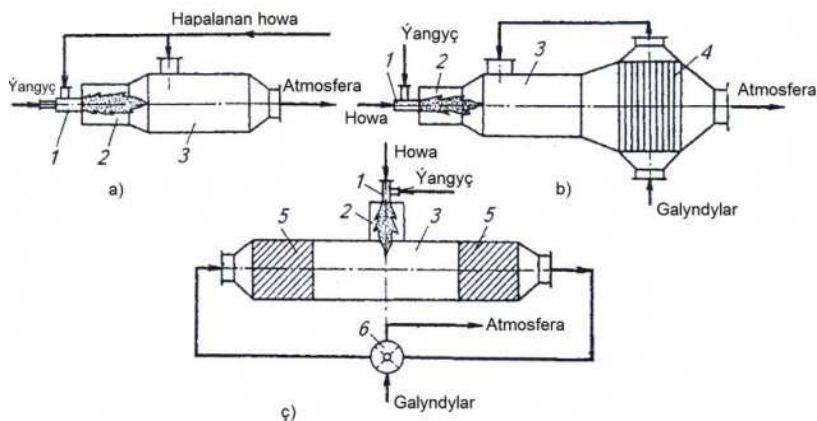
Bu usul ýanýan zäherleýji elementleriň (gazlaryň, buglaryň we ýiti ysly maddalaryň) erkin kislorodyň gatnaşmagynda gaz garyndynyň ýokary tempraturalarynda okislenip az zäherleýjilikli elementlere öwürlmek häsiýetine esaslanýar. Ýylylyk arkaly neýtrallaşdyрма usuly dürli ýagdaýlarda adsorbsiýa, adsorbsiýa usullardan köp esse gowy. Şlam hojalygynyň ýoklygy, enjamlaryň kiçiligi, hyzmat etmegiň ýönekeýligi, arzan bahalarda ýokary arassalaýjylyk netijeliligi we beýleki wajýp görkezijiler bu usuly giň ýaýramagyna getirdi.

Okislenme reaksiýasynyň önümleriniň käbir häsiýetnamalary ýylylyk arkaly neýtrallaşdyрма usulyny peýdalanmagyny çäklendirýär. Düzüminde fosfor, kükürt we galogenleri saklaýan gazlary ýakmakda emele gelýän reaksiýa önümleri zäherleýjiligi boýunça başdaky garyndydan birnäçe esse ýokary. Şundan ugur alyp ýylylyk arkaly arassalamak usuly organiki gelip çykyşly zäherleýji gazlary (fosfor, kükürt we galogenleri saklamaýan) arassalamak üçin peýdalanylýar.

Gaz zyňyndylaryny ýylylyk arkaly arassalamagyň üç görnüşi tapawutlandyrylýar: ýalynda göni ýakmak, ýylylyk arkaly okislendirmek, katalitiki ýakmak. Arassalamagyň usulyňy saýlamak hapalaýjy maddalaryň himiki düzümine, olaryň konsentrasiýasyna, gaz zyňyndysynyň tempraturasyna, arassalanmaly gazyň göwrümine we hapalaýjy maddalary zyňmagyň rugsat edilýän kadalyklaryna baglylykda kesgitlenýär.

Ýalynda göni ýakmak usulyňy haçanda arassalanýan gazlar prosessi geçirmek üçin gerek bolan energiýanyň köp bölegini üpjün edýän ýagdaýynda peýdalanmak amatlydyr. Ykdysady nukdaýnazarlardan onuň goşandy 50% -den ýokary bolmaly. Ýalynda göni ýakmak üçin desgalary taslamakda ýakylýan gazlaryň we ýangyç üçin ulanylýan gazyň howa bilen garyndysynyň partlama ýa-da öz-özünden ýanmak çäklerini bilmek zerurdyr. Bu görkezijiler gaz görnüşli galyndynyň goşmaça ýangyç bermezden ýanmak ukybynyň bardygyny ýa-da ýokdygyny görkezýär. Senagat möçberlerinde howpsyzlygy üpjün etmek üçin ýakylýan gazlaryň we ýangyç üçin ulanylýan gazyň howa bilen garyndysynyň partlama ýa-da öz-özünden ýanmak çäginini onyň aşaky çägininiň 25% -den ýokary bolmadyk şertlerinde amala aşyrýarlar.

Ýalynda göni ýakmak usulyňy amala aşyrmaga päsgelçilik döredýän esasy mesele onuň tempraturasynyň 1300 °C çenli ýetýändigidir. Howanyň artykmaç mukdarynyň ýeterlik bolmagy we ýokary tempraturalarda uzak wagt saklanmagy azodyň oksidleriniň emele gelmegine getirýär.



35-nji surat.

Gazlary ýylylyk arkaly arassalamagyň reaktorlary.

a-ýylylyk çalyşyjysyz; b-rekuperatiw ýylylyk çalyşyjyly; ç-regeneratiw ýylylyk çalyşyjyly.

1-ýakyjy gurluş, 2-ýangyç ýanýan kamera, 3-galyndylary zyýansyzlandyryjy kamera, 4-rekuperatiw ýylylyk çalyşyjy, 5- regeneratiw ýylylyk çalyşyjy, 6-klapan.

Şu wagtky döwürde çözülen dürli görnüşli inženerçilik meseleler hapalaýjy maddalaryň ýapyk kamerada göni ýakmaga uly mümkinçilik berýärler. Bular ýaly kameralara goýulýan esasy talaplar - gaz akymyň turbulentliginiň ýokary derejesini üpjün etmek, gazyň kamerada 0,2-0,7sek. wagtyň dowamynda saklanşyny üpjün etmek bolup durýar. Ýalynda göni ýakmak usulynyň esasy ullanylýan ýerleri organiki hapalaýjy maddalar emele gelýän önümçiliklerdir.

Ýalynda göni ýakmak desgalary zäherli gazlaryýylylyk arkaly okislendirmek. Bu usul haçanda arassalanmaly gazlar ýokary tempraturalarda bolanda, ýa-da olarda kislorodyň ýeterlik mukdary ýok bolanda, ýa-da ýanyjy gazlaryň konsentrasiýasy has kiçi bolup goşmaça ýangyç bermek gerek bolanda ulanylýar.

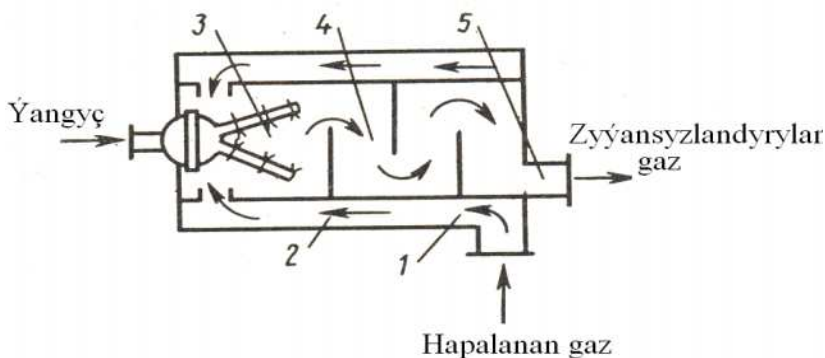
Ýylylyk arkaly okislendirmek desgalaryny taslamakda göz önünde tutulmaly esasy faktorlara wagt, trubulentnost we tempratura degişlidir. Enjamda ýanyjy komponentleriň doly

ýanmagy üçin wagt adatça 0,3-0,8 sek. bolmaly. Trubulentnost kislorod bilen ýanyjy komponentleriň netijeli galtaşmagyny üpjün edýän mehaniki garyşdyrma derejesini häsiýetlendirýär. Işçi temperatura ýanyjy garyndylaryň häsiýetlerine baglydyr. Mysal üçin uglewodorodlary okislendirmek üçin 500-700 °C, uglerod oksidini okislendirmek üçin 680-800 °C, ýiti ysly maddalary zyýansyzlandyrmak üçin 480-680 °C gerek bolýar.

Eger-de arassalanylmaly gazlar ýokary temperaturalarda bolsa, onda ýakmak prosessini kameralarda arassa howany garmak arkaly amala aşyrýarlar. Haçanda gazlaryň temperaturasy okislendirmek prosessi üçin ýeterlik bolmasa, onda gaz akymyny ýylylyk çalyşygyda gyzdyrýarlar, soňra tebigy ýa-da beýleki ýokary kaloriýaly gaz ýakylýan işçi zona berýärler. Şonda arassalanaýan gazdaky ýanyjy komponentler kislorodyň täsirinde ýanýarlar. Kislorody wentilýatoryň ýa-da howa üfleýjiniň kömegi bilen berýärler.

Ýylylyk arkaly okislendirmek usulynyň esasy artykmaçlygy prosessiň degişlilikde pes temperaturalarda geçýändigidir. Bu bolsa ýakyjy kameralary taýýarlamaga edilýän çykdajylary azaltmaga we azodyň oksidleriniň emele gelmeginiň önüni almaga mümkinçilik berýär.

Gazlary ýylylyk arkaly arassalamak usuly senagat zyňyndylaryny organiki maddalardan arassalamakda, ýiti ýsly maddalary, zäherli maddalary zyýansyzlandyrmakda we ýanyjy komponentleri ýakmakda giňden peýdalanylýar. Bu usulda arassalamagyň netijeliligi 95-98% ýetýär.



36-njy surat.

Tehnologiki gazlary zyýansyzlandyrmak üçin desga.

1-giriş trubasy, 2-gyzdyryjy ýylylyk çalyşygy, 3-ýakyjy kollektor, 4-garyjy kamera, 5-çykyş trubasy.

Ýylylyk arkaly arassalamak desgalaryny hasaplamak indiki basgançaklardan durýar:

ýanmak önümiň düzümini kesgitlemek, ýanmagyň temperaturasyny we howanyň mukdarlarynyň koeffisientini kesgitlemek, ýakyjy gurluşyň ölçeglerini we ýanma wagtyny kesgitlemek, ýakyjy gurluşyň tipli ölçeglerini saýlamak, gaz geçirijileriň hasaplamalary we ş.m.

Ýakyjy gazyň sarp edilişini aşakdaky formula boýunça hasaplaýarlar:

$$W_t = W_s \left(1 - \sum_{i=1}^N r_i \right) / (\alpha_b \nu_b) \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Bu ýerde N-hapalaýjylaryň mukdary.

α_b - howanyň ýangyjyň mukdaryndan artykmaçlyk koeffisienti;

ν_b - howanyň ýangyjyň düzümi boýunça hasaplanan mukdary, m^3/m^3

Kislorod saklaýjylygy az bolan gazlary zyýansyzlandyrmakda howanyň ýangyç boýunça artykmaçlygy koeffisienti 1,05....1,2 aralykda kabul edilýär. Eger-de

zyňylýan gazlar ýanmak üçin howa hökmünde kabul edilýän bolsa onda 3-e deň diýilip kabul edilýär.

Pejiň göwrümini aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\nu_t = \sum_{i=1}^N W_i Q_i / [q_v] \quad \text{m}^3$$

Onuň ýylylyk agramyny bolsa aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\nu_t [q_v] = \sum_{i=1}^N W_i Q_i \quad \text{kBt}$$

Bu ýerde W_i -zyňylýan gazyň göwrümi, m^3/s

Q_i -gazyň ýanmak ýylylygy, kJ/m^3

$[q_v]$ -ýakyjy göwrümiň aňryçäk ýylylyk agramy, kBt .

N-ýanyjy gazlaryň görnüşleriniň mukdary.

Zyňylýan gazlarda ýanyjy zäherleýji hapalaýjylar 50...100 mg/m^3 az saklanýan bolsa onda ýanyjy gazlaryň mukdaryny adaty gatnaşykda hasaplamak mümkin.

Ýakyjy göwrümiň aňryçäk ýylylyk agramynyň bahasyny göni ýakýan gurluşlar üçin 200 kBt/m^3 çenli, siklon görnüşli ýakyjylar üçin bolsa 4...5 esse ulaldyp kabul etmek maslahat berilýär.

Organiki zäherleýji birleşmeleriň reaksiýanyň zolagynda bolmagy üçin gerekli wagty aşakdaky empiriki formula boýunça hasaplaýarlar:

$$\tau_{pr} = 25(1 - t_{yan} / 1060), \quad \text{sek.}$$

Ýanmak tempraturasy barada tejribe maglumatlary ýok bolsa, ony şeýle gatnaşyk boýunça hasaplamak mümkin:

$$t_{yan} = \eta t_{kal}, \quad ^\circ\text{C.}$$

Bu ýerde η -pirometriki koeffisient, onuň bahasyny ekranlanmadyk izolirlenmedik peçler üçin 0,75...0,85, ekranlanan peçler üçin 0,5...0,8, ekranlanmadyk izolirlenen peçler üçin 0,8...0,9 aralyklarynda kabul edilýär;

t_{kal} —ýanmagyň kalorimetriki tempraturasy.

τ_{pr} —ň hasaplanan ululygana görä pejiň göwrüminiň ýeterlikdigini aşakdaky formula boýunça barlamaly.

$$V_g = \tau_{pr} W_{t.g} (273 + t_{yan}) / (273 K_t), \quad m^3$$

Bu ýerde $W_{t.g}$ —tüsse gazlarynyň mukdary, m^3/s ;

K_t —pejiň ýanma önümleri bilen dolma koeffisienti, onuň bahasyny wertikal gönüburç peçler üçin 0,7, siklon peçler üçin 0,95 kabul etmek mümkin.

Hapalaýjylaryň konsentrasiýasynyň 200 mg/m^3 pes bolan ýagdaýynda $W_{t.g}$ —niň ululygyny aşakdaky ýaly hasaplamak bolýar:

$$W_{t.g} = W_t (V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}), \quad m^3/\text{sek.}$$

Bu ýerde $V_{CO_2}, V_{H_2O}, V_{N_2}, V_{O_2}$ -1 m^3 ýanyjy gaza degişlilikde ýanma önümleriniň gowrümli.

Hapalaýjylaryň konsentrasiýasynyň uly bolan ýagdaýynda $W_{t.g}$ —niň ululygyny aşakdaky ýaly hasaplamak bolýar:

$$W_{t.g} = W_t (V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}) / R_t, \quad m^3/\text{sek.}$$

Bu ýerde $V_{CO_2}, V_{H_2O}, V_{N_2}, V_{O_2}$ -1 m^3 ýanyjy gazyň we hapalaýjylaryň garyndysyna degişlilikde ýanma önümleriniň gowrümli;

R_t —ýanyjy garyndy-da ýangyjyň paýy.

Pejiň ekwiwalent diametrini, uzynlygyny we beýikligini aşakdaky formulalar boýunça hasaplaýarlar:

$$D_e = 0,8 V_t^{1/3}, \quad m.$$

$$L = (2,0 \dots 2,3) D_e, \quad m.$$

$$h = (1,7 \dots 2,0) D_e, \quad m.$$

4.5 Gazlary katalitiki neýtrallaşdyрма arkaly arassalamak

Katalitiki usul senagat zyňyndylaryny zäherli komponentlerden ulgama goşmaça maddalary-katalizatorlary

girizmek arkaly arassalamak ýa-da zyýansyzlandyrmak üçin peýdalanylýar. Bu usul zyýansyzlandyrylýan maddanyň gazyň düzümindäki beýleki bir komponent bilen ýa-da ýörite goşulýan madda bilen özara täsirleşmegine esaslanýar. Katalizator reagirleşýän birleşmeleriň biri bilen täsirleşip aralyk maddany emele getirýär. Katalizator regenerirlenende ol madda bölünýär.

Katalitiki okislendirmek ýylylyk arkaly okislendirmekten prosessiň gysga wagtda geçýänligi bilen tapawutlanýar. Bu bolsa desganyň göwrümini kiçeltmäge mümkinçilik berýär. Ondan başga-da gaz görnüşli galyndylary katalizator gatlagynyň üstünden geçireniňde organiki maddalaryň kislorod bilen reaksiýasyny amala aşyrmaga gerek bolan temperaturany peseltmek (300 °C çenli) mümkin.

Katalizatorlary saýlamagyň ugurlary köpdürlidir. Ýöne olaryň ählisi empiriki ýa-da ýarym empiriki usullara esaslanýar. Katalizatorlary saýlamagyň esasy kriteriýasy – olaryň işjeňligi (aktiwligi) we uzak ömürliligidir (berkligidir). Katalizatoryň işjeňligine onuň göwrüm birligine düşýän önümiň (reaksiýanyň önümi) mukdary boýunça, ýa-da katalitiki prosessiň arassalanýan gazyň talap edilýän zyýansyzlandyryş derejesi üpjün edilýän göwrüm tizligi boýunça baha berilýär. Katalitiki prosessiň göwrüm tizligini arassalanýan gazyň kadaly şertlere getirilen göwrüm sarp edilişiniň ($\text{m}^3/\text{sag.}$), katalizator massasynyň göwrümüne (m^3) bolan gatnaşygy hökmünde kesgitleýärler.

Katalitiki prosessi amala aşyrmak üçin katalizatoryň üstüniň gaz akymy bilen maksimal galtaşmagyny üpjün edýän görnüşde ýerleşdirilen az mukdary gerekdir. Katalitiki gatlak gaz akymyna pes gidrawliki garşylyk döredýän, gurluşy boýunça maksadalaýyklygy we katalizatoryň uzak ömürliligini üpjün edýän bolmalydyr. Köplenç ýagdaýlarda katalizatorlar bolup metallar (platina, palladiý we beýleki gymmat bahaly metallar) we olaryň birleşmeleri (misiň, margansyň oksidler we ş.m.) hyzmat edýärler. Katalizator massasyny adatça nikelden,

nihromdan, alýuminiý oksidinden üstüne gymmat bahaly metallar çayylan şar, halka, plastinka ýa-da spiral towlanan sim görnüşlerinde taýýarlaýarlar.

Katalizator massasynyň göwrümini gazy zyýansyzlandyrmagyň maksimal tizligine baglylykda kesgitleýärler. Ol bolsa arassalanýan gazdaky zyýanly maddalaryň tebigatyna we konsentrasiýasyna, katalitiki prosessiň temperaturasyna we basyşyna, katalizatoryň işjeňligine baglydyr. Katalizatoryň işjeňligi saklanylýan birleşmeleriň molekulýar gurluşyna baglylykda aşakdaky tertipde ýokarlanýar; aromatiki uglewodorodlar < şahalanýan gurluşly parafinler < göni çyzykly gurluşly parafinler < olefinler < asetilen uglewodorodlar. Ýokary gurluşly uglewodorodlar aşakylardan ýeňil okislenýärler.

Kä halatlarda katalitiki prosessleri amala aşyrmak gazyň düzümindäki käbir garyndylaryň katalizatorlary zäherlemegi netijesinde kynlaşýar. Arassalanýan gazdaky demir, gurşun, kremniý we fosfor, şeýle hem kükürdiň birleşmeleri köp katalizatorlaryň işlemek möhletini gysgaltýarlar ýa-da işjeňligini peseltýärler. Katalizatorlaryň zäherlenmek mümkinçiligi hereketli çeşmeleriň gaz zyňyndylaryny ýakmakda netijeli katalizatorlary saýlamakda kynçylyk döredýär.

Katalitiki prosessiň tizligine we netijeliligine arassalanýan gazyň temperaturasy hem uly täsir edýär. Gaz akymynda bolup geçýän her bir reaksiýa üçin reaksiýanyň başlanýan minimal temperaturasy häsiýetlidir. Şol temperaturadan aşakda katalizator işjeňligini ýüze çykarmaýar. Reaksiýanyň başlanýan minimal temperaturasy zyýansyzlandyrylýan birleşmeleriň tebigatyna we konsentrasiasyna baglydyr. 4-nji tablisada käbir maddalaryň katalizatorlarda optimal okislenme temperaturalary berlen.

4-nji tablisa

Okislenýän madda	Reaksiýanyň başlanýan temperaturasy, °C	Okislenýän madda	Reaksiýanyň başlanýan temperaturasy, °C
Aldegidler	173.....234	Uglerodyň oksidi	316.....343
Asetilen	207.....241	Propan	293.....332
Benzin	261.....298	Erediji	260.....400
Benzol	277.....300	Trinitrotoluol	219.....250
Ksilol	200.....340	Toluol	200.....250
Laklar	316.....371	Fenol	216.....427
Nitrotoluol	265.....297	Etanol	261.....293

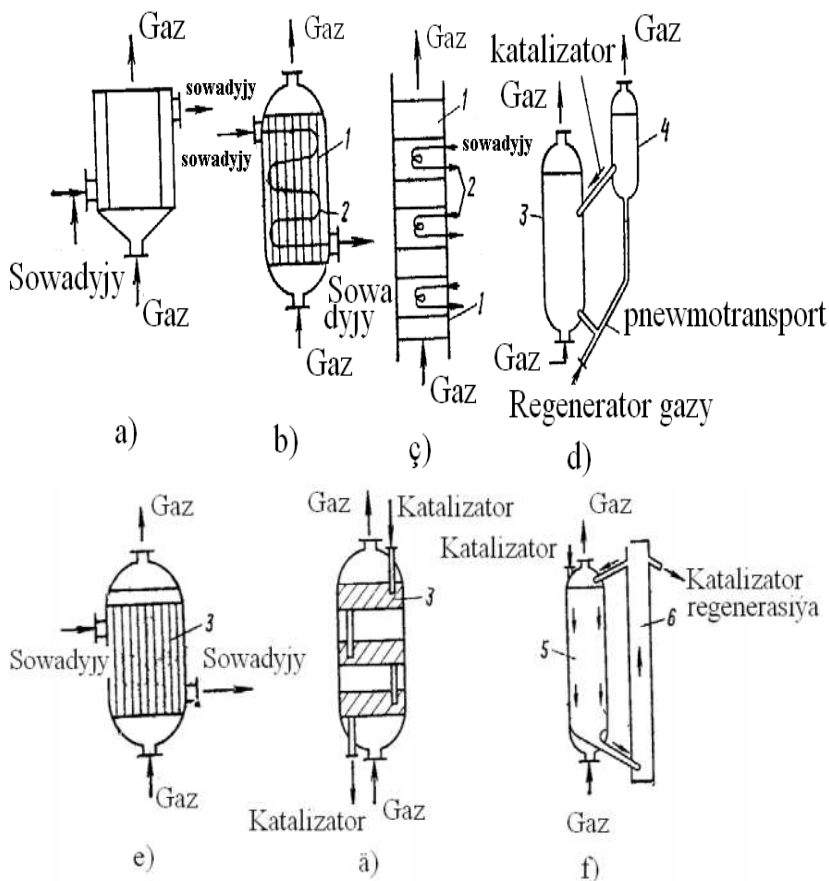
Tempraturanyň ýokarlanmagy bilen katalizatoryň işjeňligi artýar. Ýöne her bir katalizator üçin tempraturanyň aňryçäk derejesiniň bardygyny bellemelidiris. Köp katalizatorlar üçin maksimal işçi tempratura 800-850 °C. Tempraturanyň bu derejeden ýokarlanmagy katalizatoryň işjeňliginiň peselmegine we soňra onuň dargamagyna getirýär.

Gaz arassalaýjy katalitiki desgalaryň iki görnüşli gurluşy tapawutlandyrylýar:

-gaz akymynyň gaty katalizator bilen galtaşmasy aýratyn ýerleşdirilen korpuslarda bolup geçýän katalitiki reaktorlar;

-galtaşma düwüni we gyzdyryjy umumy korpusda ýerleşdirilen termokatalitiki reaktorlar.

37-nji suratda senagatda gazlary arassalamakda köp ulanylýan katalitiki reaktorlar görkezilen.



37-nji surat.

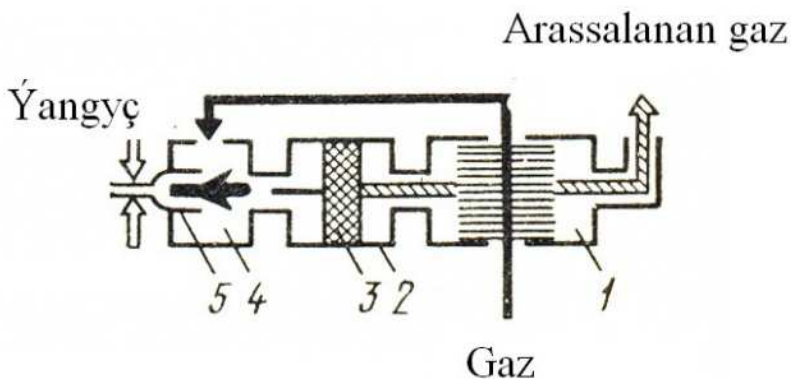
Katalitiki reaktorlar.

a-heraket etmeýän katalizator gatlakly reaktor; b- heraket etmeýän katalizator gatlakly sowadyjyly reaktor; ç-köp gatlakly sowadyjyly reaktor; d-ýalandan gaýmalaşýan gatlakly reaktor; e- ýalandan gaýmalaşýan gatlakly sowadyjyly reaktor; ä- köp başgançakly ýalandan gaýmalaşýan gatlakly reaktor; f-heraketlenýän gatlakly reaktor;

1-heraketlenmeýän gatlak; 2-sowadyjy; 3-gaýmalaşýan gatlak; 4-regenerator; 5-heraketlenýän gatlak; 6-eleuator.

Gazlary arassalamagyň katalitiki usullary senagat zyňyndylaryny azodyň oksidlerinden okislendirip ýa-da

dikeldip arassalamakda, gazlary kükürdiň oksidlerinden arassalamakda, organiki maddaladan arassalamakda, uglerodyň oksidinden arassalamakda giňden peýdalanylýar. Bu usulda arassalamagyň netijeliligi 95-98% ýetýär.



38-nji surat. Termokatalitiki reaktor.

1-ýylylyk çalyşygy-rekuperator; 2-galtaşma gurluşy; 3-katalizator; 4-gyzdyryjy; 5-gorelka.

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhobelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. Справочник. М., Металлургия, 1986.
11. Белов С.В. Охрана окружающей среды. М., Высшая школа, 1991.
12. Брейтшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений. Л., Химия, 1989.
13. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Пенза, 2006.

14. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., Химия, 1987.
15. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М., Химия, 1989.
16. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., Химия, 1991.
17. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. М.: Химия, 2007.
18. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. I-том. Калуга, 2003.
19. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Справочник. М., 1981.
20. Швыдкий С.В., Ладыгичев М.Г. Очистка газов. Справочник. М., Теплоэнергетик, 2002.

Mazmuny

	Sözbaşy	7
	Giriş	8
1.1	Atmosferanyň gurluşy	12
1.2	Atmosfera howasynyň hapalanmagy	16
2.1	Atmosfera howasyny senagat hapalaryndan goramak	22
2.2	Atmosfera howasynyň hilini kadalaşdyrmak	25
2.3	Zyýanly maddalaryň garyndylaryny atmosfera howasynda ýaýratmak	29
3	Senagat kärhanalarynyň zyňyndy gazlaryny tozanlardan arassalamak	35
3.1	Senagat kärhanalarynyň tozanlary we olaryň häsiýetnamalary	35
3.2	Gury mehaniki tozan tutujylar	40
3.3	Gazlary elektrik süzujilerde arassalamak.	48
3.4	Gazlary süzujilerde arassalamak	54
3.5	Öl tozan tutujy desgalar	57
4.	Gaz görnüşli hapalaýjylary arassalamagyň usullary	75
4.1	Gaz görnüşli hapalaýjylaryň emele gelmegi	75
4.2	Gazlary absobsiýa usuly bilen arassalamak	77
4.3	Gazlary adsorbsiýa usuly bilen arassalamak	93
4.4	Gazlary ýylylyk arkaly neýtrallaşdyrma arkaly arassalamak	102
4.5	Gazlary katalitiki neýtrallaşdyrma arkaly arassalamak	108
	Edebiýatlar	114