

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

M. XODJITDINOVA, A. RIZAYEV

SUV KIMYOSI VA MIKROBIOLOGIYA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma
sifatida tavsiya etgan*

“YANGI NASHR” nashriyoti
Toshkent – 2010

UDK: 54(070)

28.4

X-69

Taqrizchilar:

“Suv ta’minoti va kanalizatsiya” kafedrası dotsenti M. D. Musayeva,

**TKTI “Organik kimyo va OOST” kafedrası mudiri, kimyo fanlari
doktori, professor O. C. Maksumova.**

M. Xodjiddinova

Suv kimyosi va mikrobiologiya: oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma/M. B. Xodjiddinova, A. N. Rizaev; Oz‘R oliy va o‘rta-maxsus ta’lim vazirligi. — T.: Yangi nashr, 2010. — 320 b.

BBK 28.4ya73+28.072ya73

O‘quv qo‘llanma “suv kimyosi va mikrobiologiya” fani dasturi asosida yozilgan va unga “umumiy kimyo” qismi qo‘shimcha qilingan.

Mazkur o‘quv qo‘llanma Davlat ta’lim standartining bakalavr mutaxassisligi “kimyo” (V. 140300); “atrof-muhit muhofazasi bo‘yicha” (V. 850100); “suv resurslaridan ratsional foydalanish va oqova suvlarni tozalash” (M. 850209) va boshqa yo‘nalishlarga mos keladi.

Ushbu o‘quv qo‘llanma, asosan, oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, undan o‘qituvchilar ham foydalanishlari mumkin.

ISBN-978-9943-330-69-6

© “YANGI NASHR” nashriyoti, 2010

KIRISH

Toza suvga bo'lgan talab kundan-kunga ortib bormoqda. Chiqindi va oqova suvlarning ko'payishi sababli suv havzalarining ifloslanishi kuzatilmoqda. Oqibatda suv havzalari yaroqsiz holga kelmoqda. Mahalliy aholi orasida esa turli xil yuqumli kasalliklar ko'paymoqda. Bu masalani ijobiy hal etish ko'p mamlakatlar oldida turgan eng muhim muammolardan biri hisoblanadi. Bu muammo o'z vaqtida aql-idrok bilan hal etilmasa, oqibati juda xavflidir.

Fan va texnika yutuqlaridan suv havzalari muhofazasida foydalanilmasa, bu yo'lda tegishli nazorat organlari o'z ishlarini kuchaytirmasa, qonunlar ijrosi kuzatilmasa, korxona, shahar chiqindi suvlarini tozalash inshootlari ishlamas ekan, aholining salomatligi doimo xavf ostida bo'ladi.

Bu borada anchagina amaliy ishlar ham qilindi va kompleks ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirildi. O'zbekiston Respublikasi tabiatini, jumladan, suv havzalari muhofazasiga katta ahamiyat berib, Respublika Oliy Kengashi tomonidan 1992- yil 3- iyulda "Davlat sanitariya nazorati to'g'risida"gi Qonun tasdiqlandi. Bu qonunda atrof-muhit, suv havzalari muhofazasi va aholini toza suv bilan ta'minlashga katta ahamiyat berilgan.

Atmosfera havosi va suv manbalarining ifloslanishi yirik shahar hamda sanoat markazlaridan boshlanib, asta-sekin boshqa mintaqalarga o'ta boshlaydi. Yirik shaharlar atrofidan oqib o'tadigan Dunay va Reyn daryolari, Buyuk ko'llar, Boltiq, O'rta Yer va Qora dengizning ifloslanishi bularga yaqqol misol bo'ladi.

Sanoat korxonalari chiqindilarining havoga chiqarib tashlanishidan hosil bo'ladigan "kislotali yomg'irlar" qariyb butun Yevropa va Shimoliy Amerika hududidagi atrof-muhitga putur yetkazmoqda.

Sayyoramizning eng katta ekologiya fojiasi bo'lmish Orol muammosi juda keskin tus oldi. Keng mintaqada sanitariya-epidemiologiya, ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik vaziyat kun sayin yomonlashib bormoqda.

Ochiq suv havzalaridan olinadigan suvning aholiga toza holda yetib borishi uchun uning sifatini yaxshilash va ko'zga ko'rinmas mayda zarrachalardan tozalash kerak bo'ladi. Suvning sifatini yaxshilashning asosiy usullaridan biri tindirish, rangsizlantirish va zararsizlantirishdir. Suv tindirilganda uning tarkibidagi mayda muallaq zarrachalar cho'kadi. Rangsizlantirish usullari yordamida suv kolloid zarrachalardan yoki erib, rang beradigan moddalardan tozalanadi. Suvni zararsizlantirishdan maqsad uning tarkibidagi bakteriya va viruslarni qirib tashlash, aholi o'rtasida yuqumli kasalliklar tarqalishining oldini olishdir. Buning uchun filtrlar, koagulantlar, turli reagentlar, dezenfeksiyalovchi moddalar (xlor, kalsiy xlorid, ozon) va fizik usullardan foydalaniladi. Suvning ta'mini saqlash suv manbalarini tanlashga bog'liq. Suvning yomon hidi va yoqimsiz mazasidan unga ishlov berish orqali qutulish mumkin.

Ba'zi hollarda suv tarkibida organizm uchun zararli bo'lgan moddalarni yo'qotish uchun maxsus usullardan foydalaniladi. Masalan, flor elementini kamaytirish yoki uni suvga solish, yod elementini suvga tashlash yoki temir elementini suvdan yo'qotish va hokazo. Har bir muayyan holatda turli usullar qo'llanilib, suvning sifati Davlat standarti talabiga javob beradigan darajaga keltirilishi mumkin.

Ushbu darslik uy-joy qurilishi, oliy o'quv yurtlari va kollejlari talabalari uchun mo'ljallab yozilgan. Darslik, asosan, 6 ta bo'lim va 17 bobdan iborat bo'lib, unda suv va suv kimyosi, uning fizik-kimyoviy xususiyatlari, qurilish materiallariga ta'siri, oqova suvlar, ulardan foydalanish, ekologiya, bakteriya va mikroblar haqida ma'lumotlar yoritilgan.

I bob. UMUMIY KIMYO

I. 1. Atom-molekular ta'limot

Atom-molekular ta'limot ulug' rus olimi M. V. Lomonosov (1741- yilda) tomonidan yaratildi va rivojlantirildi. Bu ta'limotning mohiyatini quyidagi qoidalar orqali bayon qilish mumkin:

1. Barcha moddalar "korpuskulalardan" (Lomonosov molekulalarni shunday atagan edi) tarkib topgan.

2. Molekulalar "elementlardan" (Lomonosov atomlarni shunday atagan edi) tarkib topgan.

3. Zarrachalar — molekula va atomlar to'xtovsiz harakatda bo'ladi. Jismlarning issiqlik holati ularda zarrachaning harakatlanishi natijasidir.

4. Oddiy moddalarning molekulalari bir xil atomlardan, murakkab moddalarning molekulalari esa turli xil atomlardan tuzilgan.

Atom-molekular ta'limot faqat XIX asrning o'rtalaridagina qat'iy qaror topdi. Kimyogarlarning 1960- yilda Karlsrue shahrida bo'lib o'tgan Xalqaro syezdida "molekula va atom" tushunchalari ta'rifi qabul qilindi.

Molekula — bu berilgan moddaning kimyoviy xossalarga ega bo'lgan eng kichik zarrachasi. Molekulalarning kimyoviy xossalari uning tarkibi va kimyoviy tuzilishi bilan aniqlanadi.

Atom — kimyoviy elementning oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan eng kichik zarrachasi. Elementning kimyoviy xossalari uning atom tuzilishi bilan aniqlanadi. Bundan atomning hozirgi tasavvurlarga to'g'ri keladigan ta'rifi kelib chiqadi.

Atom — musbat zaryadlangan atom yadrosi bilan manfiy zaryadlangan elementlardan tarkib topgan elektroneytral zarracha.

Hozirgi tasavvurlarga ko'ra moddalar molekular gaz va bug' holatida ham molekulalardan tarkib topgan bo'ladi. Kristall panjarasi

molekular tuzilishga ega bo'lgan moddalargina qattiq holatda molekulalardan tarkib topgan bo'ladi. Masalan, organik moddalar, metallmaslar, uglerod (IV) oksid, suv, qattiq anorganik moddalarning ko'pi esa molekular tuzilishga ega emas, ular molekulalardan emas, balki boshqa zarrachalar — ionlar va atomlardan tuzilgan.

I. 2. Kimyoviy elementlar

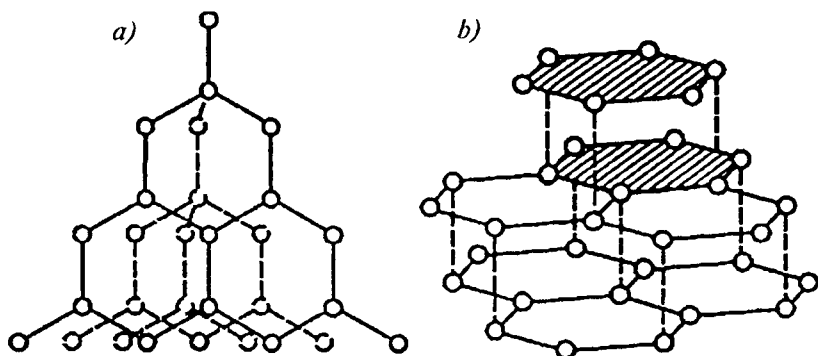
Atom-molekular ta'limot nuqtayi nazaridan atomlarning birini alohida turdagi kimyoviy element deyiladi. Atomning eng muhim tavsifi yadrosining musbat zaryadi bo'lib, u son jihatdan elementning tartib raqamiga teng. Yadro zaryadning qiymati atomlarning har xil turlari uchun bir-biridan farq qiluvchi belgi hisoblanadi, bu esa element tushunchasiga ancha to'liq ta'rif berishga imkon beradi.

Kimyoviy element — bu yadrosining musbat zaryadi bir xil bo'lgan atomlarning muayyan turi.

107 ta element ma'lum. Davriy qonun muallifi D. I. Mendeleyevning sharafiga 101-kimyoviy element Mendeleyeviy — Md deb atalgan. 104-element Kurchatoviy — Ku ning nomi mashhur fizik I. V. Kurchatov sharafiga berilgan. Kurchatoviy 1964- yilda Dubna shahridagi Yadro tadqiqotlari birlashgan institutida kashf qilingan. Xuddi shu institutda 1970- yil fevralda 105-element yaratildi. Dubna shahrida ishlaydigan sobiq sotsialistik mamlakatlar fiziklari jamoasi 1977- yilda 106- va 107-elementlarni sintez qilishga doir tajribalar siklini tugalladi. Hozirgi vaqtda sun'iy ravishda katta tartib raqamiga ega bo'lgan kimyoviy elementlarni olishga doir ishlar davom ettirilmoqda.

Barcha elementlar, odatda, metallar bilan metallmaslarga bo'linadi. Bundan tashqari, kimyoviy elementlarning atomlari juda yuqori haroratda erkin holda mavjud bo'la oladi, bular yakka atomlar holida yoki oddiy va murakkab moddalar tarkibida bo'lishi mumkin.

Oddiy moddalar — bitta elementning atomlaridan hosil bo'lgan moddalar. Masalan, grafit uglerod elementi atomlaridan, oddiy modda temir elementining atomlaridan hosil bo'lgan.



1- rasm. Olmosning kristall panjarasi:
 a — olmos kristall panjarasi; b — grafit kristall panjarasi.

Murakkab modda (kimyoviy birikma)lar — turli elementlarning atomlaridan hosil bo'lgan moddalar. Masalan, mis (II) oksidi, mis elementi bilan kislorod elementining atomlaridan, suv-vodorod bilan kislorod elementining atomlaridan hosil bo'lgan.

Ko'pchilik kimyoviy elementlar tuzilishi va xossalari turlicha bo'lgan bir necha oddiy moddalar hosil qiladi. Bu hodisa allotropiya, hosil bo'ladigan moddalar esa **allotropik shakl o'zgarishi** yoki **modifikatsiyalar** deyiladi. Masalan, kislorod elementi 2 ta allotropik modifikatsiya — kislorod bilan ozonni, uglerod elementi — uchta: olmos, grafit (1-rasm) va karbinni, fosfor elementi bir necha modifikatsiyani hosil qiladi.

Allotropiya hodisasining ikkita sababi bor: 1) molekuladagi atomlar sonining turlichaligi (masalan, kislorod O_2 va ozon O_3); 2) turli xil kristall shakllarning hosil bo'lishi (masalan, olmos, grafit va karbin) va hokazo.

I. 3. Kimyoviy belgilar, formula va tenglamalar

Elementlarni kimyoviy belgi (simvol)lar bilan ifodalash qabul qilingan. Element simvoli uning lotincha nomi bosh harfidan yoki bosh harfi va undan keyingi ikkinchi harfdan iborat bo'ladi: birinchi

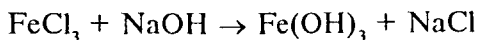
harf doimo katta harf bilan yoziladi. Masalan, vodorodning lotincha nomi, Hydrogenium, belgisi — H, kislorodniki — Oxugenium O, alumininyiki — Aluminium Al va hokazo.

Murakkab moddalarning tarkibi kimyoviy formulalar yordamida ifodalanadi. Masalan, H_2SO_4 bu sulfat kislota ekanligini bildiradi: uning 1 moli 2 mol vodorod atomi, 1 mol oltingugurt atomi va 4 mol kislorod atomidan hosil bo'lgan.

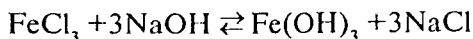
Oddiy moddalar molekularining nechta atomdan tarkib topganligi ma'lum bo'lsa, formula bilan belgilanadi (masalan: N_2 , O_2 , F_2). Agar oddiy modda atomlari metall tuzilishiga ega bo'lsa yoki molekularlarning atom tarkibi noma'lum bo'lsa, elementning kimyoviy belgisi yoziladi (masalan: He, Al, C). Modda tarkibini analiz qilish natijalariga qarab ham uning kimyoviy formulasini aniqlash mumkin.

Kimyoviy tenglamalar — kimyoviy formulalar va belgilar yordamida yoziladi. Ular kimyoviy reaksiyani tasvirlash uchun xizmat qiladi va moddalar massasining saqlanish qonunini aks ettiradi.

Har bir tenglamaning 2 qismi bo'lib, ular orasiga tenglik belgisi qo'yiladi. Tenglamaning chap qismiga reaksiyaga kirishadigan moddalarning formulalari, o'ng qismiga reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddaning formulasi yoziladi. Har qaysi element atomlari soni tenglamaning chap va o'ng qismlarida bir xil bo'lishi kerak. Mis, temir (III) xlorid bilan natriy gidroksidning o'zaro ta'siri tenglamasini tuzamiz. Dastlab, reaksiyaning boshlang'ich va oxirgi modda formulasini yozib, strelka bilan reaksiyaning yo'nalishini ko'rsatamiz:



tenglamaning chap va o'ng qismlaridagi temir, natriy, xlor, kislorod hamda vodorod atomlarining sonini tenglashtirish uchun NaCl bilan NaOH formulalari oldiga 3 ko'effitsiyenti qo'yilishi lozim:



Mol. Molar massa

Xalqaro birikmalar sistemasi (SI) da modda *miqdori birligi* sifatida *mol* qabul qilingan.

Mol — *moddaning 0,012 kg uglerod izotopi ^{12}C da nechta atom bo'lsa, tarkibida shuncha struktura birliklar (molekula, atom, ion, elektron va boshqalar) bor miqdordir.*

Bitta C atomining massasi ($1,993 \cdot 10^{-26}$ kg)ni bilgan holda 0,012 kg C dagi atomlar soni N_A ni hisoblab topish mumkin:

$$N_A = \frac{0,012 \text{ kg/mol}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ g/mol}$$

Bu son Avogadro doimiysi deyiladi (belgisi N_A , o'lchovi g/mol) va istalgan moddaning bir molidagi struktura birliklari sonini ko'rsatadi.

Molar massa — *modda massasining moddaning miqdoriga nisbatiga teng kattalik.*

Uning o'lchovi kg/mol yoki g/mol; odatda, u M harfi bilan belgilanadi.

Molekulaning massasini bilgan holda moddaning molar massasini oson hisoblab topish mumkin. Masalan, agar suv molekulasining massasi $2,95 \cdot 10^{-26}$ kg ga teng bo'lsa, u holda molar massasi $M_{(\text{H}_2\text{O})} = 2,99 \cdot 10^{-26}$ kg, ya'ni 18 g/mol bo'ladi.

I.4. Nisbiy molekulyar massa. Moddaning tabiiy izotoplari tarkibidagi molekulasi

O'rtacha massa uglerod atomi ^{12}C massasining 1/12 qismiga nisbatiga teng qiymat *moddaning nisbiy molekular massasi* (M_r) deyiladi.

Nisbiy molekular massa modda molekulasi tarkibiga kiradigan barcha atomlar nisbiy atom massalarining yig'indisiga teng. U moddaning formulasidan oson hisoblab topish mumkin. Masalan M (H_2O) quyidagicha topiladi:

$$2 \text{ Ar(H)} = 2 \cdot 1,00797 = 2,01594.$$

$$\frac{\text{Ar(O)} = 1 \cdot 15,9994 = 15,9994}{\text{Mr(H}_2\text{O)} = 18,01534}.$$

Demak, suvning nisbiy molekular massasi 18,01534, yoki 18 ga teng.

I. 5. D. I. Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasi

D. I. Mendeleyev 1869- yil 1- martda o'sha davrda fanga ma'lum bo'lgan elementlarning xossalariidagi davriylikni sinchiklab o'rganib, elementlar davriy sistemasini yaratdi.

Bu variantda davrlar bitta qatorga joylashtirilgan edi. 1870- yil dekabrda davriy sistemaning ikkinchi variantini qisqa shakli taqdim etildi. Bu variantda davrlar qatorlarga, guruhlar esa guruhchalarga (bosh va yonaki) bo'lingan edi.

Davriy sistemaning qisqa varianti davrlar, qatorlar va guruhlardan tarkib topgan. Davriy sistemada gorizontal bo'yicha VII ta davr bor (rim raqamlari bilan belgilangan), ulardan I, II va III davrlar kichik, IV, V, VI, VII davrlar esa katta davrlar deyiladi. Birinchi davrda 2 ta element, II — III davrlarda 8 tadan, IV — V davrlarda 18 tadan, VI davrda 32, VII (tugallanmagan) davrda 21 ta element joylashgan. Birinchidan, boshqa barcha davrlar ishqoriy metall bilan boshlanadi va nodir gaz bilan tugaydi.

Davriy sistemadagi barcha elementlar joylanish tartib bilan raqamlangan. Elementlarning raqamlari tartib yoki atom raqamlari deyiladi.

II va III davr elementlarini Mendeleyev tipik elementlar deb atadi. Chunki ularning xossalari tipik metallardan nodir gazga tomon qonuniyat bilan o'zgaradi. Davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham qonuniyat bilan o'zgaradi.

Davriy sistemada 10 ta qator bor. Har qaysi kichik davr bitta qatordan, har qaysi katta davr — ikkita juft (yuqoriga) va toq (pastki) qatorlardan tarkib topgan. Katta davrlarning juft qatorlarida

(4, 6, 8 va 10) faqat metallar joylashgan va elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga tomon kam o'zgaradi. Katta davrlarning toq qatorlarida (5, 7 va 9) elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga tomon tiniq elementlardagi kabi o'zgarib boradi.

Katta davrlar elementlarini ikki qatorga ajratishga asos bo'lgan muhim xususiyati ularning oksidlanish darajasidir (Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasida valentlik deyiladi). Ularning qiymatlari davrda elementlarning atom massalari ortishi bilan 2 marta takrorlanadi. Masalan, IV davrda elementlarning oksidlanish darajasi K dan Mn ga qadar +1 dan +7 gacha o'zgaradi, so'ngra triada Fe, Co (juft qator elementlari) boshlanadi. Cu dan Br ga qadar joylashgan elementlar oksidlanish darajasining xuddi shu tartibda ortib borishi kuzatiladi. Aynan shu holatni qolgan katta davrlarda ham ko'ramiz. VII davr bundan mustasno, chunki bu davr bitta (juft) qatordan iborat. Katta davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham 2 marta takrorlanadi.

VI davrda lantandan keyin tartib raqamlari 58—71 bo'lgan 14 ta element joylashadi (ular *lantanoidlar* deb ataladi. Lantanoidlar jadvalning pastki qismiga joylashtirilgan).

VII davrda tartib raqamlari 90—108 bo'lgan 14 ta element *aktinoidlar* oilasini hosil qiladi. Ular ham alohida lantanoidlar ostiga joylashtirilgan. VIII guruhda nodir gazlar joylashgan. Har qaysi guruh 2 ta bosh va yonaki guruhchaga bo'linadi, bu davriy sistemada birinchisini o'ngga, boshqasini esa chapga siljitib yozish bilan ko'rsatilgan. Bosh va yonaki guruhchalardagi elementlarning kimyoviy xossalari bir-biridan ancha farq qiladi. Masalan, VII guruhda bosh guruhchani metallmaslar R, Cl, Br, J, At yonaki guruhchani metallar Mn, Tc, Re tashkil qiladi.

IV guruhchadan boshlab bosh guruhcha elementlari gazsimon vodorodli birikmalar hosil qiladi. Bunday birikmalarning 4 xil shakli bor: RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH ketma-ketlikda tasvirlanadi.

D. I. Mendeleyev elementlar davriy sistemasining uzun shaklida ham 7 ta davr va 8 ta guruh bor. Lantanoidlar ham, aktinoidlar ham oilalar deyiladi va hech bir guruhga kiritilmaydi.

I. 6. Kimyoviy bog'lanish.

Valentlik

Atom (element)ning valentligi ham asosiy kimyoviy tushunchalar qatoriga kiradi. U elementlar atomlarining kimyoviy bog'lanishlar hosil qilish xususiyatlarini ko'rsatadi. Bu kattalik modda hosil bo'lish jarayonida ayni elementning bitta atomidan qatnashadigan elektronlar sonini ko'rsatadi. Masalan: xlorid kislota HCl da xlor 1 valentli, suv H_2O da O ikki valentli, ammiak NH_3 da azot 3 valentli, metan CH_4 da uglerod 4 valentli.

Valentlik va struktura formulalarining fizik ma'nosini tushunishga atomlarning tuzilishi hamda kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limot yordam berdi. Elementlarning atomlari elektron berish, biriktirib olish yoki umumiy elektron juftlar hosil qilish xususiyatiga ega. Atomlar orasida kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etadigan elektronlar *valent elektronlar* deyiladi. Bular eng bo'sh bog'langan elektronlardir. Kimyoviy elementlarda atomlardagi valent elektronlarning umumiy soni, odatda, D. I. Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasi guruh raqamiga teng bo'ladi. Masalan, S atomida (VI guruh elementi) hammasi bo'lib 16 elektron bor, ulardan 6 tasi valent elektronlardir.

Kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limot rivojlanishi bilan valentlik haqidagi tushunchalarning o'zi ham o'zgardi. Hozirgi vaqtda *valentlik berilgan atom boshqa atomlar bilan birikkan kimyoviy bog'lanish soni sifatida aniqlanadi.*

I. 7. Oksidlar

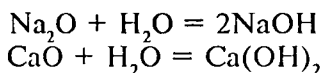
Biri kislorod bo'lgan ikki elementdan tarkib topgan moddalar *oksidlar* deyiladi. Deyarli barcha kimyoviy elementlar oksidlar hosil qiladi. Murakkab moddalar shular jumlasidandir. Masalan, K_2O — kaliy oksidi, FeO — temir (II) oksidi, Fe_2O_3 — temir (III) oksidi.

Kimyoviy xossalariga ko'ra oksidlar 3 ta guruhga asosli, kislotali va amorf oksidlarga bo'linadi.

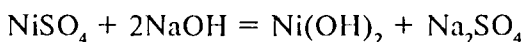
Asosli oksidlar. Metallarning kislorod bilan hosil qilgan birikmalari *asosli oksidlar* deyiladi. Masalan, Na_2O , CaO , FeO ,

N_2O asosli oksidlar hisoblanadi, ularga quyidagi asoslar $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Ni(OH)_2$ muvofiq keladi. Ba'zi asosli oksidlar suv bilan o'zaro ta'sir ettirilganda asoslar hosil bo'ladi.

Masalan:



Boshqa asosli oksidlar suv bilan bevosita o'zaro ta'sirlashmaydi, ularga to'g'ri keladigan asoslar esa tuzlardan olinadi. Masalan,



Asosli oksidlar faqat metallar hosil qiladi.

Kislotali oksidlar. Suv bilan birikib, kislotalar hosil qiladigan oksidlar *kislotali oksidlar* deyiladi. Masalan, CO_2 , P_2O_5 , SO_2 , SO_3 — kislotali oksidlar, ularga H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 kislotalar muvofiq keladi.

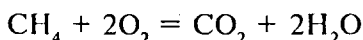
Amfoter oksidlar. Sharoitga qarab asos yoki kislota xossalarini namoyon qiladigan, ya'ni 2 xil xossaga ega oksidlar *amfoter oksidlar* deyiladi. Ularga ba'zi metallarning oksidlari ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 va boshqalar kiradi.

Oksidlarning olinishi. Oksidlar, asosan, 3 xil usul bilan olinadi.

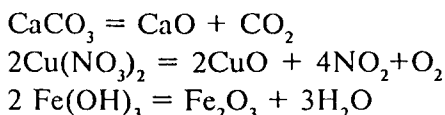
1. Oddiy modda kislorod bilan (turli xil sharoitda) bevosita birikadi. Masalan,



2. Murakkab moddalarni yondirish. Masalan,



3. Kislorodli birikmaning — karbonatlar, nitratlar, gidroksidlarning qizdirilganda parchalanishi. Masalan,

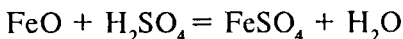


Fizik xossalari. Oksidlarning fizikaviy xossalari turli-tumandir. Ulardan ba'zilari gazsimon moddalar (CO_2 , SO_2 , NO va b.) va

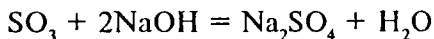
boshqalari suyuqliklar (N_2O_3 , N_2O_4 , Cr_2O_7 va b.), ayrimlari qattiq moddalardir (barcha asosli va amfoter oksidlar, ba'zi kislotali oksidlar: P_2O_5 , SiO_2 va boshqalar).

Kimyoviy xossalari. Oksidlarning eng muhim kimyoviy xossalari ularning kislota va asoslarga munosabati bilan belgilanadi.

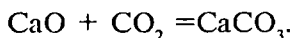
1. Asosli oksidlar kislotalar bilan o'zaro ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi. Masalan,



2. Kislotali oksidlar asoslar bilan o'zaro ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi. Masalan,



3. Asosli va kislotali oksidlar o'zaro ta'sirlashib tuz hosil qiladi. Masalan,



I. 8. Kislotalar

Kislotalar — murakkab birikmalar bo'lib, u vodorod atomlari va kislota qoldig'idan iborat.

Kislotalar suvda vodorod ionlari bilan kislota qoldig'i ionlariga dissotsilanadi.

Kislota qoldig'i (anion)ning zaryadi kislota har bir molekulasi dissotsilanganda hosil qiladigan vodorod ionlarining soni bilan aniqlanadi. Xlorid va nitrat kislota faqat bir zaryadli kislota qoldiqlarini hosil qiladi (Cl^- , NO^-). Sulfat kislota (H_2SO_4) molekulasi ikki xil kislota qoldig'i: bir zaryadli (HSO_4^-) va ikki zaryadli qoldiq (SO_4^{2-}) hosil qilishi mumkin; fosfat kislota molekulasi uchta kislota qoldig'i: bir zaryadli, ikki zaryadli va uch zaryadli qoldiq ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} va PO_4^{3-}) hosil qilishi mumkin.

Kislotalar kislorodli va kislorodsiz bo'ladi. Masalan:

1) kislorodli H_2SO_4 , HNO_3 , H_2PO_4 ,

2) kislorodsiz HCl , HBr , HJ , H_2S .

Kislotalarning nomlanishi. Kislotalarning nomi ular hosil qiladigan tuzlarining nomidan olinadi. Masalan,

HClO_4 — perxlorat kislota,

H_2PO_4 — fosfat kislota,

H_2SiO_3 — silikat kislota,

HCl — xlorid kislota,

HNO_3 — nitrat kislota,

H_2SO_4 — sulfat kislota,

H_2CO_3 — karbonat kislota.

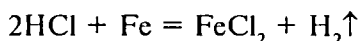
Agar element bir xil oksidlanish darajasida bir necha xil kislotalar hosil qilsa, u holda molekulasida kislorod atomlari kam bo'lgan kislota nomiga "meta", kislorod atomlari soni eng ko'p bo'lganda esa "orto" old qo'shimchalari qo'shiladi.

HBO_2 — metaborat kislota,

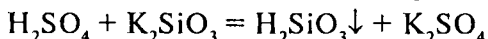
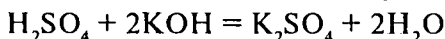
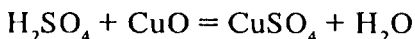
H_2BO_3 — ortoborat kislota.

Fizik xossalari. Kislotalar suyuqliklar (H_2SO_4 , HNO_3 va boshqalar) yoki qattiq moddalar (H_3PO_4 va boshqalar)dir. Kislotalarning asosiy qismi suvda yaxshi eriydi. Ularning eritmalari nordon ta'mli bo'ladi. Lakmusning ko'k rangini qizilga o'zgartiradi. Kislotalar *tana* va *matoni* kuydiradi.

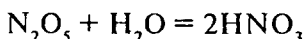
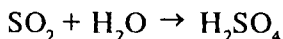
Kimyoviy xossalari. 1. Kislotalarning metallar bilan o'zaro ta'siri (tuz hosil bo'ladi va vodorod ajralib chiqadi). Masalan,



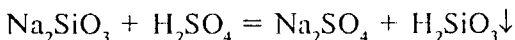
2. Kislotalar asoslar, oksidlar va tuzlar bilan o'zaro ta'sirlashadi:



Olinishi. a) kislorodli kislotalarning ko'pchiligi metallmaslar (yuqori oksidlanish darajasidagi) oksidlarini suv bilan o'zaro ta'sir ettirib olinadi. Masalan,



b) tuzga boshqa kislota (sulfat kislota) ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi. Masalan,



Kislorodsiz kislotalar vodorodni metallmas bilan biriktirib, so'ngra vodorodli birikmani suvda eritish yo'li bilan olinadi. HF, HCl, HBr va boshqalar shunday kislotalar jumlasidandir.

I. 9. Asoslar

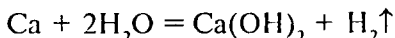
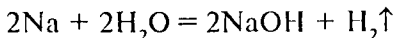
Asoslar molekulasida metall atomi va bitta yoki undan ortiq gidroksoguruhdan tashkil topganligi uchun ularni *gidroksidlar* deb ham yuritiladi. Masalan,

NaOH — natriy gidroksid, KOH — kaliy gidroksid,

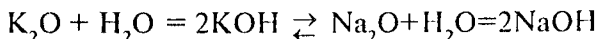
Ca(OH)₂ — kalsiy gidroksid va hokazo.

Asoslar suvda eruvchanligiga qarab uch guruhga: suvda yaxshi eriydigan asoslarga NaOH, KOH, oz eriydigan asoslarga Mg(OH)₂, amalda erimaydigan asoslarga Cu(OH)₂, Fe(OH)₃ bo'linadi. Suvda yaxshi eriydigan gidroksidlar *ishqorlar* deyiladi.

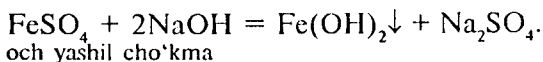
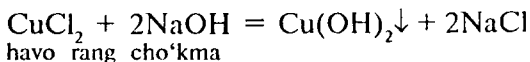
Olinishi. 1. Suvda eriydigan asos (ishqor)lar ayrim metallar suv bilan reaksiyaga kirishganda hosil bo'ladi:



2. Ayrim metallarning oksidlari suv bilan o'zaro reaksiyaga kirishib asoslar hosil qiladi:



3. Amalda suvda erimaydigan asoslar tegishli metallarning suvda yaxshi eriydigan tuzlari eritmasiga ishqor eritmasini ta'sir ettirib olinadi:



Nomlanishi. Asoslarni nomlashda asos hosil qilgan metallning nomiga *gidroksid* so'zi qo'shib aytiladi.

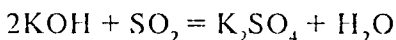
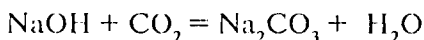
NaOH — natriy gidroksid;
Ca(OH)₂ — kalsiy gidroksid.

Agar metall o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lsa, u holda dastlab metallning nomi, keyin qavs ichidagi rim raqamida yozilgan valentligi ko'rsatilib, so'ng gidroksid so'zi qo'shib aytiladi.

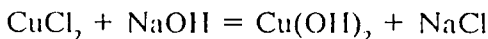
Fe(OH)₂ — temir (II) gidroksid, Fe (OH)₃ — temir (III) gidroksid.

Ayrim asoslar xossalariga va qo'llanishiga qarab ham nomlanadi. Masalan, NaOH, KOH, Ca(OH)₂ biologik materiallar (teri)ni yemirish xossasiga ega bo'lganligi uchun "o'yuvchi ishqorlar" deb atalsa, Ca (OH)₂ ba'zan so'ndirilgan ohak, NaOH esa "kaustik soda" deb ham yuritiladi.

Kimyoviy xossalari. 1. Suvda eriydigan asos (ishqor)lar kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qiladi:

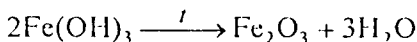
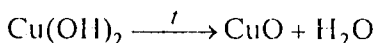


2. Suvda eriydigan asos (ishqor)lar tuzlar bilan reaksiyaga kirishganda yangi tuz va yangi asos hosil bo'ladi:



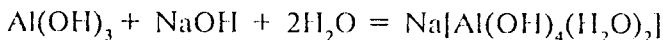
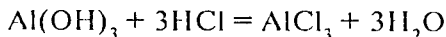
Suvda erimaydigan asoslar tuzlar bilan reaksiyaga kirishmaydi.

3. Suvda erimaydigan asoslar qizdirilganda metall oksidi va suvga oson parchalanadi:



Ishqorlar qizdirilganda qiyin parchalanadi.

4. Amfoter gidroksidlar kislota eritmalari bilan ham, ishqor eritmalari bilan ham o'zaro ta'sirlashadi:



Ishlatilishi. Suvda eriydigan asoslardan NaOH — kaustik soda nomi bilan sanoatda, KOH — ishqorli akkumulatorlar tayyorlashda, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — so'ndirilgan ohak nomi bilan qurilishda ishlatiladi.

I. 10. Tuzlar

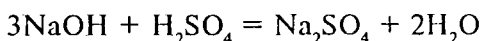
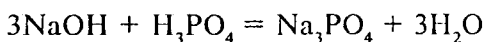
Tarkibi metall atomi va kislota qoldig'idan tashkil topgan murakkab moddalar **tuzlar** deb ataladi. Ular odatdagi sharoitda qattiq moddalardir.

Tuzlar tarkibiga ko'ra 5 xil bo'ladi: o'rta, nordon, qo'sh tuz, asosli va aralash tuzlar.

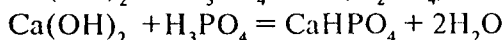
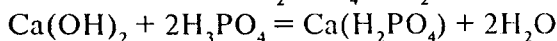
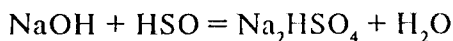
1. O'rta tuzlar — K_2SO_4 , Na_2CO_3 , K_2PO_4 ,
2. Nordon tuzlar — KHSO_4 , NaHCO_3 , CaHPO_4 , NaHPO_4 ,
3. Asosli tuzlar — $\text{Zn}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$, $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$,
4. Qo'sh tuzlar — $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{KCr}(\text{SO}_4)$,
5. Aralash tuzlar — $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OCl}) \cdot \text{CaCl}(\text{OCl})$.

Olinishi. Tuzlar asoslar bilan kislotalarning (neytrallanish) reaksiyalariga asoslanib olinadi. Bunda har xil tuzlar hosil bo'ladi.

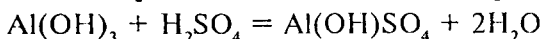
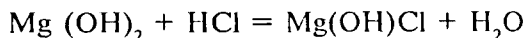
1. Asos bilan kislota orasidagi neytrallanish reaksiyasi oxirigacha borsa, o'rta tuz hosil bo'ladi:



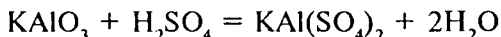
2. Ikki yoki undan ko'p negizli kislotalar asos ta'sirida to'liq neytrallanmasa nordon tuz hosil bo'ladi:



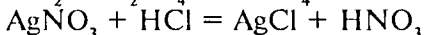
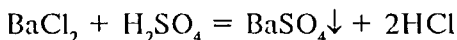
3. Asoslar molekulasidagi gidroksid guruh kislota ta'sirida to'liq neytrallanmasa asosli tuz hosil bo'ladi:



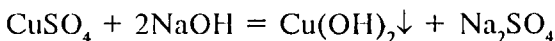
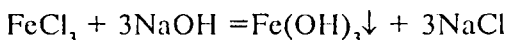
4. Ko'p negizli kislotalar molekulasidagi vodorod atomlari o'rnini ikki xil metall olishi natijasida qo'sh tuzlar hosil bo'ladi:



5. Kislota va tuzlar o'zaro reaksiyaga kirishganda yangi tuz hamda yangi kislota hosil bo'ladi:



6. Tuz va ishqor eritmasi o'zaro reaksiyaga kirishganda yangi asos hamda yangi tuz hosil bo'ladi:



Nomlanishi. Tuzlarni nomlashda bir qator qoidalarga amal qilinadi.

1. O'rta tuzlarni nomlashda avval metallning nomi, keyin esa kislota qoldig'ining nomi aytiladi. Masalan,

Na_2SO_4 — natriy sulfat,

KNO_3 — kaliy nitrat.

2. Tuz tarkibidagi metall o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lsa, avval metallning nomi, so'ngra qavs ichida rim raqamida berilgan valentligi va undan keyin kislota qoldig'i nomi aytiladi. Masalan;

FeCl_2 — temir (II) xlorid,

FeCl_3 — temir (III) xlorid,

FeSO_4 — temir (II) sulfat,

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ — temir (III) sulfat.

3. Nordon tuzlarni nomlashda metall nomidan keyin "gidro" so'zi va undan keyin kislota qoldig'i nomi aytiladi. Masalan,

NaHCO_3 — natriy gidrokarbonat,

NaH_2PO_4 — natriy digidrofosfat.

4. Asosli tuzlarni nomlashda metallning nomidan keyin "gidroksi" so'zi va so'ngra kislota qoldig'ining nomi aytiladi. Masalan,

$\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ — magniy gidroksixlorid,

$\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$ — aluminiy gidroksisulfat.

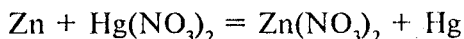
5. Ko'p tuzlarni nomlashda, dastlab ikki metallning nomi formulada yozilgan tartibda aytiladi, keyin kislota qoldig'ining nomi aytiladi. Masalan,

$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ — kaliy xromsulfat,

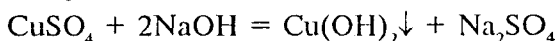
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ — kaliy aluminiy sulfat.

Bir qator tuzlar amalda ishlatilishi va texnik xossalariga ko'ra ham nomlanadi. Masalan, KCO_3 — potash, NH_4Cl — novshadil, NaCl — osh tuzi, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — kir sodasi, NaHCO_3 — ichimlik soda, CaCO_3 — ohaktosh, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — mis kuporosi, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — achchiqtosh va boshqalar.

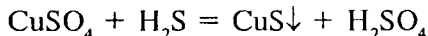
Kimyoviy xossalari. 1. Standart elektrod potensiallar qatorida har qaysi metall o'zidan keyin turgan metallni tuzlarning eritmalaridan siqib chiqaradi:



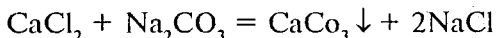
2. Tuzlar ishqorlar bilan o'zaro ta'sirlashadi:



3. Tuzlar kislotalar bilan o'zaro ta'sirlashadi:



4. Ko'pchilik tuzlar o'zaro reaksiyaga kirishadi:



Ishlatilishi. Tuzlar turmushda va xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng ishlatiladigan moddalardir. Masalan, osh tuzi turmushda va sanoatda, nitrat, xlorid, sulfat va fosfat kislotalarning ammoniyli, kaliyli, natriyli va kalsiyli tuzlari mineral o'g'it sifatida; ohaktosh (marmar) qurilishda, sulfat kislota ning misli va temirli tuzlari qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda; achchiqtosh terini oshlashda va suvni tozalashda keng ishlatiladi.

I. 11. Ion almashinish reaksiyalari

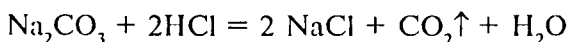
Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq elektrolitlarning eritmalarida sodir bo'ladigan barcha reaksiyalar ionlar orasidagi reaksiyalardir — ionli reaksiyalar, reaksiya tenglamalari esa ionli tenglamalar deyiladi. Ular reaksiyalarning molekular

shaklda yozilgan tenglamalariga qaraganda sodda va ancha umumiy tabiatga ega bo'ladi.

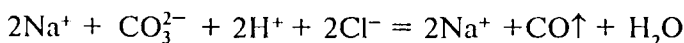
Reaksiyalarning ionli tenglamalarini tuzishda kam dissotsilanadigan, kam eriydigan (cho'kmaga tushadigan) va gazsimon moddalarni molekular shaklda yoziladi. Moddaning formulasi yonida qo'yiladigan ($\downarrow$) ishora, shu modda reaksiya doirasidan cho'kma holda chiqib ketishini, ($\uparrow$) ishora esa modda reaksiya doirasidan gaz holda chiqib ketishini bildiradi.

To'liq dissotsilangan kuchli elektrolitlar ion holida yoziladi. Tenglamaning chap qismidagi elektr zaryadlar yig'indisi, o'ng qismidagi elektr zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

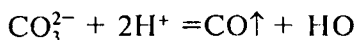
Misol: 1) molekular shakldagi tenglama:



2) To'liq ion shaklidagi tenglama:



3) Qisqartirilgan ion tenglamasi:



I. 12. Galogenlar

Galogenlar kimyoviy elementlar davriy sistemasida VII guruhning asosiy guruhchasini tashkil qiladi. Ularga F, Cl, Br va At kiradi.

F	9	Cl	17	Br	35	J	53	A	85
ftor		xlor		brom		yod		astat	
18,998		35,453		79,90		126,90		209,987	

Ularning galogenlar (tuz hosil qiluvchilar) deb atalishi xossalarning bir-biriga yaqinligidan kelib chiqqan. Chunki ular metallar bilan reaksiyaga kirishganda tegishli tuzlar hosil bo'ladi.

Fizik-kimyoviy xossalari taqqoslash. Galogenlarning ko'pgina xossalari bir-biriga yaqin bo'lishiga qaramay, ularda

farqlarning bo'lishi tabiiydir. Masalan, ftordan yodga tomon atomlar yadro zaryadining ortib borishi bilan galogenlar hosil qiladigan oddiy moddalarning fizik xossalari o'zgarib boradi.

1- jadval

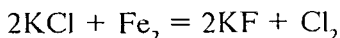
Galogenlarning fizik xossalari

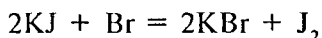
Element-ning nomi	Element-ning kimyoviy belgisi	Nisbiy atom massasi	Oddiy moddalarning xossalari		
			qaynash harorati	odatdagi sharoitda agregat holati	rangi va hidi
Ftor	F	19,0	-183	gaz	och-yashil
Xlor	Cl	35,5	-134	gaz	sarg'ish-yashil, o'tkir hidli
Brom	Br	80	59,2	suyuqlik	qizil-qo'ng'ir, badbo'y
Yod	I	127	185,5	kristall	to'q-binafsha

Barcha galogenlar o'tkir hidli va zaharli moddalar. Ular nafas yo'li shilliq pardalarini yallig'lantiradi. Xlordan ko'proq nafas olish kishi organizmiga halokatli ta'sir etishi mumkin, bevosita brom bug'idan nafas olish ham zaharli ta'sir qiladi.

Galogenlar orasida eng kuchli metallmas xossasiga ega element ftordir. Shuning uchun ftor qolgan barcha galogenlarni ularning birikmalaridan siqib chiqaradi (oksidlaydi).

Qolgan galogenlarning har biri davriy sistemada o'zidan pastda joylashgan galogeni birikmasidan siqib chiqaradi:





I. 13. Metallmaslarning umumiy xossalari

Metallmaslar, asosan, kichik va katta davrlarning oxirida joylashadi, ular atomlarining tashqi elektron soni esa bosh guruhchalardagi barcha elementlar atomlarida bo'lgani kabi guruh raqamiga teng. Ma'lumki, davriy sistemada elektronlar biriktirib olish xususiyati nodir gazga yaqinlasha borishi bilan, guruhda esa atomning radiusi kamayishi bilan, boshqacha aytganda, pastdan yuqoriga tomon ortib boradi:

H He

B C N O F Ne

Si P S Cl Ar

As Se Br Kr

Te J Xe

At Rn

Metallmaslar H bilan o'yuvchan birikmalar hosil qiladi, masalan, vodorod florid HF, vodorod sulfid H_2S , ammiak NH_3 , metan CH_4 , galogenlar, S, Se, Te ning vodorodli birikmalari suvda eriganda kislotalar hosil qiladi: HF, HCl, HBr, HI, H_2S , H_2Se , H_2Te .

Metallmaslar kislorod bilan kislotali oksidlar hosil qiladi. Ular ba'zan oksidlarda guruh raqamiga teng maksimal oksidlanish darajasini namoyon qiladi (masalan, SO_3 , N_2O_5) boshqalarida esa ancha past oksidlanish darajasini namoyon qiladi (masalan, SO_2 , N_2O_3).

Normal sharoitda metallmaslardan H, F, Cl, O, N — nodir gaz, Br — suyuqlik, qolganlari qattiq moddalardir.

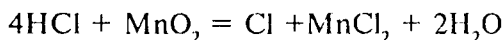
I. 14. Xlor

Tabiatda uchrashi. Tabiatda xlor erkin holda faqat vulqon gazlaridagina uchraydi. Uning birikmalari keng tarqalgan.

Ulardan eng muhimlari: NaCl, KCl, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, magniy xlorid $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sulfid $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kainit va

boshqalar. Xlor birikmalari asosan, dengiz va ko'l suvlarida bo'ladi. Ular o'simlik va hayvonot organizmlarida oz miqdorda uchraydi.

Olinishi. Laboratoriya sharoitida xlor xlorid kislotaga marganes (IV) oksid ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi. Reaksiya harorat ostida olib boriladi:



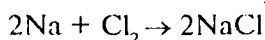
Sanoatda xlor natriy xloridning konsentrlangan eritmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi.

Fizik xossalari. Xlor havodan deyarli 2,5 marta og'ir, o'tkir hidli, sarg'ish-yashil gaz bo'lib, uy haroratida 1 hajm suvda 2,5 hajm (ya'ni, 1 l suvda 2,5 l) eriydi.

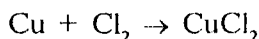
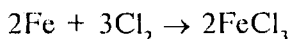
Xlorning suvdagi eritmasi "xlorli suv" deyiladi. Xlor suyuq holda po'lat bidonlarda yoki katta hajmli idishlarda tashiladi. Suyuq xlor 34°C da qaynaydi, 101°C da qotadi.

Kimyoviy xossalari.

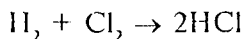
1. Xlor bilan birikib xloridlarni hosil qiladi. Xlor natriy bilan oddiy sharoitda birikadi:



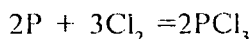
2. Xlor qizdirilgan mis va temir bilan ham reaksiyaga kirishadi:



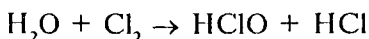
Xlor ba'zi bir metallar bilan birikib, tegishli xloridlarni hosil qiladi. Xlor qorong'ida vodorod bilan deyarli reaksiyaga kirishmaydi. Agar xlor bilan vodorod aralashmasiga kuchli yorug'lik nuri yuborilsa yoki aralashma qizdirilsa, reaksiya tez boradi:



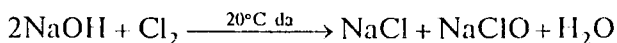
3. Xlor to'plangan idishga temir qoshiqchada qizdirilgan qizil fosfor tushirilsa, u xlor muhitini yorib, fosfor (III) xlorid hosil qiladi:



4. Xlorning murakkab moddalar bilan o'zaro ta'siri uning eng muhim kimyoviy xossaligidan biri hisoblanadi. Xlor suv molekulasiga bilan reaksiyaga kirishadi:



5. Xlor nam sharoitda ishqor bilan reaksiyaga kirishadi va gidroxlorat kislotasi hosil qiladi:



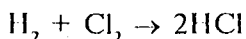
Ishlatilishi. Erkin holdagi xlor uning boshqa birikmalarini olish uchun ishlatiladi. Xlor birikmalari xalq xo'jaligining turli sohalarida keng ishlatiladi. Xlor suvda eriganda, masalan, ichimlik suvni xlorlashda u suv bilan reaksiyaga kirishib xlorit va *ginoxlorit kislotalarni* hosil qiladi.

Xlor har xil dori moddalar (tetratsiklin, gidroxlorid), bo'yoq moddalar, sintetik kauchuk, o'simliklarni himoya qilish vositalari, plastmassalar, brom va yod olishda, xlorid kislotasi ishlab chiqarishda ishlatiladi.

I. 15. Vodorod xlorid va xlorid kislotasi

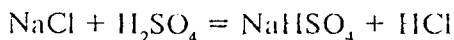
Vodorod xlorid (HCl) xlorning eng muhim birikmalaridan biri hisoblanadi.

Olinishi. Sanoatda vodorod xlorid vodorodni xlor muhitida yondirish yo'li bilan olinadi:

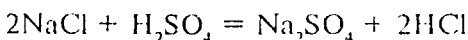


Bu reaksiyani idishdagi xlor tamom bo'lguncha davom ettirish kerak.

Laboratoriyada vodorod xlorid quruq osh tuzi bilan sulfat kislotaning konsentrlangan eritmasining aralashmasini qizdirish orqali olinadi:

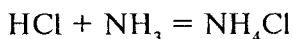


Laboratoriyada reaksiya oxirigacha (kerakli modda hosil bo'lishi uchun) tuz va kislotasi aralashmasi qizdiriladi:



Fizik xossalari. Vodorod xlorid — rangsiz, oʻtkir hidli, havodan biroz ogʻir gaz. U nafas yoʻllarini yalligʻlantiradi. Shu sababli vodorodxlorid olishda ehtiyot boʻlish kerak. Vodorod xlorid nam havoda tutaydi.

Kimyoviy xossalari. Odatdagi sharoitda vodorod xlorid ammiak (NH_3) bilan juda tez birikib, NH_4Cl tuzi kristallarini hosil qiladi:



Shu sababli vodorod xlorid va ammiak molekulari toʻqnashganda oq tutun hosil boʻladi.

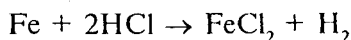
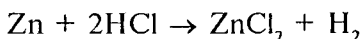
Ishlatilishi. Vodorod xloridning asosiy qismi xlorid kislota ishlab chiqarish uchun, maʼlum qismi organik moddalar bilan oʻzaro reaksiyasiga asosan plastmassa va kauchukning ayrim turlarini olishda ishlatiladi.

I. 16. Xlorit kislota. Uning xossalari va ishlatilishi

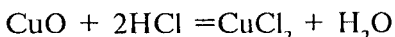
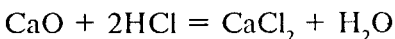
Fizik xossalari. Konsentrlangan HCl rangsiz, oʻtkir hidli, uchuvchan eritma. Uning konsentrlangan eritmasining nisbiy zichligi $1,19 \text{ g/sm}^3$ boʻlib, bu eritmadagi vodorod xloridning massa ulushi 37% ni tashkil qiladi. Agar HCl eritmasi uzoq qizdirilsa, unda erigan HCl toʻliq uchib ketishi mumkin.

HCl molekulası lakmusni qizartiradi, metiloranjni pushti rangga kiritadi.

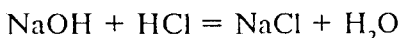
Kimyoviy xossalari. 1. HCl metallarning faollik qatorida vodoroddan oldin turgan metallar bilan reaksiyaga kirishadi:

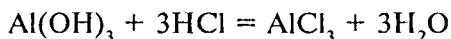


2. Metall oksidlari bilan reaksiyaga kirishadi:

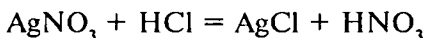


3. Asoslar bilan reaksiyaga kirishadi:





4. Tuzlar bilan almashinish reaksiyasiga kirishadi:



Ishlatilishi. HCl sanoatda tegishli tuzlar va bo‘yoq moddalar olishda, metallarni kavsharlashda, dori-darmon, plastmassalar olishda, teriga ishlov berishda, metallarni zangdan tozalashda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

I. 17. Kislorod guruhchasi

Kislorod guruhchasiga 5 ta element: kislorod, oltingugurt, selen, tellur va poloniy (radioaktiv element) kiradi.

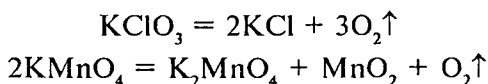
Bular D. I. Mendeleyev davriy sistemasi VI guruhining P elementlaridir. Ularning umumiy nomi xalkogenlar bo‘lib, “ruda hosil qiluvchi” degan ma’noni bildiradi.

18 O kislorod 15,9994	16 S oltingugurt 32,066	34 Se selen 78,96	52 Fe temir 127,60
	84 Po poloniy 208,9824		

Kislorod va uning xossalari

Tabiatda uchrashi. Kislorod O_2 keng tarqalgan element. U Yer po‘stlog‘i massasining 47,2 % ni tashkil etadi. Uning havodagi miqdori hajm jihatdan 20,95 % va massa jihatdan 23,15% ga teng. Kislorod suv, tog‘ jinslari, ko‘pchilik minerallar va tuzlar tarkibiga kiradi, tirik organizmlarni tashkil etuvchi oqsillar, yog‘lar va uglevodlarda bo‘ladi.

Olinishi. Laboratoriya sharoitida kislorod natriy gidroksidning suvdagi eritmasini elektroliz qilish (nikel elektrodlar), bertole tuzini (kaliy xlorit) qizdirib turib parchalash yoki kaliy permanganatni qizdirib parchalash yo‘li bilan olinadi:



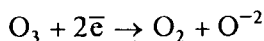
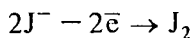
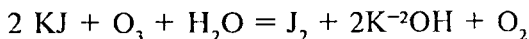
Sanoatda kislorod suyuq havodan va suvni elektroliz qilishda vodorod bilan birga olinadi. Kislorod po'lat balonlarda 15 MPA (megapaskal) bosim ostida saqlanadi va tashiladi.

Fizik xossalari. Kislorod rangsiz, ta'rsiz va hidsiz gaz, havodan biroz og'ir. Suvda kam eriydi (1 l suvda 20°C da 31 ml kislorod eriydi) — 183°C da va 101, 325 KPa bosimda kislorod suyuq holatga o'tadi. Suyuq kislorod havorang tusli bo'lib, magnit maydoniga tortiladi. Tabiiy kislorod tarkibida uchta izotop 16 O (99,77%), 17 O (0,04 %) va 18 O (0,20%) bo'ladi.

Kimyoviy xossalari. Tashqi elektron pog'onasini to'ldirish uchun kislorodga 2 ta elektron yetishmaydi. Kislorod ularni shiddat bilan biriktirib olib, 2 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Lekin fluor bilan hosil qilgan birikmalarida (OF_2 va O_2F_2) umumiy elektronlar juft elektr manfiy element bo'lgan fluorga tomon siljigan. Bu holda kislorodning oksidlanish darajasi mos ravishda +2 va +1 ga, fluorniki esa 1 ga teng.

Kislorod molekulası — 2 atomdan tarkib topgan O_2 . Unda kimyoviy bog'lanish — qutbsiz kovalent.

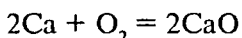
Ozon molekulası — kislorodning 3 ta atomidan tarkib topgan O_3 . U kislorod elementining allotropik shakl o'zgarishidir. Kislorod bilan ozon 1 ta elementning o'zidan hosil bo'lganligiga qaramay, ularning xossalari turlicha bo'ladi. Ozon — o'ziga xos hidli gaz. Organik moddalarni yemiradi. Ko'pchilik metallarni, shu jumladan, oltin va platinani ham oksidlaydi. U kislorodga nisbatan kuchli oksidlovchidir. Masalan, kaliy yodid eritmasidan yodni ajratib chiqaradi, kislorod bilan esa bunday reaksiya sodir bo'lmaydi:



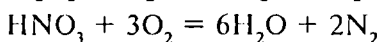
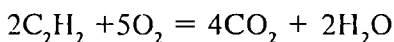
Ozon oqartiruvchi va dezinfeksiyalovchi xossaga ega.

Kislorodning eng muhim kimyoviy xossasi deyarli barcha elementlar bilan oksidlar hosil qilish xususiyatidir. Bunda ko'pchilik

moddalar bilan kislorod bevosita (ayniqsa, qizdirilganda) reaksiyaga kirishadi. Masalan,



Kislorod galogenlar, oltin va platina bilan bevosita reaksiyaga kirishmaydi, ularning oksidlari bilvosita yo'llar bilan olinadi. Murakkab moddalar turli sharoitda kislorod bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bunda, asosan, oksidlar, ayrim hollarda esa oksidlar va oddiy moddalar hosil bo'ladi. Masalan,



Ishlatilishi. Metallurgiya sanoatida kislorod ko'p miqdorda sarflanadi. Kislorod yuqori harorat hosil qilish uchun ishlatiladi. Kislorod-asetilen alangasining harorati 3500°C ga, kislorod-vodorod alangasini esa 3000°C ga yetadi. Tibbiyotda kislorod bemorlarning nafas olishini yengillashtirishda ishlatiladi. Nafas olish qiyin bo'lgan atmosferada ish bajarishda (yer osti va suv osti ishlarida, kosmik parvozlar va boshqalar) kislorodli ballonlardan foydalaniladi.

I. 18. Oltingugurt va uning xossalari

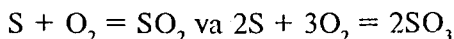
Tabiatda uchrashi. Oltingugurt tabiatda keng tarqalgan. U Yer po'stlog'i massasining 0,05% ni tashkil etadi. Erkin holda va ko'pincha birikmalar holida uchraydi. Uning eng muhim tabiiy birikmalari metall sulfidlari: FeS_2 — temir kolchedani, ya'ni pirit, ZnS — rux aldamasi, PbS — qo'rg'oshin yaltirog'i, HgS — kinovar va boshqalar, shuningdek, sulfat kislota tuzlari (kristallgidratlar): $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — gips, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — glauber tuzi, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — taxir tuz va boshqalar hayvonot va o'simlik organizmlarida bo'ladi (oqsil molekullari tarkibiga kiradi). Oltingugurt — neft tarkibida uchraydi.

Fizik xossalari. Oltingugurt sariq rangli qattiq mo'rt modda. Suvda deyarli erimaydi, lekin uglerod sulfidda, anilinda va ba'zi erituvchilarda yaxshi eriydi. Issiqlik va elektr tokini yaxshi

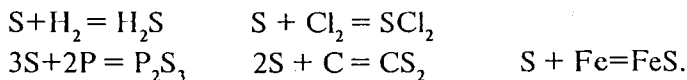
o'tkazmaydi, 444,6°C da qaynab, to'q qo'ng'ir rangli bug' hosil qiladi. Agar qo'ng'ir bug' tez sovitilsa, oltingugurtning mayda kristallaridan iborat mayin kukun hosil bo'ladi.

Kimyoviy xossalari. Oltingugurt atomining tashqi energetik pog'onasi tugallanmaganligi sababli u 2 ta elektron biriktirib olishi va 2 oksidlanish darajasini namoyon qilishi mumkin. Oltingugurt metallar hamda vodorod bilan hosil qilgan birikmalarida (masalan, Na_2S va H_2S da) shunday oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Elektronlar elektrmanfiyligi kuchliroq element atomiga berilganda yoki shunday atomga tortilganida, oltingugurtning oksidlanish darajasi +2, +4 va +6 bo'lishi mumkin.

Oltingugurt osonlikcha ko'pchilik elementlar bilan birikmalar hosil qiladi. U havoda yoki kislorodda yonganida oltingugurt (IV) oksid SO_2 va qisman oltingugurt (VI) oksid SO_3 hosil bo'ladi.



Bular oltingugurtning eng muhim oksidlaridir. Qizdirilganda oltingugurt vodorod, galogenlar (yoddan tashqari), fosfor, ko'mir, shuningdek, oltin, platina va iridiydan boshqa barcha metallar bilan bevosita birikadi. Masalan,



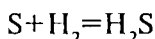
Ishlatilishi. Oltingugurt sanoatda va qishloq xo'jaligida keng ishlatiladi. Qazib olinadigan oltingugurtning yarmiga yaqini sulfat kislota olish uchun sarflanadi. Oltingugurtdan kauchukni vulqonlashda ham foydalaniladi, bunda kauchukning puxtaligi va elastikligi ortadi. Oltingugurt guli (mayda kukun holida) g'o'za kasalliklariga qarshi kurashda ishlatiladi. U o'q-dori, gugurt, shu'lalanuvchi moddalar olish uchun ham ishlatiladi. Tibbiyotda teri kasalliklarini davolash uchun oltingugurtdan surkov dorilar tayyorlanadi.

I. 19. Vodorod sulfid va sulfidlar

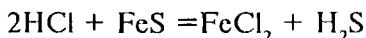
Vodorod sulfid — H_2S palag'da qolgan tuxum hidini eslatuvchi rangsiz gaz.

Tabiatda uchrashi. H_2S vulqon gazlarida, ba'zi mineral buloq suvlarida uchraydi. U turli o'simlik va hayvonot qoldiqlaridagi oltingugurtli organik moddalarning chirishidan hosil bo'ladi. Ba'zi oqar suvlar, o'ralar va axlat uyumlaridan qo'lansa hid kelishiga sabab uning tarkibida vodorod sulfidning borligidir.

Olinishi. Vodorod sulfid oltingugurtni qizdirib turib, vodorod bilan bevosita biriktirib olinishi mumkin:

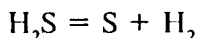


Lekin, odatda, temir (II) sulfidga suyultirilgan xlorid yoki sulfat kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

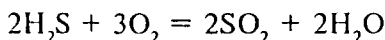


Fizik xossalari. Vodorod sulfid — asab sistemasiga zarar yetkazuvchi zaharli gaz. Shuning uchun vodorod sulfid bilan qilinadigan ishlarni *mo'rili shkafda* yoki *germetik bekiladigan asboblarda* o'tkazish kerak. Ishlab chiqarish binolarida vodorod sulfid miqdori 1 l, havoda ko'pi bilan 0,01 mg bo'lishiga ruxsat etiladi. Vodorod sulfid suvda yaxshi eriydi. Uning suvdagi eritmasi *vodorod sulfidli suv* yoki *sulfid kislota* deyiladi. U kuchsiz kislota xossasiga ega.

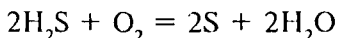
Kimyoviy xossalari. Vodorod sulfid — suvga nisbatan beqaror birikma. Qattiq qizdirilgan vodorod sulfid oltingugurt bilan vodorodga deyarli to'liq ajraladi:



Gazsimon vodorod sulfid havoda ko'kish alanga berib yonib, oltingugurt (IV) oksidi va suv hosil qiladi:

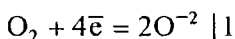
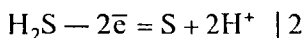


Kislorod yetishmaganda oltingugurt bilan suv hosil bo'ladi:

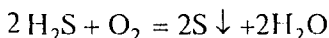


Bu reaksiya sanoatda vodorod sulfiddan oltingugurt olishda foydalaniladi.

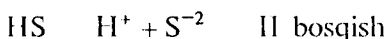
Vodorod sulfid — ancha kuchli qaytaruvchi. Eritmada vodorod sulfid elektronlarini havo kislorodi molekulalariga oson beradi:



Bu holda vodorod sulfid havo kislorodi ta'sirida oltingugurtga qadar oksidlanadi, natijada vodorod sulfidli suv loyqa bo'lib qoladi. Reaksiyaning umumiy tenglamasi:



Kuchsiz sulfid kislota H^+ va HS^- ionlariga bosqichli dissotsilanadi:



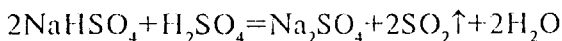
Uning eritmasida sulfid ionlar juda kam miqdorda bo'ladi.

Sulfidlar. Ikki asosli sulfid kislota ikki qator tuz — o'rta tuz (sulfidlar) va nordon tuz (gidrosulfidlar) hosil qiladi. Masalan, Na_2S — natriy sulfid, NaHS — natriy gidrosulfid. Gidrosulfidlar suvda yaxshi eriydi. Ba'zi sulfidlarning o'ziga xos rangi bo'ladi: CuS va PbS — qora, CdS — sariq, ZnS — oq, MnS — pushti, Sn — jigarrang va hokazo.

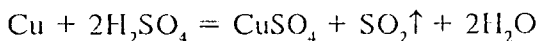
I. 20. Oltingugurt (IV) oksid.

Sulfat kislota

Oltingugurt (IV) oksid, boshqacha aytganda, sulfid angidrid — odatdagi sharoitda o'tkir, bo'g'uvchi hidli, rangsiz gaz. 10°C gacha sovutilganda suyuqlikka aylanadi. U po'lat ballonlarda suyuq holda saqlanadi. Laboratoriyada oltingugurt (IV) oksid NaHSO_4 bilan H_2SO_4 ni o'zaro ta'sir ettirilib olinadi:

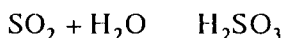


Shuningdek, Cu ni konsentrlangan H_2SO_4 bilan birga qizdirish yo'li bilan ham olinadi.

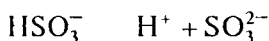
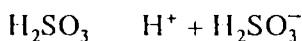


Sanoatda SO_2 pirit FeS_2 yoki rangli metallarning oltingugurtli rudalarini (rux aldamosi ZnS , qo'rg'oshin yaltirog'i PbS va boshqalar) kuydirganda hosil bo'ladi. Bunda hosil bo'lgan oltingugurt (IV) oksidi SO_2 , asosan, oltingugurt (VI) oksid SO_3 va sulfat kislota olishda ishlatiladi.

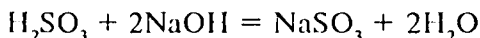
Sulfat kislota. Oltingugurt (IV) oksid suvda yaxshi eriydi (1 hajm suvda 20°C da 40 hajm SO_2 eriydi). Bunda faqat suvdagi eritmadagina mavjud bo'ladigan sulfat kislota hosil bo'ladi:



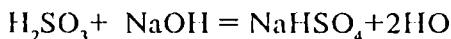
SO_2 ning suv bilan birikishi reaksiyasi qaytar reaksiyadir. Sulfat kislota kislotalarga xos barcha xossalarga ega. Masalan, eritmada H_2SO_3 bosqichli dissotsilanadi:



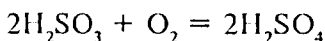
U ikki asosli kislota bo'lgani uchun ikki qator tuzlar — sulfidlar va gidrosulfidlar hosil qiladi. Kislota ishqor bilan to'liq neytrallanganda sulfidlar hosil bo'ladi:



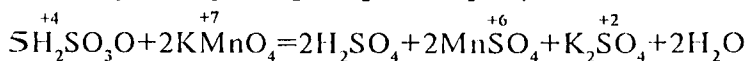
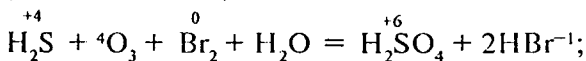
Ishqor kam bo'lganida kislota to'liq neytrallash uchun zarur miqdordan kamroq gidrosulfidlar hosil bo'ladi:

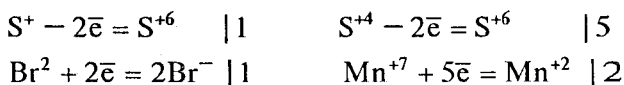


Oltingugurt (IV) oksid kabi H_2SO_3 va uning tuzlari kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. Bunda oltingugurtning oksidlanish darajasi ortadi. Masalan, H_2SO_3 hatto havo kislorodi ta'sirida ham oson oksidlanib, sulfat kislota aylanadi:



H_2SO_4 brom va KMnO_4 ta'sirida yanada oson oksidlanadi:



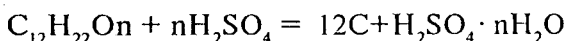


Oltinugurt (IV) oksid ko'pgina mikroorganizmlarni nobud qiladi. Shu sababli mog'or zamburug'larni yo'qotish uchun yerto'lalar, vino bochkalari va boshqalar oltinugurt (IV) oksid bilan dimlanadi. Bu oksiddan mevalarni tashish va saqlashda ham foydalaniladi. Oltinugurt (IV) oksidning ko'p miqdori HSO olish uchun sarflanadi.

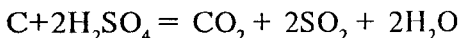
I. 21. Sulfat kislota va uning xossalari

Fizik xossalari. Sulfat kislota — og'ir, rangsiz, moysimon suyuqlik. Juda gigroskopik namni yutib, ko'p miqdorda issiqlik chiqaradi, shu sababli suvni konsentrlangan kislotaga quyish yaramaydi — kislota sachrashli mumkin. Suyultirish uchun H_2SO_4 ni oz-ozdan suvga quyish kerak.

Kimyoviy xossalari. Konsentrlangan H_2SO_4 organik moddalardan shakar, qog'oz, yog'och, tola va suvni o'ziga yutib olib, ularni ko'mirga aylantiradi. Bunda H_2SO_4 gidratlar hosil bo'ladi. Shakarning ko'mirga aylanishini ushbu tenglama bilan ifodalash mumkin:

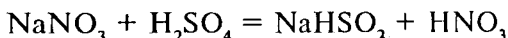


Hosil bo'lgan ko'mir qisman kislota bilan reaksiyaga kirishadi:

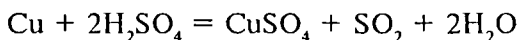


Shu sababli savdoga chiqariladigan kislota unga tasodifan tushib qolgan va ko'mirga aylangan chang hamda organik moddalar tufayli qo'ng'ir rangli bo'ladi.

Konsentrlangan H_2SO_4 quruq tuzlardan boshqa kislotalarni siqib chiqaradi. Masalan,

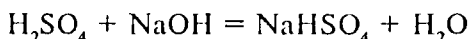
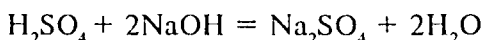


Sulfat kislota ning juda muhim kimyoviy xossasi — uning metallarga munosabatidir. Suyultirilgan va konsentrlangan metallar bilan turlicha reaksiyaga kirishadi.



Sulfat kislolaning ahamiyati. H_2SO_4 anorganik kislotalar, ishqorlar, tuzlar, mineral o'g'itlar va xlor ishlab chiqaradigan asosiy kimyo sanoatining muhim mahsuloti hisoblanadi. H_2SO_4 ishlab chiqarishning deyarli barcha sohalarida ishlatiladi. "Sun'iy ravishda olinadigan moddani topish qiyin", — deb yozgan edi D. I. Mendeleev o'z asarlarida. Texnikada H_2SO_4 kabi ko'p ishlatiladigan boshqa texnika qayerda yaxshi rivojlangan bo'lsa, o'sha yerda ko'p sulfat kislota ishlatiladi.

Sulfat kislota tuzlari. Sulfat kislota ikki asosli kislota bo'lganligi uchun ikki qator tuzlar: sulfatlar (o'rta tuzlar) va gidrosulfatlar (no'rdon tuzlar) hosil qiladi. Kislota ishqor ta'sirida to'liq neytrallangan (1 mol kislotaga 2 mol ishqor to'g'ri keladi). Sulfatlar, ishqor yetishmaganda (1 mol kislotaga 1 mol ishqor) gidrosulfatlar hosil bo'ladi:



Sulfat kislolaning ko'pchilik tuzlari suvda eriydi.

CaSO_4 va PbSO_4 suvda kam eriydi BaSO_4 suvda ham, kislota ham erimaydi.

I. 22. Azot

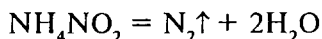
Tabiatda uchrashi. Azot tabiatda, asosan, erkin holatda uchraydi.

Havoda uning hajmiy ulushi 78,09, massa ulushi 75,6% bo'ladi. Azot birikmalari tuproqda oz miqdorda bo'ladi. Azotning Yer po'stlog'ida umumiy miqdori 0,01 % ni tashkil etadi.

Olinishi. Texnikada azot suyuq havodan olinadi. Ma'lumki, havo, gazlar, asosan, azot bilan kislorod aralashmasidan iborat. Yer yuzasidagi quruq havo tarkibi 78,09 % azot, 20,95% kislorod, 0,93 % nodir gazlar, 0,03% uglerod (IV) oksiddan iborat.

Azot olish uchun havo suyuq holatga o'tkaziladi, so'ngra bug'latish yo'li bilan uchuvchanligi kamroq bo'lgan kisloroddan ajratiladi. Shu yo'l bilan olingan azot tarkibida nodir gazlar (asosan,

argonlar) qo'shimchasi bo'ladi. Sof azotni laboratoriya sharoitida ammoniy nitritni qizdirish orqali olish mumkin:



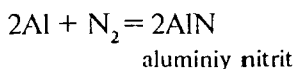
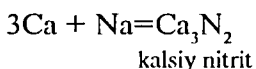
Fizik xossalari. Azot rangsiz, hidsiz va ta'msiz gaz, havodan yengil. Kislorodga nisbatan suvda kam eriydi. 20°C da 1 l suvda 15,4 ml azot eriydi. Tabiiy azotning massa sonlari 14 (99,64%) va 15 (0,36%) bo'lgan 2 ta barqaror izotopi bor.

Kimyoviy xossalari. Azot molekulasida 2 ta atomdan iborat. Ular orasidagi bog' uzunligi juda qisqa — 0,109 nm.

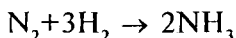
1. Xona haroratida azot faqat Li bilan reaksiyaga kirishadi:



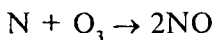
2. Metallar bilan faqat yuqori haroratdagina reaksiyaga kirishgan nitritlar hosil qiladi. Masalan,



3. Azot vodorod bilan yuqori bosim va haroratda katalizator ishtirokida birikadi:



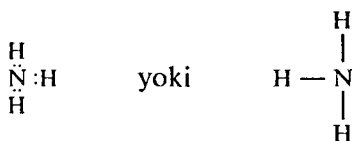
4. Azot kislorod bilan reaksiyaga kirishadi:



Ishlatilishi. Azot ammiak olishda ishlatiladi. Azot o'simlik va hayvonlar hayotida katta ahamiyatga ega, chunki u oqsil moddalar tarkibiga kiradi. Azot birikmalari mineral o'g'itlar, portlovchi moddalar ishlab chiqarishda va sanoatning boshqa ko'pgina tarmoqlarida ishlatiladi.

I. 23. Ammiak

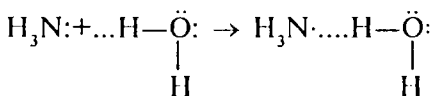
Molekulasining tuzilishi. Azot vodorod bilan bir necha xil birikma hosil qiladi. Ulardan eng muhimi ammiakdir. Ammiak molekulasining elektron formulasi:



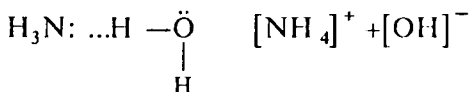
Vodorod bog‘lanishlar borligi tufayli ammiakning suyuqlanish va qaynash harorati nisbatan yuqori, bug‘lanish issiqligi ham katta bo‘ladi, u osongina suyuqlikka aylanadi.

Fizik xossalari. Ammiak — o‘ziga xos o‘tkir hidli rangsiz gaz, havodan 2 marta yengil. Ammiak suvda yaxshi eriydi. Ammiakning suvdagi eritmasi ammiakli suv yoki novshadil spirti deyiladi.

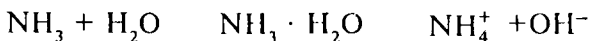
Kimyoviy xossalari. Ammiakning suvda ko‘p eruvchanligi sabab ularning molekulari orasida vodorod bog‘lanishlarning hosil bo‘lishidir:



Lekin ammiakning bunday gidritlari bilan bir qatorda qisman ammoniy ionlari va gidroksidionlar ham hosil bo‘ladi:



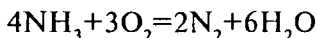
Gidroksid ionlar borligi sababli ammiakli suv kuchsiz ishqoriy muhitga ega bo‘ladi. Gidroksid OH^- ionlari bilan NH_4^+ va H_2O molekulari hosil bo‘ladi, ya’ni reaksiya teskari yo‘nalishda ketadi. Ammiakli suvda ammoniy ionlari va gidroksid ionlar hosil bo‘lishini ushbu tenglama bilan ifodalash mumkin:



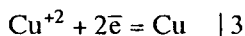
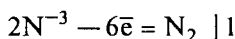
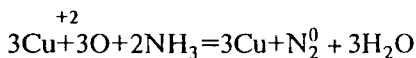
Ammiak kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, ammoniy tuzlarini hosil qiladi:



Ammiak kislorod va oldindan qizdirilgan havoda yonib azot hamda suv hosil qiladi:

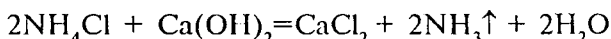


Ammiak kuchli oksidlovchi. Qizdirilganda u mis (II) oksidni qaytaradi, o'zi esa erkin azotga qadar oksidlanadi:

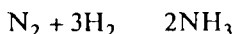


Bu reaksiya yordamida laboratoriya sharoitda azot olish mumkin.

Olinishi va ishlatilishi. Laboratoriya sharoitida azot, odatda, NH_4Cl bilan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aralashmasini ohista qizdirib olinadi:



Sanoatda ammiak azot bilan vodoroddan sintez qilinadi:



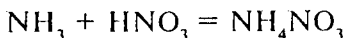
Ammiak HNO_3 azotli tuzlar, mochevina, ammiakli usul bilan soda olishda ishlatiladi. Ammiakdan sovitish maqsadida foydalanish uning suyuqlikka aylanishi va so'ngra issiqlik yutib bug'lanishiga asoslangan.

Suyuq ammiak va uning suvdagi eritmaları suyuq o'g'it sifatida ishlatiladi.

I. 24. Ammoniy tuzlar

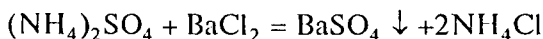
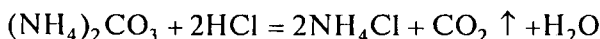
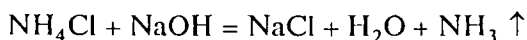
Ammoniy tuzlari va ularning xossalari. Ammoniy tuzlari ammoniy kationi bilan kislota qoldig'idan tarkib topgan. Ular tuzilishi jihatidan bir zaryadli metall ionlarining tegishli tuzlariga o'xshaydi.

Olinishi. Ammoniy tuzlari ammiakni yoki uning suvdagi eritmalarini kislotalar bilan o'zaro ta'sir ettirib olinadi, masalan:

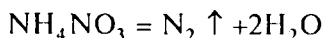
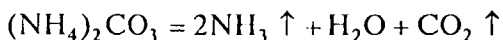


yoki ionli shaklda $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

Kimyoviy xossalari. Ammoniy tuzlari ishqorlar, kislotalar va boshqa tuzlarning eritmalari bilan reaksiyaga kirishadi:



Ammoniy tuzlari qizdirilganda parchalanadi yoki haydaladi, masalan,



Fizik xossalari. Ammoniy tuzlari suvda yaxshi eriydi. Ular suvdagi eritmalarida gidrolizga uchraydi. Ammoniy tuzlari — qattiq moddalar.

Ishlatilishi. Sulfat ammoniy $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va ammoniy nitrati NH_4NO_3 o'g'it sifatida ishlatiladi. Ammoniy tuzlari tibbiyotda, ro'zg'orda, portlovchi moddalar sifatida ishlatiladi.

I. 25. Fosfor

Tabiatda uchrashi. Fosforning Yer qobig'idagi umumiy miqdori 0,08 % ni tashkil etadi. Fosfor tabiatda faqat birikmalar holida uchraydi: ulardan eng muhimi kalsiy fosfat — anatit mineralidir. Anatitning juda ko'p turlari ma'lum, ulardan eng ko'p tarqalgani ftoranatit $3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$.

Fosfor oqsil moddalar tarkibida turli xil birikmalar holida bo'ladi. Miya to'qimalari tarkibida fosfor miqdori 0,38%, muskullarda 0,2% bo'ladi.

Fosfor o'simliklarning hayoti uchun zarur. Shuning uchun tuproqda yetarli miqdorda birikmalari doimo bo'lishi zarur.

Fizik xossalari. Fosforning allotropik o'zgarishlari fizik xossalari bo'yicha bir-biridan keskin farq qiladi.

Oq va qizil fosforning fizik xossalari

Oq fosfor — rangsiz va juda zaharli modda. Fosfor bug‘larini kondensatsiyalash yo‘li bilan olinadi. Suvda erimaydi, lekin uglerod sulfidida yaxshi eriydi. Uzoq vaqt ohista qizdirilganda oq fosfor qizil fosforga aylanadi.

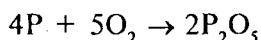
Qizil fosfor — qizil qo‘ng‘ir rangli kumush, zaharli emas. Suvda va uglerod sulfidida erimaydi. Qizil fosfor bir necha allotropik shakl o‘zgarishlari aralashmasidan iboratligi aniqlangan, ular bir-biridan rangi (to‘q qizildan gunafsha ranggacha) va boshqa ba‘zi xossalari bilan farq qiladi.

Suyuqlanish harorati taxminan 260°C .

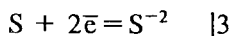
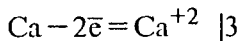
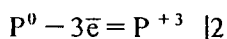
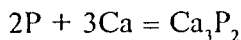
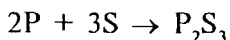
Qora fosfor — tashqi ko‘rinishidan grafitga o‘xshaydi, ushlab ko‘rilganda yog‘ochdek tuyuladi, yarimo‘tkazgich xossalariga ega.

Kimyoviy xossalari. Oq fosfor havosiz joyda uzoq vaqt qizdirilganda sarg‘aya boradi va asta-sekin qizil fosforga aylanadi. Qizil fosfor ham xuddi shunday sharoitda qizdirilganda bug‘ga aylanadi. Kondensatlanganda oq fosfor hosil bo‘ladi.

Oq fosfor nihoyatda kimyoviy aktivligi (faolligi) bilan ajralib turadi. U kislorod bilan 40°C dayoq reaksiyaga kirishadi va fosfor (V) oksid hosil qiladi:

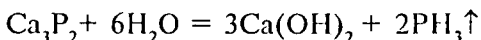


Fosfor kuchli galogenlar, oltingugurt va ba‘zi metallar bilan birikadi, bunda oksidlash-qaytarish reaksiyalari namoyon bo‘ladi. Masalan,

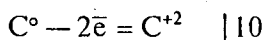
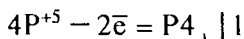
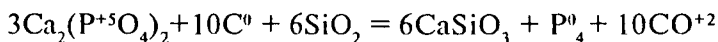


Bu reaksiyalar qizil fosforga qaraganda oq fosfor bilan oson birikadi.

Fosforning metallar bilan hosil qilgan birikmalari fosfadlar deyiladi, ular suv ta‘sirida parchalanib, fosfin PN — sarimsoq hidini eslatuvchi juda zaharli moddani hosil qiladi:



Olinishi. Fosfor elektr pechlarida havosiz muhitda fosforit va anatitlarni kremniy (IV) oksid va ko'mir ishtirokida qizdirish bilan olinadi:



Bu reaksiyada fosfor bug'lari quyۇqlashadi va suvli yig'ichda tutib qolinadi.

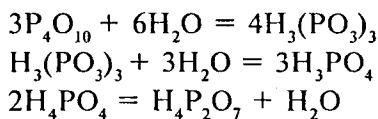
Ishlatilishi. Qizil fosfor gugurt ishlab chiqarishda ishlatiladi. Qizil fosfor, surma (III) sulfid, temirli surik (kvars aralashgan tabiiy temir (III) oksid) va yelimdan aralashma tayyorlanadi. Bu aralashma gugurt qutisining yon sirtlariga surtiladi. Gugurt kallagi, asosan, bertole tuzi, maydalangan shisha, oltingugurt va yelimdan tarkib topgan bo'ladi. Gugurt kallagi gugurt qutisining yon sirtiga ishqalanganda, qizil fosfor alanganadi, kallak tarkibini o't oldiradi, undan esa cho'p yonadi. Oq fosfor ko'p, qora fosfor esa juda kam ishlatiladi.

Fosfor oksidlari. Fosfor bir nechta oksidlar hosil qiladi. Ularning eng muhimlari P_4O_6 va P_4O_{10} . Ko'pincha ularning formulalari soddalashtirilgan holda P_2O_3 va P_2O_5 tarzida yoziladi.

Fosfor (III) oksid. P_4O_6 — mumsimon kristall massa $22,5^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Fosforni kislorod yetishmaydigan sharoitda yondirish yo'li bilan olinadi. Kuchli qaytaruvchi, juda zaharli.

Fosfor (V) oksid. P_4O_{10} — oq gigroskopik kukun, fosforni mo'l havo yoki kislorodda yondirish orqali olinadi. U suv bilan yaxshi birikadi. Tuzlar va suyuqliklarni qurituvchi sifatida ishlatiladi.

Fosfat kislotalar. Fosfor (V) oksid P_4O_{10} suv bilan o'zaro ta'sirlashib, trimetofosfat kislota $\text{N}_3(\text{PO}_4)_3$ hosil qiladi (uni sodda holda HPO_3 deb yoziladi). Bu kislota mo'l suv bilan qaynatilganda fosfat kislota N_3PO_4 ni hosil qiladi, yana qizdirilganda fosfat kislota $\text{N}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ga o'tadi:



Fosfatlar o'g'it sifatida ishlatiladi. Fosfat kislota eng qattiq modda, suv bilan yaxshi aralashadi. Sanoatda fosfat kislota ekstraksiya va termik usulda olinadi.

Fosfat kislota tuzlari

Fosfat kislota uch asosli kislota bo'lgani uchun uch xil tuz — fosfatlar hosil qiladi.

1. Fosfatlar — fosfat kislotada hamma vodorodning o'rnini metall atomlari olgan, masalan, K_2PO_4 — kaliy fosfat, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ — ammoniy fosfat.

2. Gidrofosfatlar — kislotadagi ikkita vodorod atomi o'rnini boshqa atomlar olgan, masalan: K_2NPO_4 — kaliy gidrofosfat, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ — ammoniy gidrofosfat.

3. Digidrofosfatlar — kislotadagi bitta vodorod atomi o'rnini boshqa atom olgan, masalan, KN_2PO_4 — kaliy digidrofosfat, $\text{NH}_4\text{H}_3\text{PO}_3$ — ammoniy digidrofosfat. Ishqoriy metallar va ammoniyning barcha fosfatlari suvda eriydi.

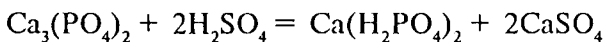
Mineral o'g'itlar — tarkibida o'simliklar uchun zaruriy oziq elementlari bo'ladigan moddalar, asosan, tuzlar *mineral o'g'itlar* deyiladi. Ular yuqori va barqaror hosil olish maqsadida tuproq unumdorligini oshirish uchun tuproqqa qo'shiladi. Mineral o'g'itlar oddiy va kompleks (murakkab va aralash) o'g'itlarga bo'linadi.

Oddiy o'g'itlar tarkibida 1 ta oziq elementi bo'ladi, masalan, natriyli selitra tarkibida azot, kaliy xlorid tarkibida kaliy bor va hokazo.

Murakkab o'g'itlarning bir xil zarrachalari tarkibida 2 ta va undan ko'p oziq elementlari bo'ladi. Masalan, kaliyli selitra tarkibida kaliy bilan azot, nitrofoskada azot, fosfor hamda kaliy bo'ladi va hokazo.

Aralash o'g'itlar turli xil o'g'itlarning, oddiy va murak-kab o'g'itlar yoki oddiy hamda murakkab o'g'itlarning mexanik aralashmasidan iborat bo'ladi. Ular ko'pincha *o'g'it aralashmalari* deyiladi.

Oddiy superfosfat — nitrit va fosforitlarga N_2SO_4 bilan ishlov berish orqali olinadi. Ishlov berishdan maqsad — o'simliklar har qanday tuproqdan yaxshi o'zlashtirilgan eruvchan tuz olishdir:



Qo'sh superfosfat tarkibida $Ca(H_2PO_4)_2$ bo'lgan konsentrlangan fosforli o'g'it. Oddiy superfosfatga nisbatan taqqoslanganda tarkibida ballast $CaSO_4$ yo'qligi bilan afzal. Qo'sh superfosfat ikki bosqichda olinadi. Dastlab, fosfat kislotasi olinadi. So'ngra apatit yoki fosforli fosfat kislotaning suvdagi eritmasi bilan ishlanadi:

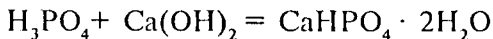


Suyak talqoni uy hayvonlarining suyaklarini qayta ishlab olinadi, tarkibida $Ca_2(PO_4)_2$ bor.

Ammofos — tarkibida fosfor va azot bo'ladigan o'g'it, fosfat kislotani ammiak bilan neytrallanganda hosil bo'ladi. Odatda, tarkibida $NH_4H_2PO_4$ va $(NH_4)_2HPO_4$ bo'ladi.

Fosfarit talqoni fosfaritlarni mayda tuyish yo'li bilan olinadi. Uning tarkibida kam eriydigan tuz $Ca_3(PO_4)_2$ borligi sababli o'simliklar faqat kislotali — podzol va torfli tuproqlardagina o'zlashtirishi mumkin.

Pritsipitat — tarkibi $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ bo'lgan konsentrlangan fosforli o'g'it. Suvda kam eriydi, lekin organik kislotalarda yaxshi eriydi. Fosfat kislotani kalsiy gidroksid eritmasi bilan neytrallash orqali olinadi:



I. 26. Uglerod va uning xossalari

Tabiatda uchrashi. Tabiatda uglerod (C) erkin holda olmos, grafit va karbon ko'rinishida, birikmalarda esa toshko'mir, qo'ng'ir ko'mir hamda neft ko'rinishida uchraydi. Tabiiy karbonatlar —

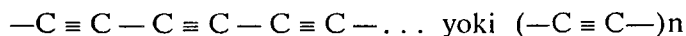
ohaktosh, marmar, bo'r CaCO_3 , magnezit MgCO_3 , dolomit $\text{MgCO}_3 + \text{CaCO}_3$ tarkibiga kiradi. Organik moddalarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Uglerodning yer qobig'idagi miqdori 0,1 % ni tashkil qiladi, havoda uglerod (IV) oksid bo'ladi.

Fizik xossalari. Uglerodning allotropik shakl o'zgarishlari — olmos, grafit va karbin fizik xossalari jihatidan bir-biridan keskin farq qiladi, bunga sabab ularning kristall natijalari turlicha tuzilganligidir.

Olmos — atom panjaralari rangsiz kristall modda. Olmos kristallarida uglerod sp^{-3} — gibridlanish holatida bo'ladi. Ular o'zaro puxta qutbsiz kovalent bog'lanishlar orqali bog'langan. Olmosda uglerodning har qaysi atomi 4 ta boshqa atom bilan qurshab olingan, bu atomlar tetraedr markazdan uning uchlariga tomon yo'nalgan tomonda bo'ladi. Bularning hammasi nihoyatda qattiq, ancha zichlik ($3,5 \text{ g/sm}^3$) va olmosga xos boshqa xususiyatlarni baxsh etadi. Shuning uchun u shisha kesish, tog' jinslarini burg'ulash va o'ta qattiq materiallarni silliqlash uchun ishlatiladi. Olmos yorug'likni kuchli sindiradi (shu'lalanadi). Shuning uchun olmosdan bezak (brilliant)lar tayyorlanadi.

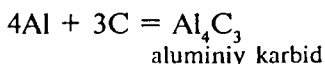
Grafit — salgina metall yaltiroqligi bor, ushlab ko'rilganda yog'liqdek tuyuladigan to'q kulrang kristall modda. Grafit qalamlar o'zagini, shuningdek, elektrodlar (sanoatdagi elektrolizlar uchun) tayyorlashda ishlatiladi. Grafitdan yadro reaktorlarida neytronlarni sekinlashtiruvchi sifatida ham foydalaniladi. Grafitni koksdan sun'iy usulda olish mumkin. Grafitda uglerod atomi sp^2 — gibridlanish holatda bo'ladi.

Karbin — qora rangli mayda kristall kukun. Karbin kristallari uglerod atomlarining navbatlashib keladigan oddiy va uchlamchi bog'lanishlar orqali bog'langan chiziqsimon zanjirlaridan tarkib topgan:

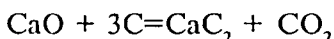


Qattiqligi jihatidan karbin grafitdan ustun, lekin olmosdan ancha keyinda turadi. Yarimo'tkazgich xossalari ega. Havosiz joyda 2800°C ga qadar qizdirilganda grafitga aylanadi.

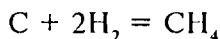
Kimyoviy xossalari. Odatdagi haroratda ko'mir ancha inert bo'ladi. Ko'mir oksidlovchi sifatida, ba'zan metallar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Uglerodning metallar bilan hosil qilgan birikmalari **karbidlar** deyiladi. Masalan:



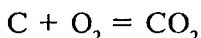
Kalsiy karbid amalda katta ahamiyatga ega, u ohak CaO bilan elektr pechlarda qizdirish orqali olinadi:



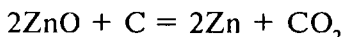
Vodorod bilan ko'mir nikel katalizatori ishtirokida va qizdirilganda metan — tabiiy yonuvchi gazlarning asosiy tarkibiy qismini hosil qiladi:



Lekin ko'mir qaytaruvchi xossalari namoyon qiladigan reaksiyalarga ko'proq kirishadi. Bu hol ko'mirning istalgan allotropik shakl o'zgarishining to'liq yonishida ko'rinadi:

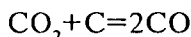


Ko'mir temir, mis, rux, qo'rg'oshin va boshqa metallarni ularning oksidlaridan qaytariladi, uning bu xossalari metallurgiyada metall olishda keng ko'lamda foydalaniladi. Masalan,



Uglerod oksidlari — uglerodning 2 ta oksidi ma'lum: CO va CO₂.

Uglerod (II) oksid. Uglerod (II) oksid CO uglerodning kislorod yetishmaganda yonishi jarayonida hosil bo'ladi. Sanoatda u yuqori haroratda ko'mir cho'g'i ustidan karbonat angidrid o'tkazish yo'li bilan olinadi:

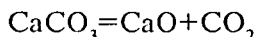


Laboratoriya sharoitida uglerod (II) oksid chumoli kislotaga (qizdirib turib) konsentrlangan N₂SO₄ ta'sir ettirish orqali olinadi.

Uglerod — (II) oksid rangsiz, hidsiz, nihoyatda zaharli gaz.

Uglerod (IV) oksid. Uglerod (IV) oksid CO₂ (karbonat angidrid) tabiatda organik moddalar yonganida va chiriganida hosil bo'ladi. Hayvon va o'simliklar nafas olganida ajralib chiqadi.

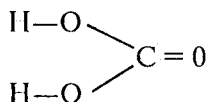
Laboratoriya sharoitida SO_2 marmarga HCl ta'sir ettirib olinadi. Sanoatda uglerod (IV) oksid ohaktosh kuydirilganda hosil bo'ladi:



Uglerod (IV) oksid soda, shakar ishlab chiqarishda, suv va ichimliklarni gazlashtirish uchun, suyuq holda o't o'chirgichlarda ishlatiladi.

Uglerod (IV) oksidi — rangsiz gazsimon modda. U havodan 1,5 marta og'ir.

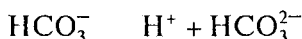
Karbonat kislota. Karbonat kislota faqat eritmadagina mavjud bo'ladi. Qizdirilganda u uglerod (IV) oksid bilan suvga ajraladi. Karbonat kislota molekulasida vodorod atomlari kislorod atomlari bilan bog'langan bo'ladi:



U ikki asosli kislota sifatida bosqich bilan dissotsilanadi:

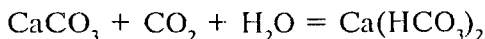


So'ngra juda oz miqdorda quyidagicha dissotsilanadi:



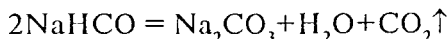
Karbonat kislota — kuchsiz elektrolit.

Karbonat kislota tuzlari. Karbonat kislota 2 qator tuzlar: *o'rta tuzlar* — *karbonatlar* va *nordon tuzlar* — *dikarbonatlar* hosil qiladi. Ishqoriy-yer metallarning karbonatlari suvda kam eriydi. Aksincha, gidrokarbonatlari yaxshi eriydi. Gidrokarbonatlar karbonatlar, uglerod (IV) oksid va suvdan hosil bo'ladi:



Natriy karbonat Na_2CO_3 texnikadagi karbonatli soda deyiladi.

Natriy gidrokarbonat NaHCO_3 texnikada soda, bikarbonat soda deyiladi, suvda kam eriydi. Qizdirilganda (100°C gacha) oson parchalanadi:



Ichimlik soda tibbiyotda (jig'ildon qaynaganda ichiladi), ro'zg'orda, sun'iy mineral suvlar ishlab chiqarishda va o't o'chirgichlarni to'ldirishda, qandolatchilikda va non yopishda ishlatiladi.

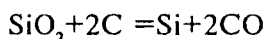
Kaliy karbonat K_2CO_3 (potash) — suvda yaxshi eriydigan oq kukun. O'simliklar kuli tarkibida bo'ladi. Suyuq sovun, optik shisha, pigmentlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kalsiy karbonat $CaCO_3$ tabiatda bo'r, marmar va ohaktosh ko'rinishida uchraydi, ular binokorlikda ishlatiladi. Ohaktoshdan ohak va uglerod (IV) oksid olinadi.

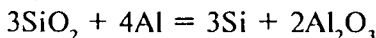
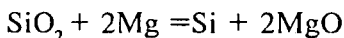
I. 27. Kremniy va uning xossalari

Tabiatda uchrashi. Kremniy kisloroddan keyin eng ko'p tarqalgan elementdir. U Yer po'stlog'i massasining 27,6% ni tashkil qiladi. Tabiatda kremniy (IV) oksid silikati va kislotalarning tuzlari — silikatlar holida uchraydi. Ular Yer po'stlog'ining qobiig'ini hosil qiladi. Kremniy birikmalari o'simlik va hayvonlar organizmida bo'ladi.

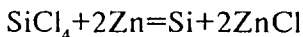
Olinishi. Sanoatda kremniy elektr pechlarda SiO ni koks bilan qaytarish orqali olinadi:



Laboratoriyada qaytaruvchilar sifatida magniy yoki aluminiydan olinadi:

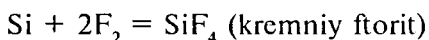


Eng toza kremniy kremniy tetraxloridni rux bug'lari bilan qaytarish orqali olinadi:



Fizik xossalari. Kristall holdagi kremniy — shishadek yaltiroq, to'q kulrang modda. Kremniy juda mo'rt, uning zichligi — 2,33 g/sm³, ko'mir kabi qiyin suyuqlanadigan moddalar qatoriga kiradi.

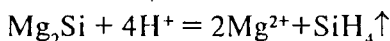
Kimyoviy xossalari. Kremniy (IV) oksid kislotali oksiddir. Kremniy bevosita faqat galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi:



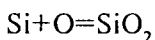
Kremniyning metallar bilan hosil qilgan birikmalari *silitsidlar* deyiladi. Masalan,



Silitsidga HCl ta'sir ettirilganda, kremniyning vodородli eng oddiy *birikmasi* — silan SiH_4 olinadi:



Maydalangan kremniy kislorod bilan qizdirilganda yonib, kremniy (IV) oksid hosil qiladi:



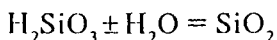
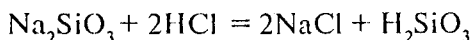
Bunda ko'p miqdorda issiqlik chiqadi, bu esa SiO_2 da atomlar orasidagi bog'lanish juda puxta ekanligini ko'rsatadi.

Ishlatilishi. Kremniy (IV) oksid qum ko'rinishida silikat g'ishtlar, keramika buyumlari va shishalar olishda ishlatiladi.

Kremniy (IV) oksid va silikat kislota. Kremniy (IV) oksid qumtuproq ham deyiladi. Bu qiyin suyuqlanadigan qat tiq modda tabiatda 2 xil ko'rinishda keng tarqalgan.

1. Kristall qumtuproq — kvars minerali va uning har xil turlari (tog' billuri, xalsedon, agat, yashma kremel) holi da bo'ladi: kvars qurilishda va silikat sanoatda keng ko'lamda foydalanilgan kvarsli qumlarning asosini tashkil etadi.

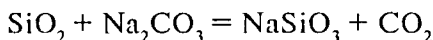
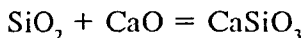
2. Amorf qumtuproq tarkibi $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan opal mineral holida bo'ladi: amorf qumtuproqning tuproq shaklidagilari diatomist, trepel (infuzor tuproq); suvsiz sun'iy amorf qumtuproqqa silikagel liksol bo'la oladi, u natriy metasilikatda olinadi:



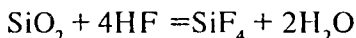
Silikagelning yuzasi katta, shu sababli namlikni yaxshi adsorbilaydi. Kvars 1710°C da suyuqlanadi. Suyuqlangan massa tez sovutilganda kvars shisha hosil qiladi.

Fizik xossalari. SiO_2 — qattiq modda, suvda kam eriydi.

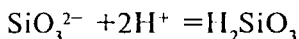
Kimyoviy xossalari. SiO_2 kislotali oksidlar jumlasiga kiradi. U qattiq ishqorlar, asosli oksidlar va karbonatlar bilan birga suyuqlantirilganda silikat kislotalarning tuzlari hosil bo'ladi:



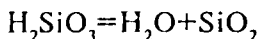
SiO_2 bilan faqat florid kislotalariga reaksiyaga kirishadi:



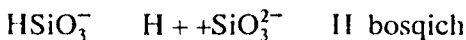
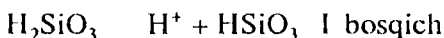
Shu reaksiya yordamida shishaga ishlov beriladi. Suvda kremniy (IV) oksid erimaydi va u bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi. Shu ning uchun silikat kislota bilvosita yo'l bilan kaliy yoki natriy silikat eritmasiga kislota ta'sir ettirib olinadi:



Na_2SiO_3 — juda kuchsiz kislota, suvda kam eriydi, qizdirilganda karbonat kislota kabi oson parchalanadi:

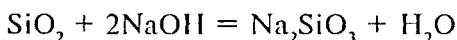


2 asosli kislota bo'lgani uchun bosqichli dissotsilanadi:



Silikat kislota tuzlari. Silikat kislota tuzlari *silikatlar* deyiladi. Ularning tarkibida, odatda, elementlar oksidlarning birikmalari holda formula bilan tasvirlanadi. Masalan, $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ kalsiy silikat deyiladi.

$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ tarkibli silikatlar eruvchan shisha deyiladi, ularning suvdagi konsentrlangan eritmasi esa aroq-shisha deb ataladi. Natriyli eruvchan shisha katta ahamiyatga ega. U texnikada kvargulin i soda bilan birga suyuqlantirish va amorf qumtuproqqa ishqorning konsentrlangan eritmasi bilan ishlov berish orqali olinadi:



Kremniyning tabiiy birikmalari. Yer qobig'ini kremniy (IV) oksid bilan turli xil silikatlardan tarkib topgan. Tabiiy silikatlarning tarkibi va tuzilishi murakkab bo'ladi. Ba'zi tabiiy silikatlarning tarkibi quyidagicha:

Dala shpati	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Sluda	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 + 6SiO_2 \cdot 2H_2O$
Asbest	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$
Kaolinit	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Tarkibida Al_2O_3 bo'ladigan silikatlar aluminiy silikatlar deyiladi. Turli silikatlarning aralashmalari ham ko'p tarqalgan. Masalan, tog' jinslari — granitlar va gneyslar — kvars dala shpati va sludadan tashkil topgan.

Tog' jinslarining nurashi natijasida gil, qum qatlamlari va tuz qatlamlari hosil bo'lgan.

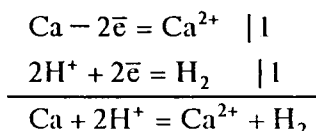
I. 28. Metallarning umumiy xossalari

D. I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasining 107 ta elementidan 85 tasi metallidir. Elementlarning oilalarga asoslanib metall elementlarga I va II guruhlarining barcha elementlari, shuningdek, bosh guruhchalardan III, IV (Ce, Sp, Pb), V (Sb, Vi) va VI (Po) kiradi. Ko'rinib turibdiki, eng qattiq metall elementlar davrlarining (ikkinchidan boshlab) boshlanish qismida joylashgan.

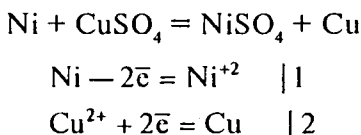
Fizik xossalari. Metallar nihoyatda plastik bo'ladi. Metallik yaltiroq, odatda, kulrang tus va shaffof bo'lmazlik barcha metallar uchun xos xususiyatdir. Metallar o'zidan yaxshi tok o'tkazadi. Qaynash va suyuqlanish harorati va zichligi turlicha bo'ladi. Metall elementining atom massasi qancha kichik, radiusi qancha katta bo'lsa, uning zichligi shuncha kam bo'ladi. Metallar o'rasida litiy Li eng yengil hisoblanadi (zichligi $0,53 \text{ g/sm}^3$), eng og'iri osmiy — Os (zichligi $22,6 \text{ g/sm}^3$).

Kimyoviy xossalari. Metallarning atomlari valent elektronlarini ancha oson beradi va musbat zaryadlangan ionlarga aylanadi. Shuning uchun metallar qaytaruvchi hisoblanadi. Metallarning kislotalar bilan o'zaro ta'siri oksidlanish-qaytarilish jarayonidir.

Vodorod ioni oksidlovchi bo'lib, metallardan elektronni biriktirib oladi:

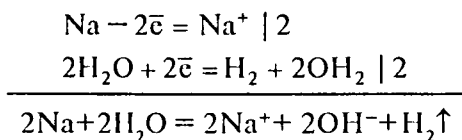


Metallarning faolligi kamroq metall tuzlarining suvdagi eritmalari bilan o'zaro ta'sirini ushbu misolda ko'rsatish mumkin:

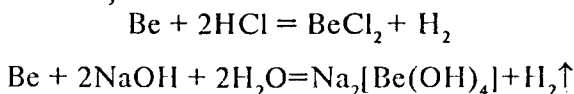


Bu holda elektronlar faolroq metall (Ni) atomlaridan ajraladi va faolligi kamroq metall ionlariga (Cu^{2+}) birikadi.

Faol metallar suv bilan reaksiyaga kirishadi, bunda suv oksidlovchi bo'ladi. Masalan,



Gidroksidlari bo'lgan metallar, odatda, kislotalarning eritmalari bilan ham, ishqorlarning eritmalari bilan ham reaksiyaga kirishadi. Masalan,



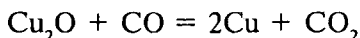
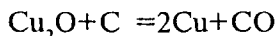
Metallarning olinishi.

Metallar rudalardan olinadi.

Metallurgiya — bu tabiiy xomashyodan sanoat usulida metallar olish haqidagi fan.

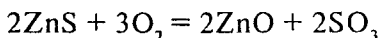
Hozirgi metallurgiyada 75 xildan ko'p metallar va ular asosida turli-tuman qotishmalar olinadi. Metallar olinish usullariga qarab pero-, gidro- va elektrometallurgiyaga bo'linadi.

Perometallurgiya metallurgiyada yetakchi o'rinni egallaydi. U rudalardan metallurgiyada yuqori haroratlarda qaytarish reaksiyalari yordamida olish usullarini o'z ichiga oladi. Qaytaruvchi sifatida ko'mir, faol metallar, uglerod (II) oksid, metan ishlatiladi. Masalan, ko'mir bilan uglerod (II) oksid qizil mis rudasi (kuprit) Cu_2O dan misni qaytaradi:

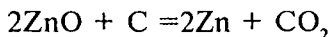


Temir rudalaridan cho'yan va po'lat olish ham perometallurgiyaga misol bo'ladi.

Agar ruda metall sulfidi bo'lsa, u holda ko'paytirib oksidlash (havoli joyda kuydirish) yo'li bilan oksidga aylantiriladi. Masalan,



So'ngra metall oksidi ko'mir yordamida qaytariladi.

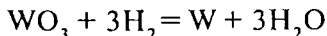
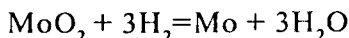


Ko'mir (koks) bilan qaytarilib olinadigan metallar karbidlar hosil qilmaydigan yoki beqaror karbidlar (uglerodli birikmalar) hosil qiladigan hollardagina qo'llaniladi: bunday metallarga temir va ko'pgina rangli metallar: mis, rux, kadmiy, germaniy, qalay, qo'rg'oshin va boshqalar kiradi.

Metallarni ularning birikmalaridan kimyoviy jihatdan faolroq bo'lgan boshqa metallar bilan qaytarish *metallotermiya* deyiladi. Bu jarayonlar ham yuqori haroratda sodir bo'ladi. Qaytaruvchilar sifatida Al, Mg, Ca, Na ishlatiladi. Agar qaytaruvchi Al bo'lsa, u holda jarayon aluminotermiya, agar magniy bo'lsa magniytermiya deyiladi. Masalan,

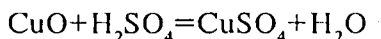


Ba'zan metallar ularning oksidlaridan vodorod bilan qaytariladi (vodorodotermiya). Masalan,

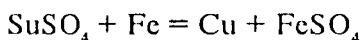


Bunda juda toza metallar olinadi.

Gidrometallurgiya metallarni uning tuzlari eritmalaridan olish usulidir. Bunda ruda tarkibiga kiradigan metall dastlab mos reagentlar yordamida eritmaga o'tkaziladi. So'ngra shu eritmadan ajratib olinadi. Masalan, tarkibida mis (II) oksid CuO bor mis rudasiga suyultirilgan sulfat kislota bilan ishlov berilganda mis sulfat holda eritmaga o'tadi:



So'ngra mis eritmadan elektroliz yo'li bilan yoki kukuni yordamida siqib chiqarish orqali ajratib olinadi:



Hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan barcha misning 25% ga yaqini gidrometallurgiya usuli bilan olinadi.

Elektrometallurgiyaga metallarni elektroliz yordamida olish usullari kiradi. Bu usul bilan, asosan, yengil metallar — Al , Na va boshqalar suyultirilgan oksidlaridan yoki xloridlaridan olinadi.

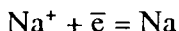
Elektrolizdan ba'zan metallarni tozalash uchun ham foydalaniladi. Tozalanadigan metallardan anod tayyorlanadi. Elektroliz vaqtida anod eriydi, metall ionlari eritmaga o'tadi, katodda esa ular cho'kadi. Elektrolitik toza metallar: mis, kumush, temir, nikel, qo'rg'oshin ana shunday olinadi.

I. 29. Natriy va kaliy

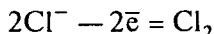
Tabiatda uchrashi. Tabiatda ishqoriy metallar, jumladan, natriy va kaliy erkin holda uchramaydi. Ular turli xil birikmalar tarkibiga kiradi. Ulardan eng muhim birikmalaridan natriyning xlor bilan birikmasi NaCl bo'lib, u tosh tuz qatlamlarini hosil qiladi. Natriy xlorid dengiz suvida va sho'r suv manbalarida uchraydi. Odatda, tosh tuz qatlamlarining yuqori qavatlarida kaliyli tuzlar bo'ladi. Ular dengiz suvida ham bor, lekin natriy tuzlariga nisbatan ancha kam miqdorda bo'ladi. Kaliy tuzlarning dunyodagi eng katta zaxiralari Uralda (silvinit $\text{NaCl} + \text{KCl}$ va karnalit — kaliyli tuzlarning yirik qatlamlari) topilgan va ulardan foydalanilmoqda.

Natriy va kaliy ko'p tarqalgan elementlar qatoriga kiradi. Yer po'stlog'ida natriyning miqdori — 2,64 %, kaliy — 2,6%.

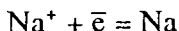
Natriy va kaliyning olinishi. Natriy suyuqlantirilgan natriy xloridni yoki natriy gidroksidni elektroliz qilish yo'li bilan olinadi, NaCl suyuqlanmasi elektroliz qilinganda katodda natriy ajralib chiqadi:



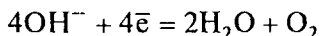
anodda esa xlor:



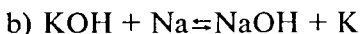
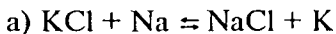
NaOH suyuqlanmasi elektroliz qilinganda, katodda natriy ajralib chiqadi:



anodda esa suv bilan kislorod ajralib chiqadi:



NaOH qimmat bo'lganligi sababli, natriy olishning hozirgi asosiy usulida NaCl suyuqlanmasi elektroliz hisoblanadi. Kaliy ham suyuqlantirilganda, KCl yoki KOH elektroliz qilib olinishi mumkin, lekin kaliy olishning bu usuli texnik qiyinchiliklar tufayli keng tarqalmagan. Hozirgi vaqtda sanoatda kaliy olish quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



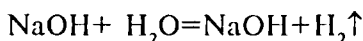
(a) usulda suyuqlantirilgan KCl orqali 800°C da natriy bug'lari o'tkaziladi, ajralib chiqadigan kaliy bug'lari esa kondensatsiyalanadi, (b) usulda suyuqlantirilgan kaliy gidroksid bilan suyuq natriy orasidagi reaksiyaga qarshi oqim bilan 440°C da, nikeldan yasalgan reaksion kolonnada o'tkaziladi. K bilan Na ning qotishmasi ham xuddi shu usullar bilan olinadi, u atom reaktorlarida issiqlik tashuvchi metall sifatida ishlatiladi. Kaliyning natriy bilan qotishmasidan titan ishlab chiqarishda qaytaruvchi sifatida ham foydalaniladi.

Fizik xossalari. Ishqoriy metallarning atomlarida 4 va undan ko'p erkin orbitalarga bitta tashqi elektron to'g'ri kelganligi hamda

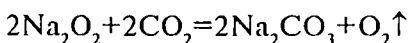
atomning ionlanish energiyasi kamligi sababli metallarning atomlari orasida metall bog'lanish vujudga keladi. Metall bog'lanishli moddalar uchun metall yaltiroqligi, plastiklik, yumshoqlik, elektr o'tkazuvchanlik va issiqlik o'tkazuvchanlikning yaxshiligi xos xususiyat hisoblanadi. Natriy va kaliyning ham ana shunday xossalari bor.

Na va K — kumushsimon oq metallar. Natriyning zichligi — $0,97 \text{ g/sm}^3$, kaliyniki — $0,86 \text{ g/sm}^3$, juda yumshoq, pichoq bilan oson kesiladi.

Kimyoviy xossalari. Natriy va kaliy atomlari kimyoviy reaksiyalarda valent elektronlarini oson berib, musbat zaryadlangan ionlar Na^+ va K^+ ga aylanadi. Bu metallarning ikkalasi kuchli qaytaruvchi. Natriy va kaliy ko'pchilik metallmaslar — galogenlar, S, P va boshqalar bilan oson reaksiyaga kirishadi. Suv bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda vodorod bilan gidridlar NaOH , KOH hosil qiladi. Metallarning gidridlari suv ta'sirida oson parchalanib, tegishli ishqor bilan vodorod hosil qiladi:

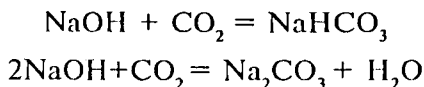


Natriy mo'l kislorodda yondirilganda, Na_2O hosil bo'ladi, u havodagi nam karbonat angidrid bilan reaksiyaga kirishib, kislorod ajralib chiqadi:

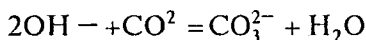


Natriy va kaliy gidroksidlari. Suvda yaxshi eriydigan gidroksidlar *o'yuvchi ishqorlar* deyiladi. NaOH va KOH — oq, xira, qattiq kristall moddalar, suvda yaxshi eriydi. Bunda ko'p miqdorda issiqlik chiqadi. Suvdagi eritmalarida to'liq dissotsilanadi va kuchli ishqorlar hisoblanadi. Asoslarning barcha xossalarini namoyon qiladi.

Qattiq Na va K gidroksidlar hamda ularning suvdagi eritmaları uglerod (IV) oksidni yutadi:



yoki ionli ko'rinishda:



qattiq holatda havoda NaOH va KOH namni yutadi, shu tufayli gazlarni qurituvchilar sifatida foydalaniladi.

Ishlatilishi. Natriy gidroksid juda ko'p miqdorlarda olinadi. U kimyo sanoatining muhim mahsulotlaridan biridir. Bu modda neft mahsulotlarini — benzin va kerosin tozalash uchun sovun, sun'iy ipak, qog'oz ishlab chiqarish, to'qimachilik, ko'nehilik va kimyo sanoatida, shuningdek, turmushda (kaustik soda) ishlatiladi.

Ancha qimmat mahsulot. Kaliy gidroksid NaOH ga qaraganda kamroq ishlatiladi.

Natriy va kaliy tuzlari. Natriy barcha kislotalar bilan tuz hosil qiladi. Uning deyarli barcha tuzlari suvda eriydi. Ulardan eng muhimlari — NaCl (osh tuzi), soda va natriy sulfat.

NaCl — ovqatga solinadigan zarur modda, oziq-ovqat mahsulotlarini konservalashda, shuningdek, NaOH, Cl, HCl, soda va boshqalarni olish uchun xomashyo sifatida ishlatiladi.

Na₂SO₄ — soda va shisha ishlab chiqarishda ishlatiladi. Suvdagi eritmalaridan glauber tuzi deyiladigan o'n molekula suvli gidrat Na₂SO₄ + 10H₂O holida kristallanadi. Glauber tuzi tibbiyotda ichni yumshatuvchi dori sifatida ishlatiladi. Natriy tuzlari gaz gorelkasi alangasini sariq rangga bo'yaydi.

Kaliyli tuzlardan, asosan, kaliyli o'g'itlar sifatida foydalaniladi. Kaliy tuzlari alangani gunafsha rangga bo'yaydi.

I. 30. Kalsiy

Tabiatda uchrashi. Kalsiy ko'p tarqalgan elementlar qatoriga kiradi. Uning Yer po'stlog'idagi umumiy miqdori 3,6% ni tashkil etadi. Tabiatda kalsiyning quyidagi birikmalari eng ko'p tarqalgan: kalsiy minerali CaSO₃ (ohaktosh, marmar va bo'r qatlamlari ana shu mineraldan hosil bo'lgan), gips CaSO₄ + 2H₂O, angidrit CaSO₄, kalsiy fosfat Ca₃(PO₄)₂ holida apparitlar, fosfaritlar va hayvon suyaklari tarkibiga kiradi. U tabiiy suvlarda va tuproqda ham bo'ladi.

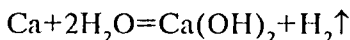
Olinishi. Sanoatda kalsiy suyuqlantirilgan tuzlar: 6 qism kalsiy xlorid CaCl_2 va 1 qism kalsiy fluorid CaF_2 aralashmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Kalsiy fluorid kalsiy xloridning suyuqlanish haroratini va elektroliz haroratini pasaytirish uchun qo'shiladi, elektroliz ana shu haroratda olib boriladi.

Fizik xossalari. Kalsiy — kumushsimon oq va qattiq yengil metall (zichligi — $1,55 \text{ g/sm}^3$). Suyuqlanish va qaynash haroratlari ishqoriy metallardan yuqori. Tabiiy kalsiyning massa soni — 40.

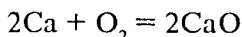
Kimyoviy xossalari. Kalsiyning tashqi energetik pog'onasida 2 ta elektron bo'lganligi sababli barcha birikmalarda uning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Havoda kalsiy oksidlanadi, shu sababli berk idishlarda, odatda, kerosinda saqlanadi. Kalsiy galogenlar va metallar bilan birikadi, Cl_2 , C, He va Cl bilan qizdirilganda reaksiyaga kirishib, kalsiy karbid hosil qiladi:



Kalsiy faol metall sifatida suvdan vodorodni siqib chiqaradi:



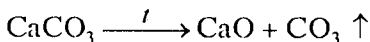
Havoda qizdirilganda yonib, kalsiy oksid hosil qiladi:



Kalsiy uglerod bilan kalsiy karbid CaC_2 hosil qiladi.

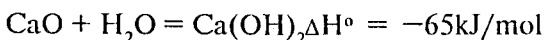
Kalsiy oksid va gidroksid. Kalsiy oksid yoki (so'ndirilgan ohak, kuydirilgan ohak, ohak momig'i) — oq rangli kukun.

Sanoatda ohaktosh, bo'r yoki boshqa karbonatli jinslar kuydirilganda hosil bo'ladi:



$$\Delta H^0 = 178 \text{ kJ / mol}$$

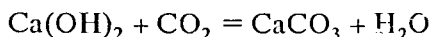
Kalsiy oksid — oq rangli qiyin suyuqlanadigan (2570°C da suyuqlanadi) modda, faol metallarning asosli oksidlariga xos kimyoviy xossalarga ega. Kalsiy oksidning suv bilan reaksiyasi ko'p miqdorda issiqlik ajralishi bilan boradi:



Kalsiy oksid so'ndirilmagan ohakning, kalsiy gidroksid esa so'ndirilgan ohakning qismi hisoblanadi. Kalsiy oksidning suv bilan reaksiyasi *ohakni so'ndirish* deb ataladi. Kalsiy oksid, asosan, so'ndirilmagan ohak olish uchun ishlatiladi.

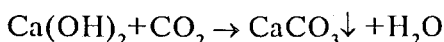
Kalsiy gidroksid. Kalsiy gidroksid Ca(OH)_2 amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega, u so'ndirilmagan ohak suti va ohakli suv sifatida ishlatiladi.

So'ndirilgan ohak — mayda g'ovak kukun, odatda, kulrang tusli, uning tarkibiy qismi — Ca(OH)_2 , suvda biroz eriydi (20°C da 1 l suvda 1,56 g eriydi). So'ndirilgan ohakning sement, suv yoki qum bilan xamirsimon aralashmasi qurilishda ishlatiladi. Aralashma asta-sekin qotadi:

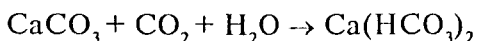


Ohak suti — sutga o'xshash loyqa (suspenziya), u so'ndirilgan ohak mo'l miqdorda suvga aralashtirilganda hosil bo'ladi. Ohak suti xlorli ohak tayyorlashda, qand ishlab chiqarishda, o'simliklarning kasalliklariga qarshi ishlatiladigan aralashmalarni tayyorlashda, daraxtlar tanasini oqlashda ishlatiladi.

Ohakli sut — Ca(OH) ning filtrlab olinadigan tiniq eritmasidir. U laboratoriyada uglerod (IV) oksidni aniqlashda ishlatiladi:



Uglerod (IV) oksid uzoq muddat tindirilgach, eritma tiniq bo'lib qoladi:

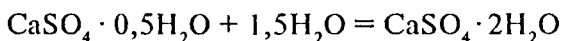


Agar olingan kalsiy gidrokarbonatning tiniq eritmasi qizdirilsa, yana qaytadan loyqalanish sodir bo'ladi:



Kalsiy tuzlari. Kalsiy karbonat tabiatda ohaktosh jinsi holida keng tarqalgan. Ko'pchilik tog' tizmalari ohaktosh bilan bo'rdan tarkib topgan. Marmar ko'p uchraydi.

Ohaktosh ham O'zbekistonning butun maydoni bo'ylab tarqalgan. Ohaktosh bilan ohak qishloq xo'jaligida tuproqlarni ohaklash (kislotaligini kamaytirish va tuproq strukturasi yaxshilash maqsadida) uchun ishlatiladi. Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ko'p tarqalgan. Gipsni $150\text{--}180^\circ\text{C}$ da kuydirish orqali oq kukun — kuydirilgan gips, boshqacha aytganda, alebastr $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ olinadi. Agar alebastr suvga qorilsa, u tez orada qotib, yana qaytadan gipsga aylanadi:



Gips ana shu xossasi tufayli binokorlikda to'siq plita va panellar tayyorlash, turli xil buyumlardan quyma shakl va nusxalar olishda, *tibbiyotda* gipsli bog'lam, suvoqchilikda ohak gipsli qorishtmalar tayyorlashda ishlatiladi.

I. 31. Aluminiy

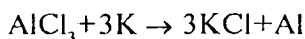
Aluminiyning tabiatdagi birikmalari. Aluminiy eng ko'p tarqalgan elementlar qatoriga kiradi. Metallar orasida tabiatda keng tarqalganligi jihatidan 1-o'ringa turadi. Aluminiyning umumiy miqdori 8,8 % ni tashkil etadi. Aluminiyning eng muhim tabiiy birikmalari alumosilikatlar, boksit, korund va kriolitlardir. Alumosilikatlar yer po'stlog'ining asosiy massasini tashkil etadi. Ko'pchilik alumosilikatlar nurab yemirilganda gil hosil qiladi. Gilning asosiy tarkibi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ formulaga muvofiq keladi.

$\text{Na}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ tarkibli alumosilikat — nefelin minerali muhim aluminiyli rudalar qatoriga kiradi. Boksitlar, asosan, gidratlangan aluminiy oksid bilan temir oksidlardan tarkib topgan tog' jinsi, oksidlar unga qizil rang beradi.

Korund — Al_2O_3 tarkibli mineral, juda qattiq abraziv material sifatida ishlatiladi.

Kriolit — $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ yoki Na_3AlF_6 tarkibli mineral.

Aluminiyning olinishi. Nemis olimi F. Veler 1827-yili aluminiy xloridni ishqoriy metallar kaliy yoki natriy bilan havosiz joyda qo'shib qizdirish yo'li bilan olgan:



Sanoat miqyosida aluminiy olish uchun bu usul iqtisodiy jihatdan qulay emas, shuning uchun aluminiy kriolit suyuqlanmasidagi aluminiy oksidning 10% li eritmasidan 900—950°C da elektroliz qilib olinadi.

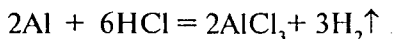
Fizik xossalari. Aluminiy kumushsimon, oq, yengil $Z = 2,7$ g/sm³ metall, 600°C da suyuqlanadi. U juda plastik bo'lib, undan simlar cho'zish va tunuka hamda yupqa aluminiy qog'ozlar yasash mumkin. Elektr o'tkazuvchanlik jihatdan faqat kumush va misdan keyin turadi, uning elektr o'tkazuvchanligi misning elektr o'tkazuvchanligining 2/3 qismini tashkil etadi.

Kimyoviy xossalari. Aluminiy atomining energetik pog'onasida 3 ta elektron bor, u kimyoviy reaksiyalarda shu elektronlarni beradi. O'zining hamma barqaror birikmalarida aluminiyning oksidlanish darajasi +3 bo'ladi. U kuchli qaytaruvchi hisoblanadi.

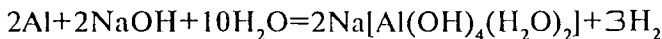
Aluminiy odatdagi haroratdayoq kislorod bilan oson birikadi. Bunda uning sirti oksid parda — Al_2O_3 bilan qoplanadi. Agar oksid parda buzilsa, u holda aluminiy suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Aluminiy xlorid va sulfat kislotalarda eriydi:



Ko'pchilik metallardan farq qilib, aluminiyga ishqor eritmalari juda kuchli ta'sir etadi. Masalan,

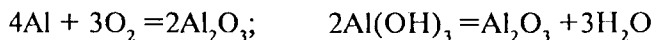


Shuning uchun aluminiy idishda ishqoriy eritmalarni saqlab bo'lmaydi. Qizdirilgan aluminiy galogenlar, yuqori haroratda esa S, N va ko'mir bilan reaksiyaga kirishadi:



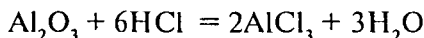
Aluminiy oksid va gidroksid. Aluminiy oksid Al_2O_3 — oq rangli ancha qiyin suyuqlanuvchi, juda qattiq modda. Aluminiy olish uchun boshlang'ich mahsulot hisoblanadi. Tabiatda korund va uning turlari ko'rinishida uchraydi. Laboratoriyada Al_2O_3 aluminiyini

kislorodda yondirish yoki aluminiy gidroksidni qizdirish yo'li bilan olinadi:

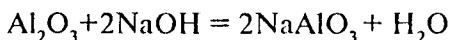


Al_2O_3 suvda erimaydi va u bilan reaksiyaga kirishmaydi. U amfoter kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi.

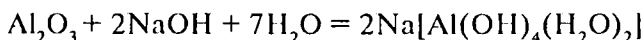
a) xlorid kislota bilan:



b) suyuqlantirilganda qattiq NaOH bilan:



d) NaOH eritmasi bilan:

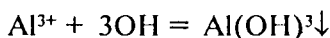


Amfoter gidroksidlarning ishqoriy eritmalarida erishi gidroksotuzlar (gidroksokomplekslar) hosil bo'lishi jarayoni sifatida qaraladi.

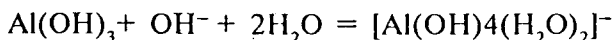
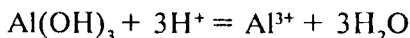
Aluminiy gidroksid. $\text{Al}(\text{OH})_3$ — oq qattiq modda, suvda erimaydi. Bevosita yo'l bilan aluminiy tuzlariga ishqorlarning eritmalarini ta'sir ettirib olinadi:



yoki



$\text{Al}(\text{OH})_3$ — haqiqiy amfoter gidroksid. Kislotalar bilan o'zaro ta'sirlashganda tarkibida ammoniy kationlari bor tuzlar hosil qiladi. Ishqorlarning eritmaları mo'l miqdordagi H^+ bilan o'zaro ta'sir ettirilganda aluminatlar, ya'ni aluminiy anion tarkibiga kiradigan tuzlar hosil qiladi. Masalan,



$\text{Al}(\text{OH})_3$ ning dissotsilanish tenglamasidan ko'rinib turibdiki, H^+ ionlari mo'l bo'lganda (ya'ni, kislotali muhitda), suvdagi

eritmada Al^{3+} ionlari ko'p bo'ladi. Ishqoriy muhitda, asosan, bir zaryadli anion $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ hosil bo'ladi, eng barqarordir.

I. 32. Temir

Temirning eng muhim rudalari. Temir tabiatda tarqalishi jihatidan metallar orasida aluminiydan keyin ikkinchi o'rinni egallaydi. Temirning yer po'stlog'idagi umumiy miqdori 5,1 % ni tashkil etadi. Temir ko'pchilik minerallar tarkibiga kiradi. Temirning eng muhim rudalari quyidagilardir:

1. Magnitli temirtosh Fe_3O_4 , yuqori sifatli bu rudaning yirik konlari Uralda bor.

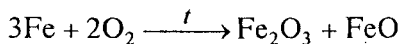
2. Qizil temirtosh Fe_2O_3 , uning eng muhim yirik koni Krivoy rog konidir.

3. Qo'ng'ir temirtosh $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ yirik koni Kerch konidir. Tabiatda ko'pincha katta miqdorda oltingugurt kolchedani (pirit) FeS_2 uchraydi. U sulfat kislotasi olish uchun boshlang'ich xomashyo sifatida ishlatiladi.

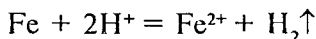
Fizik xossalari. Temir yaltiroq kumushsimon oq metall, uning zichligi — $7,87 \text{ g/sm}^3$. Suyuqlanish harorati — 1500°C , yaxshi plastik xususiyati bor. Temir boshqa ko'pgina metallardan farq qilib, magnitlash xossasiga ega.

Kimyoviy xossalari. Toza temir havoda barqaror. Amalda qo'shilganlari bor temirdan foydalaniladi. Bunday temir korroziyaga tez uchraydi.

1. Temir nam havoda kislorod bilan reaksiyaga kirishganda, $\text{FeO} + n\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi:

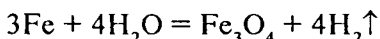


2. Temir suyultirilganda xlorid va sulfat kislotalarda eriydi, ya'ni vodorod ionlari ta'sirida oksidlanadi:



3. Temir suyultirilgan nitrat kislota ham eriydi, bunda temir (III) tuzi, suv va nitrat kislota mahsuloti NH_3 yoki H_2O bilan N_2 hosil qiladi.

4. Yuqori haroratda temir suv bug'lari bilan reaksiyaga kirishadi:



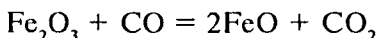
5. Temir isitilganda Cl va S bilan, yuqori haroratda ko'mir, Si va R bilan reaksiyaga kirishadi:



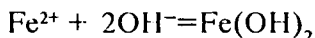
Temir karbid FeS sementi deyiladi. Bu kulrang qattiq modda juda mo'rt va qiyin suyuqlanadi.

Temir birikmalari. F_2 va +3 oksidlanish darajalariga ega bo'lgan temirning birikmalari keng tarqalgan. Aralash oksid Fe_3O_4 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) juda ham mashhur.

Temir (II) oksid Fe_2O_3 oson oksidlanadigan, qora kukun. Temir (III) oksid 500°C da uglerod (II) oksid bilan qaytarish orqali olinadi:

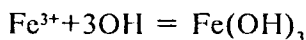


FeO asosli oksid xossalarini namoyon qiladi, kislotalarda oson erib, temir (II) tuzlarini hosil qiladi. Temir (III) oksid Fe_2O_3 — temirning eng barqaror tabiiy kislorodli birikmasi. Kislotalarda erib, temir (III) tuzlari hosil qiladi. Temir (II, III) oksid Fe_3O_4 tabiatda magnetik minerali holida uchraydi. U tokni yaxshi o'tkazadi, shu sababli elektrodlar tayyorlash uchun foydalaniladi. Oksidlarga temir gidroksidlari muvofiq keladi. Temir (II) gidroksid $\text{Fe}(\text{OH})_2$ havosiz joyda temir (II) tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilganda hosil bo'ladi:



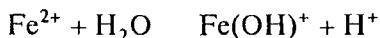
Oq rangli cho'kma tushadi. Havo ta'sirida uning rangi qo'ng'ir tusga aylanadi.

Temir (III) gidroksid $\text{Fe}(\text{OH})_3$ temir (III) tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilganda qizil-qo'ng'ir cho'kma holida hosil bo'ladi:

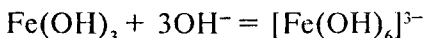
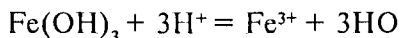


$\text{Fe}(\text{OH})_3$ — temir (II) gidroksidga qaraganda kuchsizroq asos.

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ oson dissotsilanadi. Shuning uchun temir (II) tuzlari juda oz darajada, temir (III) tuzlari esa juda kuchli gidrolizlanadi:



Temir (III) gidroksidda biroz amfoterlik xossasi bor: u suyultirilganda kislotalarda va ishqorlarning konsentrlangan eritmalarida eriydi:



Temir tuzlaridan quyidagilar eng ko'p ishlatiladi:

1. Temir kuporosi $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ o'simliklarning zarar-kunandalariga qarshi kurashda, moy bo'yoqlar tayyorlashda va boshqalar.

2. Temir (II) xlorid FeCl_2 suvni tozalashda koagulyant sifatida, shuningdek, gazlamalarni bo'yashda (bo'yoqni mustahkam qilish uchun) ishlatiladi.

3. Temir (III) sulfatning nonagidrati $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ koagulyant sifatida, shuningdek, metallarni dorilashda ishlatiladi.

4. Temir (III) nitratning nonagidrati $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ip gazlamalarni bo'yashda bo'yoqni o'chmaydigan qilish uchun va ipakni og'irlashtiruvchi sifatida ishlatiladi.

Domna jarayoni. Rudalardan temir olish ularning oksidlarini uglerod (II) oksid va ko'mir (koks) bilan qaytarishga asoslangan. Bunda toza temir emas, uning ko'mir va boshqa qo'shimchalar (kremniy, marganes, oltingugurt, fosfor) bilan qotishmasi olinadi. Bu qotishma cho'yan deyiladi. Cho'yan domna pechlarida, ya'ni domnalarda suyuqlantirib olinadi.

Cho'yan va po'latlar. Domna pechida suyuqlantirilgan cho'yan tarkibida 93% atrofida temir, 4,5 % gacha uglerod, kremniy — 0,5,2%, marganes — 1—3%, fosfor — 0,2—2,5% va oltingugurt 0,005 — 0,08% bo'ladi. Cho'yan mo'rt, bolg'alanmaydi va prokatka qilinmaydi (chigirlanmaydi).

Cho'yan 2 xil: kulrang va oq bo'ladi.

Kulrang cho'yan tarkibida uglerod grafit holida va so'ndirilganda kulrang tusli bo'ladi. Texnikada qiyish uchun ishlatiladi.

Oq cho'yan tarkibida uglerod, asosan, sementit Fe_3C holida bo'ladi. U kulrang oqish. Oq cho'yan to'liq po'latga aylantirish uchun ketadi.

Qattiq po'latda uglerodning miqdori 0,3 dan 1,7 % gacha bo'ladi. Yumshoq po'latda 0,3 % gacha uglerod bo'ladi. Po'lat cho'yandan farq qilib, oson bolg'alanadi va prokatka qilinadi. Tez sovitilganda qattiq, sekin sovitilganda yumshoq bo'ladi. Yumshoq po'latga ishlov berish oson. Undan mix, boltalar, sim, tomga yopiladigan tunuka, mashinalarning detallari tayyorlanadi. Qattiq po'lat dan asboblari yasaladi va hokazo.

Cho'yan, po'lat, temir va qora metallar xalq xo'jaligida juda katta ahamiyatga ega. U — industrilashtirishning asosi, qishloq xo'jaligini rivojlantirish va mamlakatimizning mudofaa quvvatini oshirishning asosidir.

Savol va topshiriqlar:

1. *Kimyoviy valentlik deganda nimani tushunasiz?*
2. *Oksidlar deb nimaga aytiladi va necha guruhga bo'linadi?*
3. *Kislotalar deb nimaga aytiladi va qanday hossalarga ega?*
4. *Asaslar deb nimaga aytiladi? Olinishi va xossalari gapirib bering.*
5. *Tuzlar deb nimaga aytiladi? Qanday usulda har xil tuzlar olinadi?*
6. *Metallmaslar asosan qaysi davrlarda joylashgan?*
7. *Xlorning tabiatda uchrashi va qaysi usulda olinishi haqida gapirib bering.*
8. *Kislorod guruhiga necha element kiradi va davriy sistemada nechanchi guruhda joylashgan?*
9. *Azotning tabiatda uchrashi, uning xossalari va ishlatilishi haqida nimalar bilasiz?*
10. *Fosforning tabiatda uchrashi, xossalari, olinishi va Fosforning ishlatilishini aytib bering.*
11. *Uglerod va uning xossalari ta'riflab bering.*
12. *Kremniy va uning xossalari, olinishi va ishlatilishi to'g'risida gapirib bering. Qaysi guruhlarda joylashgan?*

II bob. SUV KIMYOSINING NAZARIY ASOSLARI

SUV VA ERITMALARNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

II. 1. Suvning fizik-kimyoviy konstantalari

Suv (vodorod oksid H_2O) vodorodning suv bilan hosil qilgan eng oddiy barqaror birikmasi. Suvning molekular massasi 18,0100; buning og'irlik bo'yicha 11,19% i kislorodga to'g'ri keladi. Murakkab modda sifatida suvning asl tarkibi 1783- yilda fransuz fizigi Lavuaze tomonidan aniqlangan.

Vodorodning uchta izotopi (H, deyteriy va tritiiy) va kislorodning oltita izotopi mavjud bo'lgani uchun suvning 36 turdagi izotopi bor. Bundan tabiiy suvda faqat to'qqiztasi uchraydi, ular tarkibida esa barqaror izotoplar bor. Tabiiy suvda $^1H_2O^{16}$ massa bo'yicha 99,73% ni tashkil etadi.

Toza tabiiy suv hidsiz, mazasiz va rangsiz suyuqlik (faqat 2 m dan ko'proq chuqurlikda havorang).

Quyida suvning asosiy fizik xossalari (1 atm da) keltirilgan:

1- jadval

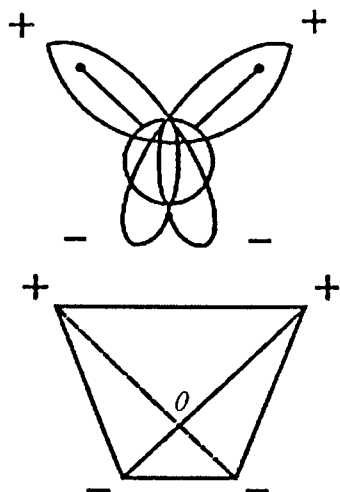
Harorat	
Muzlash, suyulish, qaynash	0° 100°C
Quyudagi haroratlardagi zichligi:	
0	0,99984 g
3,98	0,99997 g
20	0,9982 g
100	0,95835 g

Yashirin issiqligi: muzning erishi 20°C da bug'lanish	79,7 kal/grad 586 kal/g.grad
Solishtirma issiqlik sig'imi muzning taxminan	0,484 kal/g.grad
20°C dagi suvning 15°C dagi solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligi	0,999
Quyidagi haroratlardagi qovushoqligi: 0... 20... 18°C dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 20°C dagi dielektrik doimiysi 20°C dagi sirt kuchlanishi Kritik konstantlar Harorat: bosim zhichlik	

Suv boshqa kimyoviy birikmalar bilan taqqoslanganda qator fizik xossalari o'ziga xos chetlanish — anomatsiya hodisasi kuzatiladi. Masalan, suvning zichligi muz suyuqlanganda ortadi.

Bu hol harorat 0 dan 3,98°C gacha ortganda ham kuzatiladi. Suv anomal yuqori erish issiqligiga va solishtirma issiqlik sig'imiga ega. Muz erigan sari, suvning issiqlik sig'imi deyarli ikki marta ortadi. Xuddi shuningdek, qovushqoqlik bilan bosim orasida anomal bog'lanishlar bor. Bosim ortgan sari qovushqoqlik kamayadi (0,30° C interval orasida), suvning issiqlik o'tkazuvchanligiga bog'liq, issiqlik o'tkazuvchanlik harorat 0 dan 150°C ga ko'tarilgan sari ortadi.

Ba'zi anomalialar suv va muzning tuzilishi yordamida tushuntiriladi.



2- rasm. Suv
molekulasining tuzilishi

Muz holida suv molekulasini tetraedr shaklga ega, uning chetki nuqtalarida to'rt xil zaryad joylashgan: ikkita musbat va ikkita manfiy (2- rasm). Har bir molekula o'ziga yaqin to'rtta molekula bilan birikkan, ya'ni molekulaning koordinatsion soni 4 ga teng. Bu to'rtta chetki zaryadlar bilan tushuntiriladi. Muzning tetraedr tuzilishi juda ham yumshoq (jim-jima) hisoblanadi, ya'ni zarrachalar kam joylashganligi bilan tavsiflanadi. Bunday tuzilish, asosan, suvda ham saqlanadi, molekulalararo masofa muz suyuqlanganda ortadi. Harorat

ko'tarilganda molekulalar koordinatsion sonining bunday ortishi va muzning erishi bo'shliq bo'lishi hisobiga, strukturadagi tarqoqlikning kamayishi evaziga sodir bo'ladi. Zichlikdagi anomaliya hodisasi ana shu bilan tushuntiriladi. 3,98°C dan boshlab (maksimal zichlik harorati) molekulalarning harakati bilan bog'liq bo'lgan molekulalararo masofaga ta'sir kuchayadi. Bu esa zichlikning o'zgarishiga olib keladi, ya'ni harorat ortgan sari zichlik kamaya boradi.

Suvning juda ko'p anomal xossalari yerdagi biokimyoviy jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Zichlikdagi anomaliya hodisasiga ko'ra muz suv yuzasida suzib yuradi, daryo va ko'llar muzlaganda esa, muzlik ostidagi suv iliq (4°C dan kam emas) bo'ladi; suyuqlanish issiqligi va issiqlik sig'imi yuqori bo'lgani sababli qor sekin eriydi va hokazo.

II. 2. Komponent, faza va sistemalar haqida tushuncha

Suvning holat diagrammasi

Tashqi muhitdan ajratib olganda yoki xayolda ajratib olingan va bir-biriga ta'sir etib turadigan modda yoxud moddalar guruhi sistema deb ataladi. Sistemalar gomogen va geterogen bo'lishi mumkin. Agar har bir parametr sistemaning har bir qismida bir xil qiymatga ega bo'lsa yoki nuqtalar orasida uzluksiz o'zgarib tursa, sistema gomogen bo'ladi. Masalan, vodoprovod suvi (biror idishdagi) — gomogen sistema, chunki ushbu suvning isitilgan nuqtasidagi xossalari bir xil (zichligi, nisbiy elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi va hokazo), xuddi shuningdek, sistemaning markazidan uning chekka sirtlarigacha bo'lgan xossasi uzluksiz o'zgaradi (masalan, harorati). Suvda oz miqdorda tuz eritilgan bo'lsa, u gomogen sistema bo'ladi.

Agar sistema bir necha makroskopik qismlardan tarkib topgan bo'lib, ular bir-biridan chegara sirti bilan ajratilgan bo'lsa, geterogen sistema bo'ladi. Bunday yuzalarda ayrim parametrlar "sakrash" bilan o'zgaradi. Agar biron-bir tuzning suvdagi to'yingan eritmasi hosil qilinsa, idish tubida tuz miqdori ko'rinadi. Bunday sistema "eritma qattiq tuz" — geterogen sistema deb ataladi. Ushbu sistemaning kimyoviy tarkibi va zichligi keskin o'zgaradi.

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajralgan, ulardan o'z termodinamik xossalari va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigan qismi *faza* deb ataladi. Masalan, to'yingan eritmalaridagi osh tuzi kristallarining to'plami bir fazasi hisoblanadi.

Sistemaning holati uning xossalari (yoki fazalar xossalari): — harorat, bosim, massa, zichlik, kimyoviy tarkibi va hokazo, shuningdek, ushbu xossalor orasidagi o'zaro bog'liq o'zgarishlar bilan birga bayon etiladi.

Sistemadan tashqarida mavjud bo'lishi yoxud sistemadan ajratib olinishi mumkin bo'lgan har bir modda tashkil etuvchi modda hisoblanadi. Natriy xloridning suvli eritmasida H_2O va $NaCl$ sistemasi tashkil etuvchi moddalar hisoblanadi, Na^+ va Cl^-

ionlari bundan mustasno, chunki bu ionlar eritmadan tashqarida mavjud bo'la olmaydi.

Agar sistemada kimyoviy reaksiya bormasa, tashkil etuvchi moddalarning miqdori bir-biriga bog'liq bo'lmaydi; agar reaksiya borsa tashkil etuvchi moddalar miqdori o'zaro bog'liq bo'ladi va muvozanat sistemasidagi faza tarkibini tashkil etuvchi moddalarning konsentratsiyasini bilgandan keyingina aniqlash mumkin.

Komponentlar sonini topish uchun sistemani tashkil etuvchi moddalar sonidan tenglama sonini ayirish kerak. Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini ifodalash uchun yetarli bo'lgan modda xillarining eng kichik soni *sistemaning komponentlar soni* deyiladi.

Komponentlar sonini hisoblashga doir misol keltiramiz. Ko'p komponentli bir fazali sistemada (gazsimon geliy, vodoprovod va argon — sistemani tashkil etuvchilar) kimyoviy reaksiya bermaydi, demak, komponentlar soni uchga teng.

Moddaning holat diagrammasini to'la tushunish uchun yana bir parametr — *sistemaning erkinlik darajasidan* foydalanamiz.

Sistemaning erkinlik darajasi soni deganda sistemaning termodinamik muvozanat holatini belgilaydigan mustaqil o'zgaruvchilar (komponentlarning harorat, bosim, konsentratsiyasi) tushuniladi. Bu o'zgaruvchilarning qiymatini sistemadagi fazalar sonini o'zgartirmay turib, ma'lum chegaralarda ixtiyoriy ravishda o'zgartirish mumkin.

Sistemaning erkinlik darajasi soni asosida sistemadagi erkinlik darajasi qiymati nolga teng bo'lsa, bunday sistema ionvariantli (yoki invariantli), erkinlik darajasi qiymati birga teng bo'lsa, monovariantli, ikkiga teng bo'lsa, bir variantli deb ataladi.

1876- yilda Tibbs fazalar qoidasini bayon etdi. Tibbsning fazalar qoidasi ham gomogen, geterogen sistemalardagi sistemaning muvozanat holatini o'z ichiga oladi.

Fazalar qoidasi quyidagicha ta'riflanadi: "Termodinamik muvozanat sistemasi erkinlik darajasi soni f ga tashqi omillardan faqat bosim va harorat ta'sir etadi, sistemaning komponentlar soni plus (qo'shuv) ikkidan fazalar soni ayirmasiga teng" ya'ni:

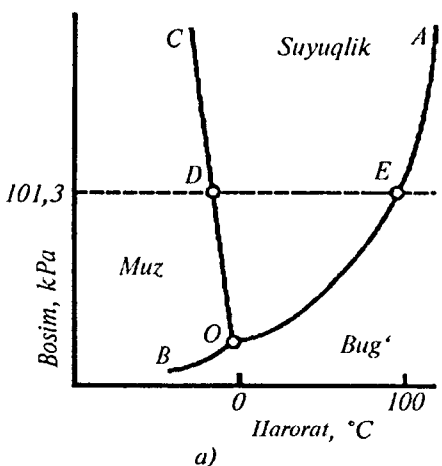
$$f = n + 2 - k \quad (1)$$

holat diagrammasi turli fazalarning tashqi sharoitlarga bogʻliq holda mavjud boʻlishini koʻrsatuvchi yaqqol tasvirdir.

Suvning holat diagrammasi — bir komponentli sistemadir. Bunday sistemada bir vaqtning oʻzida uchta faza suyuqlik, muz, bugʻ darajasi soni nolga teng, yaʼni fazalardan birortasini ham yoʻqotmaslik uchun bosimni ham, haroratni ham oʻzgartirib boʻlmaydi. Odatdagi muz, suv va suv bugʻi bir vaqtning oʻzida faqat 4,58 mm.sm deb va 0,0075°C haroratda mavjud boʻlishi mumkin.

Uchta fazaning mavjud boʻlish nuqtasi nuqta deb ataladi va kritik konstantalar bilan xarakterlanadi.

3- rasmdagi egri chiziqlar harorat va bosimning oʻzaro bogʻliqligini koʻrsatadi, bunda ikkita faza mavjud boʻladi. Ikki faza sistemalari yagona erkinlik darajasiga ega. Shuning uchun oʻzgaruvchan parametrlardan faqat bittasi ixtiyoriy oʻzgarishi mumkin, boshqasi birinchisiga bogʻliq holda oʻzgaradi. Masalan, suyuq suv va bugʻ turli xil haroratlarda muvozanatda boʻlishi mumkin (AA egri chiziq). Bu haroratlardan har biri bugʻ bosimining faqat bitta qayd etilgan qiymatiga mos keladi. Agar qayd etilgan (fiksirlangan) haroratda bosim oʻzgartirilsa suv faqat



3- rasm. Suvning holat diagrammasi

suyuq holatda barqaror bo'lgan soha yoki bug' mavjud bo'ladigan soha hosil bo'lishi mumkin.

Bir fazali sistemaning ichida bosim ham, harorat ham ixtiyoriy o'zgarishi mumkin. Biz ko'rib o'tayotgan holatda bu bilan ikkita parametr harorat va bosim orqali olingan suvning hajmi ko'rsatiladi.

ERITMALAR

II. 3. Moddalarning suvda eruvchanligi.

Eritmalar konsentratsiyalarini ifoda etish usullari

Suv juda ko'p moddalarni eritish xususiyatiga ega. Gazlar suvda yaxshi eriydi. Buni ayniqsa suv bilan gazlar (masalan reaksiyaga kirishganda yaqqol ko'rish mumkin, odatda, gazlarning erishi yuqori emas. Harorat ko'tarilishi bilan gazlarning suvda eruvchanligi kamayadi. Quyida kislorodning suvda eruvchanligi haqidagi (atmosfera bosimida) ma'lumotlar keltirilgan. Kislorodning xossalari maktab kimyo kursidan ma'lum).

Suv harorati, °C	0	10	20	30
O ₂ konsentratsiyasi, mg/l	14,62	11,33	9,17	7,63

Anorganik moddalardan ko'pgina tuzlar, kislota va asoslar suvda yaxshi eriydi. Organik moddalardan asosiy qismini qutblangan guruhlar hosil qiluvchi molekulalargina suvda yaxshi eriydi (ko'pgina spirtlar, ammiak, organik kislotalar, shakar va hokazo).

Moddaning suvda eruvchanligi.

Eritmalar konsentratsiyalarini ifodalanish usullari

Hamma moddalar ham suvda yoki boshqa erituvchilarda bir xil erimaydi. Har bir modda uchun o'zgarmas haroratda erish chegarasi bo'ladi.

Modda 100 g suvda ayni haroratda eng ko'p erishi mumkin bo'lgan grammalar miqdori *eruvchanlik koeffitsiyenti* yoki, oddiy qilib aytganda, *moddaning eruvchanligi* deyiladi. Masalan, mis kuporosining 20°C dagi eruvchanligi — 42,3 g, gipsniki — 5 g, marmarniki esa 0,0013 g ga teng.

Har qanday eritmaning asosiy tavsifi konsentratsiyadir. Eritmaning ma'lum og'irlik yoki hajmiy miqdori tarkibida bo'lgan modda miqdori *eritmaning konsentratsiyasi* deyiladi. Ko'pincha eritmalar konsentratsiyasini taxminiy ifodalash uchun "konsentrlangan" yoki suyultirilgan degan atamalar qo'llanadi. Konsentrlangan eritmaning hajmiy yoki og'irlik birligida erigan modda miqdori ancha ko'p, suyultirilgan eritmada esa erigan moddaning miqdori kam bo'ladi. Konsentrlangan va suyultirilgan eritmalar o'rtasidagi chegara shartlidir.

Eritmaning aniq konsentratsiyasi turli usullar bilan ifodalalanadi, bunda og'irlik va hajmiy konsentratsiyalarni bir-biridan farq qilish kerak. Konsentratsiyani og'irlik usulida ifodalangan *protsent (foiz) konsentratsiya*, hajmiy usulda ifodalashga *molar* va *normal* konsentratsiya, shuningdek, konsentratsiyani titr orqali ifodalash kiradi.

1. *Protsent konsentratsiya 100 g eritmada qancha gramm erigan modda borligini ko'rsatadi.* Masalan, "KCl ning 5% li eritmasi" deganda 100 g eritmada 5 g kaliy xlorid va 95 g suv borligi tushuniladi.

Agar erigan modda (*a*) va erituvchining (*b*) og'irlik miqdori ma'lum bo'lsa, eritmaning protsent konsentratsiyasi (*C%*) ni

$$C\% = \frac{a}{a+b} \cdot 100$$
 formula orqali hisoblash mumkin.

2. *Molar konsentratsiya — 1 l eritma tarkibida erigan moddaning gramm-molekular sonini ko'rsatadi.* Molarlik *M* harfi bilan ifodalanadi. Masalan, H₂SO₄ ning 1M eritmasining 1 litrda 1 gramm-molekula (98 g) H₂SO₄ bor. H₂SO₄ ning disomolar (0,1 M) eritmasining 1 litrida 0,1 g/molekula sulfat kislota bo'ladi. Sulfat kislotaning santimolar (0,01 M) eritmasining 1 litrida 98 : 100 = 0,98 g H₂SO₄ bor.

Molar konsentratsiya o'lchami — molning litrga bo'lgan nisbatidir. Molar konsentratsiyaning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$C_M = \frac{a}{M \cdot V} \text{ mol/l}$$

bunda: V — erigan moddaning gramm miqdori; M — erigan moddaning molekular og'irligi; V — eritmaning litrlarda ifodalan-gan hajmi.

3. Normal konsentratsiya boshqacha aytganda normallik: 1 l eritmada erigan moddaning gramm-ekvivalentlar sonini ko'rsatadi. Normal eritmalar "N" harfi bilan belgilanadi va tegishli sondan so'ng qo'yiladi. Masalan, 0,1 l eritmaning 1 litrda 0,1 g-ekv, 0,05 n eritmada esa 0,05 g-ekv erigan modda bor va hokazo.

Hisoblash formulalarida eritmaning normalligi N harfi bilan belgilanadi. Masalan, $N_{\text{KOH}} = 0,1 \text{ g-ekv/l}$.

Kislotaning g/ekv ni topish uchun uning molekular og'ir-ligini kislotaning negizlilikiga, ya'ni molekulasidagi metallar bilan o'rin almasha oladigan vodorod atomlari soniga bo'linadi. Masalan:

$$E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{M}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}.$$

Asosning g-ekv uning molekular og'irligining molekuladagi gidroksid guruhlar soniga bo'linganiga teng. Masalan:

$$E_{\text{Cr(OH)}_3} = \frac{M}{3} = \frac{103,1}{3} = 34,37 \text{ g}.$$

Tuzning g-ekv uning molekular og'irligini tuzdagi metall atomlari soni bilan metall valentligi ko'paytmasiga bo'linganiga teng Masalan,

$$E_{\text{Ca(HPO}_4)_3} = \frac{M}{3 \cdot 2} = \frac{310}{6} = 51,6 \text{ g}.$$

Normal konsentratsiyasining (C_H) matematik ifodasi quyida-gicha:

$$C_H = \frac{a}{E \cdot V},$$

bunda: a — erigan moddaning gramm miqdori; E — erigan modda ekvivalenti; V — eritmaning litr hisobidagi hajmi.

Protsent konsentratsiyani normal konsentratsiyaga va, aksincha, aylantirishda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$C_H = \frac{C\% \cdot 100}{E}$$

Normal konsentratsiyani C_H molar konsentratsiyaga (C_M) va, aksincha, aylantirishda quyidagi formuladan foydalaniladi:

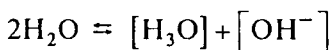
$$C_M = \frac{C_H}{n},$$

bunda: n — erigan moddaning molekular og'irligi uning ekvivalent og'irligidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadigan son.

4. Konsentratsiya titr orqali ham ifodalanishi mumkin. *Titr* — 1 ml eritmadagi erigan moddaning gramm miqdori. Titr "T" harfi bilan ifodalanadi. Masalan: $T_{HNO_3} = 0,1063$ g/ml.

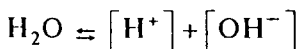
II. 4. Suvning elektrolitik dissotsilanishi

Kimyoviy toza suv elektr o'tkazuvchanlikka ega. U juda ham oz miqdorda gidroksoniy $[H_3O^+]$ va gidroksid $[OH^-]$ ionlarini hosil qilib dissotsilanadi. Gidroksoniy ioni vodorodning gidratlangan ioni $[H^+ H_2O]$ dir:



22°C da 10 mln l suvda 11 mol HO dissotsialangan holda bo'ladi; 18°C da esa 0,86 mol bo'ladi.

A maliy ishlar uchun (3) tenglama soddalashtiriladi va gidroksoniy ioni o'rniga vodorod $[H^+]$ ioni yoziladi.



" $\rightleftharpoons$ " belgi reaksiya qaytarligini bildiradi, ya'ni reaksiya ham to'g'ri, ham qaytar yo'nalishda boradi. Bunda cho'ziq strelka reaksiya qaysi yo'nalishda ustunligini ko'rsatadi.

Guldberg va Vaaga qonuniga muvofiq kimyoviy reaksiya tezligi ta'sir etuvchi massalarga, ya'ni reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional. Shuning uchun

$$V_1 = K_1[H_2O] \text{ va } V_2 = K[H^+][OH^-] \text{ yozishimiz mumkin,}$$

bunda: V_1 va V_2 — to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi K_1 va K_2 tezlik ifodasidagi proporsionallik koeffitsiyenti, ular **reaksiya konstantlari** deb ham ataladi. $[H_2O]$, $[H^+]$, $[OH^-]$ — suv, vodorod va gidroksid ionlari konsentratsiyalari. Jarayon muvozanat holatda bo'lganda V_1 va V_2 tezlik ham bir-biriga teng, ya'ni

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = \frac{K_1}{K_2} = K^1, \quad (5)$$

bunda: K_1 — berilgan haroratdagi reaksiyaning muvozanat konstantasi yoki suvning dissotsilanish konstantasi (5) tenglamada K_1 qiymatga $[H_2O]$ kattalikni ham qo'shish mumkin, chunki u tenglama surati bilan taqqoslanganda juda ham yuqori va amalda doimiy deb qabul qilishi mumkin:

$$[H^+] + [OH^-] = K_1[H_2O] = K_w, \quad (6)$$

bunda: K_w — suvning ion hosilasi.

K_w ning son qiymati $0,73 + 10^{14}$ dan $1,27 + 10^{-14}$ gacha $16^\circ C$ dan $25^\circ C$ harorat oralig'ida o'zgarib turadi va $1 + 10^{-14}$ ga yaqin (berilgan haroratda u o'zgarmas) K_w K_1 ga nisbatan 55,5 marta katta va $1,2 + 10^{-16}$ ga teng.

II. 5. Vodorod ko'rsatkich pH

Suv oz miqdorda bo'lsada H^+ va OH^- ionlarga dissotsilanadi.

(4) tenglamadan ko'rinadiki, toza suvda $[H^+]$ va $[OH^-]$ konsentratsiyalar o'zaro teng, demak:

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w W} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 10^{-7} \text{ mol/l.} \quad (7)$$

Gidroksid va vodorod ionlari konsentratsiyasi $1,7$ ion/l ga teng. Bu esa neytral muhitga mos keladi.

K_w o'zgarimas son bo'lgani uchun $[H^+]$ konsentratsiyaning ortishi (yoki kamayishi) $[OH^-]$ konsentratsiyaning kamayishiga (yoki ortishiga) olib keladi. Agar $[H^+] > [OH^-]$ va $[H^+] > 10^{-7}$ mol/l bo'lsa, eritma kislotali, $[H^+] < [OH^-]$ va $[H^+] < 10^{-7}$ mol/l bo'lsa, eritma ishqoriy bo'ladi.

Masalan, $[H^+] = 10^{-3}$ mol/l bo'lsa, u holda

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol/l.}$$

Shunday qilib, eritmaning kislotaliligi va ishqoriyligini H^+ ionlarining yoki OH^- ionlarining konsentratsiyasi orqali ifodalash mumkin. Amalda birinchi usuldan foydalaniladi. U holda neytral eritma uchun, kislotali uchun $[H^+] > 10^{-7}$ va ishqoriy eritma uchun

$$[H^+] < 10^{-7}. \text{ pH} = -\lg [H^+] \quad (8)$$

$$[H^+] = 10^{-7} \text{ pH} = 10^{-\text{pH}} \quad (9)$$

Manfiy daraja ko'rsatkichli sonlarni ishlatish bilan bog'liq bo'lgan qiyinchiliklarni yo'qotish uchun vodorod ionlari konsentratsiyasini vodorod ko'rsatkich orqali ifodalab, pH bilan belgilash qabul qilingan. Vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan o'nli logarifmi vodorod ko'rsatkich pH deyiladi.

$\text{pH} = -\lg[H^+]$ yoki $[H^+] = 10^{-\text{pH}}$. Bunda $[H^+]$ — vodorod ionlarining konsentratsiyasi, mol/l.

Vodorod ko'rsatkich tushunchasini 1909- yilda Daniyalik kimyogar Serensen kiritgan: p harfi — Daniyada matematik daraja — potens so'zining bosh harfi, H harfi — vodorodning belgisi.

Toza suv uchun $\text{pH} = -\lg 10^{-7} = 7$ ga teng bo'lib, muhiti neytral ekanligini bildiradi. $\text{pH} < 7$ qiymatda muhit kislotali, $\text{pH} > 7$ qiymatda esa ishqoriy bo'ladi.

Murakkab bo'lmagan hisoblashlar orqali $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$ bo'lganda $\text{pH} = 0$ dan 14 gacha o'zgarishini bilish mumkin.

II. 6. Elektrolitlar

Kislota, asos va tuzlar elektrolitlar hisoblanadi. Yuqori dielektrik doimiylik bilan erituvchida (masalan, suvda) erigan moddalar (kislota, asos, tuz) elektr tokini o'tkazish qobiliyatiga

ega. Bu xossa ushbu birikmalar eritmada ionlarga dissotsilanishi bilan tushuntiriladi.

Kuchli va kuchsiz elektrolitlar farq qilinadi. Yuqori konsentratsiyalarda elektr o'tkazuvchanlik qiymati katta bo'lgan elektrolitlar **kuchli elektrolit** hisoblanadi. Ularning elektr o'tkazuvchanligi suyultirilganda ham ko'p o'zgarmaydi. Yuqori konsentratsiyalarda ham elektr o'tkazuvchanligi kam bo'lgan elektrolitlar **kuchsiz elektrolitlar** deyiladi, biroq suyultirilganda elektr o'tkazuvchanligi ortadi.

Kuchli elektrolitlar eritmada amalda to'liq dissotsilanadi. Bu guruhga ko'pgina tuzlar, ishqorlar va kuchli kislotalar kiradi. Bu moddalarning eritmalarida erigan moddalarning molekulari bo'lmaydi, oddiy yoki gidrirlangan ionlar (suv molekulasini bilan hosil qilgan birikmasi) bo'ladi.

Kuchsiz elektrolitlarning suvli eritmalarida ionlar bilan birga dissotsilangan molekularlar ham bo'ladi. Dissotsilangan molekularlar soni n ning dissotsilanmagan molekularlar soni m bilan miqdoriy nisbati *elektrolitik dissotsilanish darajasi* α deb ataladi:

$$\alpha = \frac{n}{n+m}.$$

Kuchli elektrolitlar uchun $\alpha = 1$, kuchsiz elektrolitlar uchun $\alpha < 1$. Kuchsiz elektrolitlar suyultirilgan sari elektrolitik dissotsilanish darajasining ortishi ham nazariy ham amaliy jihatdan tasdiqlangan.

Kuchsiz elektrolitning dissotsilanish darajasiga eritmada kuchli kislota yoki asos bo'lishi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kuchli kislota kuchsiz kislota eritmasiga qo'shilganda kuchsiz elektrolitning elektrolitik dissotsilanish darajasi kamayadi. Kuchli asos kuchsiz asosning dissotsilanishiga xuddi shunday ta'sir ko'rsatadi.

II. 7. Bufer eritmalar va ularning xossalari

Bufer eritmalar deb shunday eritmalariga aytiladiki, ularga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shganda pH kattalikni juda kam o'zlashtiradi (yoki boshqacha aytganda oz miqdorda kislota yoki

ishqor qo'shganda pH kattaligini deyarli o'zgartirmaydigan eritmalar bufer eritmalar deyiladi). Bu yoki polikomponentli eritmalar ana shunday xossaga ega. Ular kuchsiz kislota va ularning tuzlari yoxud kuchsiz asos va ularning tegishli tuzlari aralashmasidan tarkib topadi.

Kuchsiz kislota va ularning tuzlari (shuningdek kuchsiz asos va ularning tuzlari)ning suvli eritmalarida ionlar konsentratsiyasi $[H^+]$ va $[OH^-]$ absolut miqdorga bog'liq emas, balki kislota (asos) va ular tuzi nisbatiga bog'liq.

Bu $[H^+]$ kattalik ana shunday aralashmalarda amalda aralashmani suyultirishga bog'liq emasligini ko'rsatadi. Bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagicha fikr yuritamiz. Agar kuchsiz kislota HAn (An — anion) eritmasiga oz miqdordan uning tuzi KtAn (Kt — kation) qo'shib borilgan vodorod ionlarining konsentratsiyasi asta-sekin o'zgaradi va pH qiymati turlicha bo'lgan eritmalar olish mumkin. Bunday aralashmadagi $[H^+]$ ni hisoblaymiz.

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq kuchsiz kislotalar uchun

$$\frac{[M^+][An^-]}{[MAn]} = K_{MAn} \quad (11)$$

$$[M^+] = [An^-] \quad (12)$$

Bu kislotaga kuchli elektrolit K^+ An qo'shilsa $[An]$ konsentratsiyasi K^+An dissotsilanish natijasida hosil bo'ladigan ionlar hisobiga ortadi. Chunki kuchli elektrolitlar amalda to'liq dissotsilanadi, ana shuning uchun uning anionining konsentratsiyasi tuzning konsentratsiyasiga teng bo'lishi mumkin, ya'ni

$$[An^-_{K+An}] = C_{ktAn} \quad (13)$$

Shunday qilib, anion konsentratsiyasining umumiy yig'indisi

$$[An^-_{K+An}] + [An^-_{HAn}]$$

ga teng.

(12) va (13) ifodadan quyidagini yozishimiz mumkin:

$$[An^-] = C_{K+An} + [H^+] \quad (14)$$

Kuchsiz kislolaning dissotsilangan molekularidagi muvozanat konsentratsiya:

$$[\text{HAn}] = C_{\text{HAn}} - [\text{H}^+] \quad (15)$$

(14) va (15) ifodalardan foydalanib (V) tenglamani $[\text{H}^+]$ nisbatan yechamiz:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{HAn}} \frac{C_{\text{HAn}} - [\text{H}^+]}{C_{\text{K+An}} + [\text{H}^+]} \quad (16)$$

konsentratsiyasi $C_{\text{K+An}}$ va C_{HAn} ga solishtirganda kamligini e'tiborga olsak, u holda:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{HAn}} \frac{C_{\text{HAn}}}{C_{\text{K+An}}} \quad (17)$$

deb yozishimiz mumkin.

(17) tenglama kuchsiz kislota va ular tuzlari aralashmasidagi konsentratsiyasi suyultirishga bog'liq emasligi haqidagi yuqorida aytilgan fikrni tasdiqlaydi. Chunki suyultirilganda kislota konsentratsiyasi ham, tuz konsentratsiyasi ham bir xil miqdorda kamayadi. (17) tenglamadan yana ko'rsatilgan aralashmalardagi $[\text{H}^+]$ konsentratsiyasi kislolaning elektrolitik dissotsilanish konstantasiga va kislota konsentratsiyasi va uning tuzlari konsentratsiyasi nisbatiga bog'liq degan xulosa chiqarish mumkin.

Kuchsiz asos va uning tuzlaridan iborat bufer eritma ham xuddi ana shunday xossaga ega. Bunday aralashma uchun quyidagi tenglamani yozish o'rinalidir:

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{k+On}}}{K_{\text{K+An}} C_{\text{K+An}}} \quad (18)$$

(17) va (18) tenglamalar tahlili bufer eritmalar ma'nosini oydinlashtirishga yordam beradi. Eritmalarning buferlik xossasi juda ko'p miqdorda kislota yoxud ishqor qo'shganda yo'qoladi. Bufer hajmni topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$B = \frac{A}{\text{pH}_1 - \text{pH}_0},$$

bunda: B — bufer hajm; pH_0 — dastlabki qiymat, pH_1 — kislota yoki asos qo'shilgandan keyingi qiymat, A — kislota yoki asosning gramm-ekivalent soni. Komponentlari bir xil konsentratsiyaga ega bo'lgan eritmalar eng ko'p bufer hajmga ega bo'ladi.

Bufer eritma suyultirilganda uning pH kamaymaydi, komponentlardan biri miqdorining 90% dan ko'prog'i sarf bo'lsa, bufer holat to'xtaydi, ya'ni eritma buferlik xossasini yo'qotadi.

Bufer eritmalar biologiyada muhim ahamiyatga ega. Jumladan, oqova suvlarni biologik tozalash inshootlaridagi suvli sistemalar bufer xossasiga ega. Bu esa mikroorganizmlarning o'ziga qulay bo'lgan pH qiymatida mavjud bo'lishiga imkon beradi. Bufer xossa sistemada atsetat, fosforli va karbonatli birikmalar, shuningdek, aminokislotalar va oksidlarning tugab qolishiga asoslangan. Tuproq ham bufer xossaga ega.

Misol. Teng konsentratsiyada (0,2 mol) olingan 1 l sirka kislota va natriy atsetat aralashmasiga 0,005 l natriy gidroksid (0,2 mol/l) eritmasi qo'shildi. Dastlabki, ya'ni berilgan eritmaning pH qiymati o'zgarishini aniqlang.

Yechish. Masala shartiga muvofiq $C_{CH_3COOH} = C_{CH_3COONa} = 0,1$ mol/l. Ishqor qo'shilganda konsentratsiyasi $0,2 \cdot 0,005 = 0,001$ gacha kamayadi va 0,199 mol/l ga teng bo'ladi, tuz konsentratsiyasi esa, o'z navbatida, ortadi va 0,201 mol/l ga teng bo'ladi; $K_{CH_3COOH} = 1,86 \cdot 10^{-5}$ yoki (17) tenglamadan berilgan eritmada

$$[H^+] = K_{CH_3COOH} \frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}} = 1,86 \cdot 10^{-5} \frac{0,2}{0,2} = 1,86 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = \lg 1,86 \cdot 10^{-5} = 5 - 0,27 = 4,73 \text{ ligini topamiz.}$$

NaOH qo'shilgandan keyin:

$$[H^+] = 1,86 \cdot 10^{-5} \frac{0,199}{0,201} = 1,84 \cdot 10^{-5}; \quad pH = 4,735.$$

Demak, natijada deyarli bir xil reaksiya muhiti aytarli o'zgarmagan.

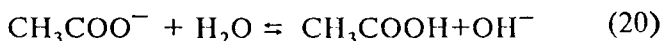
II. 8. Turlarning gidrolizi

Tuzlar ionlarining suv bilan o'zaro ta'siri tuzlar gidrolizi deyiladi. Bunda kuchsiz elektrolit (ko'pincha, har doim emas) va mo'l miqdorda $[H^+]$ yoki $[OH^-]$ ionlari miqdori hosil bo'ladi.

Tuzlar gidrolizining to'rt holati farq qilinadi.

I. Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz. Bunday tuzga misol — natriy atsetat. Bu tuz — kuchli elektrolit — suvda amalda $Na^+ CH_3COO^-$ ionlariga to'liq dissotsilanadi.

Ionlarining bir qismi suv bilan reaksiyaga kirishib kuchsiz dissotsilanadigan sirka kislota va OH^- ionlarini hosil qiladi. Eritmada H^+ va OH^- ionlarining muvozanati buziladi, bunda quyidagi holat kuzatiladi:



Bunday eritma ishqoriy reaksiyaga ega. (20) jarayon qaytar bo'lgani sababli, unga massalar ta'sir qonunini qo'llashi mumkin.

$$\frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-][H_2O]} = K_1, \quad (21)$$

bunda $[H_2O]$ — kattalik o'zgarmas, uni konstanta bilan aralashtirish mumkin.

$$K[H_2O] = K_2, \quad (22)$$

bunda: K_1 — gidroliz konstantasi

(6) tenglama bo'yicha suvning dissotsilanishini quyidagicha yozish mumkin:

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

Bu ifodani (21) tenglamaga qo'yib, quyidagi ifodani olamiz:

$$K_2 = \frac{[CH_3COOH]K_{H_2O}}{[CH_3COO^-][H^+]} = \frac{K_{H_2O}}{K_k}, \quad (23)$$

bunda: K_k — sirka kislota ning dissotsilanish konstantasi. Gidrolizda gidroliz darajasi h degan tushuncha qo'llaniladi. *Gidroliz darajasi*

deganda, suv bilan reaksiyaga kirishgan molekular sonini erigan molekularning umumiy soniga bo'lgan nisbati tushuniladi.

Dastlabki natriy atsetat konsentratsiyasi C deb olinsa, atsetat-ion konsentratsiyasi ham C bo'ladi, chunki tuz kuchli elektrolit.

Gidroliz natijasida muvozanat qaror topganda konsentratsiyalar muvozanati quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COO}^-] &= C - \text{Ch}; & [\text{CH}_3\text{COOH}] &= \text{Ch} \\ [\text{OH}^-] &= \text{Ch} \end{aligned}$$

Bu ifodani (21) tenglamaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$\frac{\text{Ch} \cdot \text{Ch}}{C(1 - h)} = K(\text{H}_2\text{O}) = K_r = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_k}$$

yoki (24)

$$\frac{\text{Ch}_2}{1 - h} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_k}$$

Ko'pgina tuzlar uchun $h \ll 1$ (taxminan 0,01), shuning uchun $1 - h \approx 1$ deb olish mumkin. U holda:

$$\text{Ch}_2 = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_k} \quad \text{va} \quad h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{CK_k}} \quad (25)$$

II. Kuchli kislota va kuchsiz asos asosida hosil bo'lgan tuz. U holda

$$K_r = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{asos}}} \quad (26)$$

bunda: K_{asos} — kuchsiz asosning dissotsilanish konstantasi. Hidroliz darajasi:

$$h \approx \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{CK_{\text{asos}}}}, \quad (27)$$

bunday tuzlar eritmalarining $\text{pH}_i = 7$ dan kichik.

II.9. Eritmalardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

O'zaro reaksiyaga kiruvchi moddalar atomlarining oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar **oksidlanish-qaytarilish** reaksiyasi deyiladi. Tabiatda va texnikada oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ko'p uchraydi. Fotosintez nafas olish, moddalar almashuvi va shunga o'xshash hodisalar oksidlanish va qaytarilishga asoslangan. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ta'riflashda **oksidlanish darajasi** (valentlik tushunchasi o'rniga) tushunchasi kiritilgan. Bu tushuncha shartli ravishda olingan bo'lib, modda atomlarining haqiqiy holatini tavsiflamaydi.

Oksidlanish darajasi molekuladagi atomlar: shartli zaryadi bo'lib, molekula faqat ionlardan tarkib topgan, degan faraz asosida hisoblab chiqariladi. Har qanday birikmada har bir atomga oksidlanish darajasi yoziladi. Misol uchun, kislorodning oksidlanish darajasi har doim (ba'zi hollardan tashqari) — 2, florniki — 1, vodorodniki +1. Oddiy modda molekulasida oksidlanish darajasi, shuningdek, element atomlari uchun ionga, bir atomli ionlarniki ularning zaryadiga teng bo'ladi. Shunday qilib, ishqoriy metall kationlari oksidlanish darajasi + 1, ishqoriy metall kationlariniki + 2 bo'ladi. Oksidlanish darajasi faqat butun sonlar bilan emas, balki kasr sonlar bilan ham ifodalanishi mumkin. Masalan, kislorod H_2O da — 2, H_2O_2 da — 1, oksidlanish darajasiga ega. Oksidlanish darajasi va valentlik ko'pgina hollarda bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Masalan uglerodning valentligi 4 ga, etil spirt $\text{C}_2\text{N}_5\text{OH}$ da 2 ga va uglerod dioksid CO_2 da +4 ga teng. Oksidlanish darajasiga qarab, birikmaning oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekanligini aniqlash oson. Atom, molekula yoki ionlarning elektron berishi bilan boradigan jarayon **oksidlanish**, atom, molekula yoki ionlarning elektron biriktirib olishi bilan boradigan jarayon **qaytarilish** deyiladi. Shunday qilib, elektron beruvchi ionlar, molekulalar yoki atomlar **elektron donori** hisoblanadi va ular atom, molekula yoki ionlarni qaytaradi, o'zlari esa oksidlanadi.

Elektronlarni biriktirib olgan atom, molekula yoki ionlar, akseptorlar bo'lib **oksidlovchilar** deyiladi. Kimyoviy jarayon

davomida ular qaytariladi. Oksidlanish va qaytarilish jarayoni birgalikda sodir bo'ladi, reaksiya davomida berilgan elektronlar qabul qilingan elektron miqdori bilan teng bo'ladi.

Oksidlovchi va qaytaruvchi ekvivalentli E tushunchasi mavjud bo'lib, u molekula massasini reaksiyada berilgan yoki qabul qilingan elektronlar soniga bo'lish orqali topiladi:

$$E = m/n.$$

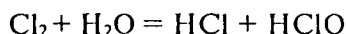
Oksidlanish-qaytarilish jarayoni uch xil bo'ladi:

1. Molekulalararo boradigan jarayon, bunda oksidlovchi va qaytaruvchi turli moddalar tartibiga kiradi.

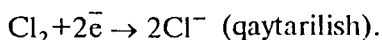
2. O'z-o'zidan oksidlanish bir elementning o'zi ham oksidlovchi ham qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi.

3. Molekuladagi bo'ladigan o'zgarish oksidlovchi va qaytaruvchi sifatida molekula tarkibiga kiruvchi turli atomlar ishtirokida bo'ladi.

Ikkinchi xil oksidlanish-qaytarilish jarayoniga xlorning suv bilan o'zaro ta'sirini keltirish mumkin:



Xlor bu jarayonda ham oksidlanadi, ham qaytariladi:



Savol va topshiriqlar:

1. Suvning fizik xossalari haqida gapirib bering.
2. Elektrolitik dissosiya deb nimaga aytiladi? H_2O ni dissotsialab bering.
3. Bufer eritma deb nimaga aytiladi? Bufer eritmalar va uning hossalari to'g'risida gapirib bering.
4. Biologiyada bufer eritma qanday ahamiyatga ega?
5. Tuzlar gidrolizi deb nimaga aytiladi? Tuzlar gidrolizi necha holatga bo'linadi?
6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiya deb nimaga aytiladi?
7. Tabiatda va texnikada oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qay usulda uchraydi?

III bob. DISPERS SISTEMALAR. **KOLLOIDLAR**

III. 1. Dispers sistema turlari

Ma'lum miqdordagi erituvchida erishi mumkin bo'lgan modda miqdori uchun eruvchanlik tushunchasi kiritilgan bo'lib, bu tushunchani chin eritmalar uchun to'la qo'llash mumkin. Ko'pgina hollarda yuqori molekular birikmalar uchun to'yingan eritma va moddaning erimay qolgan qismi uchun aniq muvozanat yuzaga kelmaydi. Bunda moddaning qattiq holdan eritmaga uzluksiz o'tishi kuzatiladi. Bunday eritmada moddaning turli hajmdagi bo'lakchalari bo'lishi mumkin. Dispers sistemalar chin (ion yoki molekular) kolloid eritmalar va dag'al dispers sistemalarga (emulsiya, suspenziyalarga) ajratiladi.

Kolloid eritma ikki fazali sistemadir. Maydalangan (disperslangan) zarrachalar turli kattalikdagi molekula yoki atom og'irlik miqdoriga ega bo'ladi (1—100 nm). Bunday eritmalar ni mitselar yoki psevd (yolg'on) eritmalar deb ham atash mumkin. Kolloid eritmalaridagi erituvchilar — dispers muhit, maydalangan moddasi — dispers faza deyiladi.

Geterogen sistemalar suspenziyalarga taalluqli bo'lib, uning tarkibidagi maydalangan moddalarni optik mikroskop yoki oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin. Zarrachalarning hajmi 100 nm dan katta bo'ladi. Suspenziyaning hajmi ishtirokida eritish yoki bo'ktirish jarayonining o'tishi yengillashadi. Bunday uchunchi, — yordamchi modda chin eritmalar uchun solubilizator; kolloid sistemalar uchun peptizator, emulsiya uchun emulsifikator; suspenziya uchun barqarorlovchi va bo'ktiruvchi agent deyiladi.

Maydalanganlik holati (disperslik)ni miqdoriy ifodalash maqsadida maydalanganlik (Δ) tushunchasi kiritilgan bo'lib, kattalik zarracha diametrining manfiy qiymatiga teng bo'ladi; agar zarracha

shar yoki ignasining yoki kub tomonlari uzunligi yoki kubik holda bo'lsa. Yuqori molekular yoki ion eritmalarda zarrachaning hajmi $10^{-7} - 10^{-8} \Delta > 10^7 \text{ sm}^{-1}$ ni tashkil etsa, kolloid eritmalarda zarracha hajmi — $10^{-5} \text{ sm} - 10^{-7} \text{ sm}$. Maydalanganlik darajasi $D = 10^{-5} - 10^7 \text{ sm}^{-1}$ ni tashkil etadi. Maydalanganlik, disperslik darajasi qancha yuqori bo'lsa, shuningdek, zarrachalar qancha mayda bo'lsa, modda atomining ko'p qismi, moddalarning o'zaro ajralishi aerazol chegarasida, dispers eritma ichidagiga nisbatan ko'p bo'ladi. G—S tuman, bulut G—Q tutun sistemalarni tashkil qiluvchi moddalarni agregat holatiga va dispersion muhitga qarab dispers sistemalarning turlari ko'p. Agar gaz — G, suyuqlik — S, qattiq jism — Q bilan belgilansa, 1 sm li muhitni, 2 fazaliligini bildiradi, unda ularning o'zaro bir necha kombinatsiyasi mavjud bo'ladi. Masalan, G—S — aerazol, to'g'rirog'i, tuman, gazsimon muhitda suv tomchilari, erigan G—Q ham aerazol (aerazol — gazsimon sistemada qattiq jism zarrachalari tarqalishi) bo'lib unda tutun, bulut, tuman kiradi. S—G — bu ko'pik; S—S emulsiya; S—K — kam disperslangan zarrachalar — suspenziya, kolloid eritmalar, yoki zollor hosil qiladi. Bundan tashqari, K—G sistemasi mavjud, bu qattiq ko'pik deyiladi. Tabiiy bu Q—S sistemadir. Bunda kalsiy karbonat tuzida kolloid disperslangan suv turadi. Sistema K_1-K_2 beton metallokeramik birikma, qotishmalar, emal va boshqalardan iborat.

III. 2. FAZALAR BO'LIMI

Qattiq jism va suyuqlik sirtqi chegaraga ega bo'lib, shu chegara orqali boshqa moddalar yoki o'z-o'zining boshqa agregat holatdagi shakli bilan ta'sirlanadi (suyuqlik va uning bug'i, suyuqlikdagi qattiq zarrachalar, bir suyuqlik tomchisining ikkinchi suyuqlik tarkibida). Sirtqi chegaraga yaqin joylashgan atom, molekula va ionlar, shu modda ichki qismidagilariga qaraganda o'zgacha holatda bo'ladi. Ichki qavatdagi molekula, o'ziga o'xshash holatdagi molekulalar ta'siri ostida bo'ladi, sirtqi qavatdagi molekula esa o'ziga o'xshash holatdagi molekula ta'siridan tashqari, agar u bug' holida bo'lsa, boshqa modda molekulasi bilan ta'sirlashishi mumkin.

III. 3. Kolloid ertimalar

Kolloid (eritmalar) zarrachalar ichki tuzilishi 3 ga bo'linadi: suspenzoid, assotsiativ yoki mitsellar kolloidlar va molekular kolloidlar. Suspenzoidlar — boshlang'ich modda tuzilishini saqlab qoladi, ammo zarrachalar yuqori dispera holatda bo'ladi. Kolloidlarning bunday xossasi ko'p jihatdan fazalararo yuzasining kattaligiga bog'liq bo'ladi. Sulfidlar, metall oksidlari va gidroksidlari eritmaları — suspenzoidlarga kiradi. Bunday eritmalar *qaytmas eritmalar* deyiladi.

Agar eritma qaynatilgandan so'ng, shunday eritma cho'kmasi (zol) suv bilan ta'sirlashsa, yana kolloid eritma hosil qilmaydi. Bu zollar mofob bo'lib, suv zarrachalari bilan o'zaro ta'siri juda kuchsizdir. Ko'pincha zollar miqdori 0,1% dan ortmaydi.

Eritma barqarorligini oshiruvchi (stabilizator) qo'shish orqali oshirish mumkin (ularni himoyalangan kolloidlar ham deyiladi). Oqsillar, polivinil spirti va boshqa yuqori molekular birikmalar himoyalovchilar sifatida ishlatiladi. Himoyalovchilar zarracha sirtqi qismiga yutilib, tarkibi barqaror gellar hosil qiladi. Disperlangan zarrachalar yuqori agregat molekulalar — mitsellalar hosil qiladi, shuning uchun ularni *assotsiativ strukturalar* deyiladi. Organik bo'yoq, sovun, yuvish vositalari eritmaları — mitsellar eritmalaridir. Molekular kolloidlarning dispersion fazasi katta hajmli va yuqori molekulali organik moddalardan tashkil topgan. Agar bunday modda eritmaları suyultirilsa, chin eritmalarga xos xususiyatni ko'rsatadi. Xuddi shunday moddalar uchun eruvchanlik chegara bilmaydi.

Erish jarayoni bo'kish bosqichi orqali boradi. Kolloidlar, asosan qaytar va mofildir. Molekular kolloid moddalarga kauchuk, ba'zi oqsillar, plastmassalar, jelatin, lateks va boshqalar misol bo'ladi.

* Liofilni — o'zbekcha mofildir.

III. 4. Kolloid eritmalarning optik va molekular-kinetik xossalari

Kolloid sistemalarning boshqa sistemalardan farqli xossasi ularning nurini tarqatishdir. Qorong'i xonada kolloid sistemadan yorug'lik nuri tuzishsa, yorqin konusni ko'rish mumkin (Tindal hodisasini kuzatish mumkin). Kolloid sistema zarrachalarining tartibsiz — xaotik harakatlari uning molekular-kinetik xossasi deyiladi. Kolloid eritmalarga qo'llanilishi mumkin bo'lgan xossalarga broun harakati, diffuziya va sedimentatsiya kiradi. Broun harakati dispers-makroskopik va kolloid zarrachalarning tartibsiz xaotik harakatidir. 1827- yilda angliyalik olim R. Broun birinchi bo'lib shu hodisani fanga kiritgan. Dispersion muhitdagi molekulalarning to'xtovsiz harakati natijasida broun harakati vujudga keladi. Harorat qancha yuqori bo'lsa, harakat tezligi shuncha yuqori, muhit qovushqoqligi shuncha oz va disperslik darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

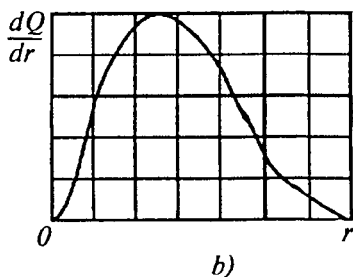
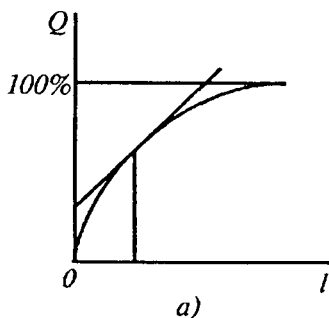
Diffuziya — moddalarning o'z-o'zidan bir-biriga qo'shilishi natijasida eritmani tashkil etuvchi moddalarning tenglashish jarayonidir. Diffuziya tezligi zarrachalarning shakli va kattaligiga, harorat hamda muhit qovushqoqligiga bog'liq.

Kolloid zarrachalarning diffuziya tezligi chin eritma zarrachalarining diffuziya tezligidan kichik bo'ladi. Osmos hodisasi (yoki bir tomonlama diffuziya) diffuziyaning bir turi hisoblanadi. Katta hajmli dispers zarrachalarni o'tkazmaydigan va eritmadagi molekulalarni o'tkazadigan membranaga kolloid eritma solib, uni chin eritmaga tushirsak, kolloid eritmadagi molekulalar membranadan toza eritma tomon o'tadi. Bunday hodisa membrana ichki va tashqi qismida kimyoviy potensial farqi va zol yoki eritma bosimining yuqoriligi sababli ro'y beradi. Buni membrananing deformatsiyalanishi orqali kuzatish mumkin.

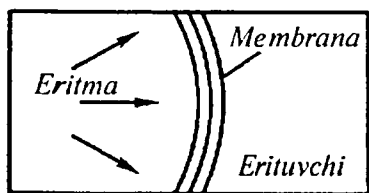
Sedimentatsiya — gravitatsion maydon ta'sirida zarrachalarning eritmada cho'kishi (yoki yuzaga qalqib chiqishi). Stoks (1880- y.) qonuniga binoan sedimentatsiya tezligi erkin tushish tezligiga, zarrachalar zichligi (d_2) va muhit zichligi (d_m) cho'kayotgan zarracha radiusi (r) kvadratiga va muhit qovushqoqligiga (ν) teskari proporsional:

$$V = \frac{2d_r - d_m r^2 q}{9\nu}.$$

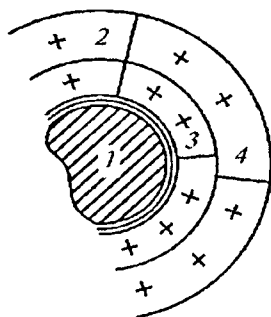
Bu ifoda kolloid eritmalar sedimentatsion analizida qo'llaniladi. Zarrachalarning kattaligi bo'yicha tarqalishini hisoblash uchun eritmaga tarozi idishlari va zarrachalari hisobiga o'zgarib borayotgan idish massasi miqdori o'zgarishi uzluksiz yozib boriladi. Natijada sedimentatsiya egri chizig'i olinadi, bunda abssissa o'qiga jarayon uchun ketgan vaqt (t), ordinata o'qiga idish massasi Q o'zgarishi qo'yiladi (4- rasm). Hosil bo'lgan chiziqdan, zarrachalarning kattaligiga qarab ajralish differensial egri chizig'ini hisoblab chiqarish va chizish mumkin (5- rasm). Agar zarrachalar bir xil zichlikka ega bo'lsa va shar shaklida bo'lib, faqat shaklining kattakichikligi bilangina farq qilsa, hisoblash to'g'ri bo'ladi. Shuni eslatib o'tish kerakki, oqova va havzalardan olingan suvdagi eritilgan zarrachalarning tindirilishi ularning shar shakli va holati bir-biridan farqli bo'lgani uchun boshqa tenglamalar orqali ifodalanadi. Bu real suvda o'tkazilgan izlanishlar va olingan natijalarga asoslangan.



4- rasm. Kolloid eritmalarining ko'rinishi: a) zarrachalarning diagrammasi, egrilik sedimentatsiyasi; b) zarrachalarning kattaligi bo'yicha ajralish differensial egri chizig'i.



a)



b)

5-rasm.

a) osmatik bosim; b) kolloid bo'lmaganining tuzilishi.

Savol va topshiriqlar:

1. Dispers sistema deb nimaga aytiladi?
2. Kolloid sistema deb nimalarga aytiladi?
3. Suspenziya deb nimaga aytiladi?
4. Getrogen sistemalar deb nimaga aytiladi?
5. Qaysi holatdagi sistema ayrozol deb ataladi?

IV bob. MIKROBIOLOGIYA ASOSLARI

IV. 1. Mikroorganizmlar to'g'risida umumiy tushunchalar

Mikrobiologiya — turli guruhlarga mansub bo'lgan mikroorganizmlar (bakteriyalar, eng sodda jonivorlar, zamburug'lar, viruslar) to'g'risidagi fandir. Yuqorida sanab o'tilgan organizmlarning butun hayoti davomidagi mikroskopik o'lchami (kattaligi) ularning umumiy belgisi hisoblanadi. Mikroorganizmlar dunyosi g'oyat xilma-xildir. O'z tuzilishi bo'yicha bir xil mikroblarning hujayralari hayvonlarning hujayralarini eslatadi, ikkinchi bir-larining hujayralari o'simliklarning hujayralariga o'xshaydi, uchinchilarining hujayralari esa o'sha va boshqa hujayralarning belgilarini uyg'unlashtirishi yoki ulardan jiddiy farq qilishi mumkin.

Aksariyat bir hujayrali mikroorganizmlar hayvonlar va o'simliklardan biologik tuzilishining oddiyligi bilan farq qiladi. Bu holat E. Gekkelga ularni jonli tabiatning uchinchi saltanatiga birlashtirib, "protistlar saltanati" nomini berish uchun asos yaratdi. Yuqori hayvonlar va yuqori o'simliklarning hujayralari singari barcha protistlar hujayralari tuzilishi negizini sitoplazma (yoki hujayraning "jonli moddasi") va o'zak (yadro) tashkil qiladi. Biroq elektron mikroskopiyaning rivoj topganligi protistlar hujayralari tuzilishida prinsipial (asosiy) tafovutlarni aniqlash, ularni bir-biridan aniq-puxta farq qiladigan ikki guruhga: yuqori (oliy) protistlar — eukariotlarni va oddiy (tuban) protistlar — prokariotlarni yoki yadrogacha bo'lgan organizmlar guruhlariga bo'lish imkonini berdi.

Yadroning tarkibiy tuzilishi va uni bo'linish usuli eukariotik hujayrani prokariotik hujayradan farq qiladigan eng muhim belgilaridir. Eukariotlarning hujayralari sitoplazma membranasidan alohida bo'lgan xolis yadroga ega. Irsiy axborot dezoksi ribonuklein

kislota (DNK)ga va alohida turdagi oqsilga ega bo'lgan xromosomlarda saqlanadi. Hujayralar ko'payganda yadro murakkab jarayon — mitoz natijasida bo'linadi.

Prokariotlarning hujayralarida haqiqiy yadro yo'q, lekin yadrosimon hosilalar — nukleoidlar (lotincha nukleus — yadro so'zidan olingan) mavjuddir. Nukleoidlar yuqori tabaqa organizmlar hujayralari yadrolariga nisbatan ancha sodda tuzilishga ega bo'lib, qobiqli sitoplazmadan ajralmagan bo'ladi. Irsiy axbotni DNKning uzun molekulasidan iborat bo'lgan bir xromosoma o'zida saqlaydi.

Eng sodda organizmlar, yo'sinlar (ko'k-yashil tusdagi yo'sinlardan tashqari) va zamburug'lar eukariotlar jumlasiga kiradi. Bakteriyalar va ko'k-yashil tusli yo'sinlar sodda (tuban) protistlar guruhi — prokariotlarni tashkil qiladi, ularni hozirgi vaqtda ko'pincha sianobakteriyalar deb atashadi.

Hayotning hujayradan tashqari shakllari sifatida viruslar alohida guruhga kiradi.

IV. 2. Tabiatda mikroorganizmlarning tarqalishi

O'lchamlarining kichikligi, shuningdek, ozuqa manbayi sifatida eng xilma-xil moddalarni o'zlashtirish qobiliyati va tashqi muhit sharoitlariga oson moslashuvi tufayli mikroorganizmlar tabiatda keng tarqalgan bo'lib, hayotning boshqa shakllari bo'lmagan joylarda aniqlanishi mumkin. Tuproq, suv, odam va hayvonlar organizmlari mikroorganizmlarning tabiiy yashash muhiti hisoblanadi. Havo mikroblarning rivojlanishi uchun qulay muhit bo'lolmaydi, chunki u tomchi suyuq suvga ega emas, ammo ko'pgina mikroorganizmlar yerning yuzidan yoki buyumlardan chang bilan birga havoga o'tib, yashash qobiliyatini vaqtincha saqlab qolishi mumkin.

Tuproqda yashayotgan mikroorganizmlar miqdori va tur tarkibi unda nam hamda ozuqa moddalarining mavjudligi, muhitning ta'siri, harorat, aeratsiya darajasi bilan belgilanadi. Tuproq eng yuqori qatlamidan tashqari, mikroorganizmlar uchun to'g'ri

tushadigan quyosh nurlarining halokatli nurlaridan himoya qilish vositasi hisoblanadi. Tuproq bakteriyalar, yo'sinlar, zamburug'lar, eng sodda jonivorlar turli-tuman turlarining yashash joyi sanaladi. Yaxshi ishlangan tuproq mikroorganizmlarga ayniqsa boy bo'ladi. 1 gramm tuproqda bakteriyalar miqdori bir necha million, yo'sinlar miqdori 100 mingtagacha, zamburug'lar miqdori o'n mingtachani tashkil qilishi mumkin.

Tuproqda yashayotgan mikroorganizmlar juda ko'p miqdorda yerning sirtida bo'ladi. Chunonchi, 1 gektar yerning haydaladigan qatlami mikroob hujayralari yuzasi salkam 500 gektarni tashkil etadi. Mikroorganizmlarning tuproqqa haddan tashqari faol ta'siri aynan shu bilan izohlanadi. Bakteriyalarning aksariyati 15—20 sm chuqurlikda bo'lgan tuproqning yuqori qatlamida rivojlanadi. Yo'sinlar 10 sm gacha bo'lgan chuqurlikda rivojlana di va buni ba'zan tuproqning mo'l-ko'llik qatlami deb atashadi. Yo'sinlar hayot faoliyati jarayonida kislorod ajratib, tuproqning havoga to'yinishiga ko'maklashadi. Tuproqning yuqori qatlami havoga yaxshi to'yinganida mikroskopik zamburug'lar zo'r berib rivojlanadi. Tuproqda chuvalchanglar va hasharotlarning lichinkalari ko'p bo'lib, bular tuproqni yumshatadi va shu tariqa kislorodning ancha chuqur qatlamlarga kirib borishini ta'minlaydi.

Suv obyektlarining mikrobiligi, mikroblarning miqdori va xilma-xilligi, avvalo, suvning ifloslilik darajasi, ya'ni organik moddalarning mavjudligi bilan belgilanadi. Suv muhitida yashaydigan gidrobiontlar turli tizimli guruhlar jumlasiga kiradi. Tabiiy suv havzalarida suvo'tlari, bakteriyalar, eng sodda jonivorlar, zamburug'lar rivojlanishi mumkin. Chuqur arteziya quduqlar suvli qatlamlar bilan yaxshi himoyalanganligi tufayli bularda, odatda, mikroorganizmlar deyarli butunlay bo'lmaydi.

Ochiq suv havzalarining suvi kimyoviy tarkibi va mikroblarining rang-barangligi hamda o'zgarib turishi bilan farq qiladi. Mikroblarning miqdori bir qancha sabablarga: sohilbo'yi hududlarida aholining zichligiga, havo yog'inlari miqdoriga, yil fasllariga va shu kabilarga bog'liq bo'ladi. Chunki bular suv havzalari iflosligi tavsifi va darajasini ko'rsatadi. Yirik shaharlar yaqinidagi

suv manbalarida mikroorganizmlar, ayniqsa, ko'p bo'ladi. Yomg'irdan keyin va bahorgi toshqinlar davrida suv havzalarida bakteriyalar miqdori ancha ko'payadi. Qish faslida gidrobiontlar miqdori keskin ravishda kamayib ketadi.

Oqova suvlarda mikroorganizmlar juda ham ko'p bo'ladi. 1 ml oqova suvdagi bakteriyalar miqdori 1 mlrd dan ortiq bo'lishi mumkin. Odamdan fiziologik ajralib chiqadigan narsalar va uning xo'jalik faoliyati ro'zg'or chiqindi suvlari mikroorganizmlarning manbayidir. Ishlab chiqarish oqova suvlarining ba'zi turlarida o'ziga xos mikroorganizmlar bo'ladi, bular dori-darmonlar, spirt, sut-qatiq mahsulotlari va shu kabilarni ishlab chiqarish texnologik jarayonida foydalaniladi.

IV. 3. Mikroorganizmlar bilan ishlash usullari

Irson ko'zi ≥ 100 mkm o'lchamdagi obyektlarni farqlash qobiliyatiga ega. Ko'pchilik mikroorganizmlar ana shu o'lchamdan o'n va yuz baravar kichikdir, shu boisdan ularning tuzilishini faqat mikroskoplar yordami bilangina o'rganish mumkin. Yorug'lik (nur) mikroskopining ruxsat etilgan (hal qiluvchi) qobiliyati, ya'ni ikki yonma-yon yotgan nuqtalarni farqlash imkoniyati 0,2 mkm ni tashkil etadi. Bu esa aksariyat mikroorganizmlarnigina emas, balki hujayralarning qobiq, yadro, vakuola singari ayrim tuzilmali birikmalarini ham ko'rish imkonini beradi. Biroq faqat elektron mikroskopiya viruslarni ko'rish va boshqa mikroorganizmlar hujayralarining ultratuzilmasini o'rganish imkoniyatini yaratadi. Hozirgi zamon elektron mikroskoplari deyarli 0,001 mkm ni hal qilish qobiliyatiga ega. Shunday qilib, mikroorganizmlarni mikroskop orqali kuzatish (tahlil qilish) ularning hujayralarini o'rganish imkonini ham beradi.

Mikroorganizmlar hujayralarining tuzilmasi bo'yichagina emas, balki o'z biokimyoviy belgilari bo'yicha ham nihoyatda xilma-xildir, ammo ular bilan ishlash usullari yetarli darajada bir tiplidir.

Aksariyat mikroorganizmlar turidan qat'i nazar, muayyan birikmalarni o'zgartirish (aylantirish)dan iborat o'sha bir xil

biokimyoviy jarayonlarni amalga oshiradi. Bunday mikroblarni bir fiziologik guruhga birlashtiradilar.

Turli obyektlardagi (tabiiy ichimlik, oqar suvlardagi, tuproqdagi, faol loyqadagi, bioplyonkadagi) mikroorganizmlarning miqdorini aniqlash umumiy urug'lanishga va sanitarīya-epidemiologik xavf-xatarga baho berish uchun, shuningdek, oqova suvlarni biologik jihatdan tozalaganda texnologik maqsadlarda o'tkaziladi. Tabiatda va vodoprovod hamda kanalizatsiya ni tozalash inshootlarida ro'y beradigan biokimyoviy jarayonlarda mikroorganizmlarning o'ynayotgan rolini tushunib olish uchun ayrim sistematik va fiziologik guruhlar ajratiladi hamda o'rganiladi.

Mikroorganizmlar miqdorini aniqlashning asosiy usullari quyidagilar: 1) suv, tuproq va shu kabilarni tahlil qilish uchun olinib, tayyorlanadigan preparatda mikroskop ostida hujayralarini bevosita hisoblash usuli; 2) quyuq yoki suyuq holatda bakteriya, zamburug' hamda yo'sinlarni o'stirish, ko'paytirish uchun moslangan muhitda ekish usulidir.

Bevosita hisobga olish usulining turli modifikatsiyalari tadqiq qilinadigan namunada mikroorganizmlar miqdorini birmuncha to'liq hisobga olish imkonini beradi. Biroq bevosita hisoblash usuli bilan mikroblarning ham jonli, ham jonsiz hujayralari aniqlanadi.

Bakteriya, zamburug' va yo'sinlarni o'stirish, ko'paytirish uchun moslangan muhitga ekish usulida faqat yashovchan hujayralargina hisobga olinadi. Shunday muhitlar boriki, ularning tarkibi ularda mikroorganizmlarning juda ko'p turlarini o'stirish va aniqlash imkonini beradi. Muayyan fiziologik guruhlarni ajratish uchun faqat bitta fiziologik guruhga mansub mikroorganizmlarning rivojlanishi uchun yaroqli bo'lgan maxsus muhitlar qo'llaniladi. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, bunda tayyorlangan namunaning qat'iy o'lgan hajmi bakteriya, zamburug' va yo'sinlarni o'stirish, ko'paytirish uchun moslangan zich muhit yuzasiga yoki suyuq muhitli probirkaga ekin ekiladi, mikroorganizmlarning u yoki bu turlari uchun qulay bo'lgan sharoitlarda ekin inkubatsiya qilinadi va olingan namuna hajmidagi hujayralar miqdori sanab chiqiladi.

Qattiq muhitdan foydalangan chogʻda ekishdan va inkubatsiyadan keyin oʻsgan koloniyalar miqdori sanaladi. Har bir koloniya bir hujayradan oʻsib chiqadi, deb hisoblanadi. Ekish uchun olingan namunalar hajmini bilib olgandan keyin tadqiq qilinadigan materialning 1 ml yoki 1 g dagi mikroorganizmlarning miqdori hisobga olinadi.

Suyuq muhitdagi mikroorganizmlarni miqdoriy hisobga olish eng koʻp koʻpaytirish usuli bilan amalga oshiriladi. Bu usulning mohiyati quyidagilardan iboratdir. Tekshirilayotgan namunadan bir nechta izchil koʻpaytmalar tayyorlanadi. Har bir koʻpaytmadan uchta muvoziy (parallel) namuna suyuq muhitli probirkalarga ekiladi. Zarur inkubatsiya muddati oʻtgandan soʻng ekilgan probirkalardan har birida mikroblar mavjudligi yoki yoʻqligi qayd etiladi. Hisob-kitob eng koʻp koʻpayish qayd qilingan namunalar boʻyicha olib boriladi.

Savol va topshiriqlar:

- 1. Mikrobiologiya fani nimani oʻrgatadi?*
- 2. Tabiatda mikroorganizmlar qay usulda tarqaladi?*
- 3. Mikroorganizmlar miqdorini aniqlashning qanday usullari bor?*

V bob. MIKROORGANIZMLARNING AYRIM GURUHLARIGA MORFOLOGIK TAVSIF BERISH

Morfologiya — mikroorganizmlar hujayralarining shakli, ichki tuzilishi va hajmi haqidagi fandir. Suv mikrobiologiyasi va sanitariya mikrobiologiyasi uchun eng sodda bakteriyalar va suvo'tlarining muntazam guruhlari katta ahamiyatga ega. Oqar suvlarning tozalanishi va tabiiy suv havzalarining o'z-o'zini tozalashda organik hamda ayrim anorganik birikmalarning olinishi va oksidlanishida bakteriyalar asosiy rol o'ynaydi, shuning uchun ular ancha batafsilroq qarab chiqiladi.

V. 1. Oliy protistlar eukariotik hujayralarning tuzilishi

Oliy protistlarning guruhi yetarli darajada xilma-xil organizmlardan tashkil topgan bo'lib, ularning hujayralari yo hayvonlarning hujayralariga yoxud o'simliklarning hujayralariga o'xshashdir. Sitoplazma va hujayra yadrosi birgalikda protoplastni hosil qiladi, u sirtqi tomondan sitoplazma membranasi bilan qurshab olingan bo'lib, bu membrana hujayra ichiga faqat suv o'tkazadi, ayrim moddalarning unchalik katta bo'lmagan molekulalarini va ionlarini ham o'tkazadi. Hujayraning sitoplazmasi bir xil emas. Unda hayotiy jihatdan g'oyat muhim bo'lgan tarkibiy hosilalar — turli vazifalarni ado etuvchi organellalar topilgan. Bular: ribosomalar, mitoxondriyalar, Golji majmuyidir. Ularning dastlabki ikkitasi mayda donachalar shaklida bo'lib, hujayralar ichidagi membranalarda joylashgan va endoplazmatik to'rni hosil qiladi. Ribosomalar ribonuklein kislotasiga (RNK) boydir. Ularda oqsil sintezi amalga oshiriladi. Mitoxondriyalar dumaloq, oval yoki tayoqsimon shaklga ega. Ularning o'lchovi 0,2 dan 7 mkm oralig'ida bo'ladi.

Mitoxondriyalarda oksidlanish jarayoni kechadi, ular quvvat (nafas) hosil bo'lishi bilan birga boradi. Golji majmuyi o'roqsimon yoki tayoqsimon shakldagi jismdir. Majmuaning mahsulotlaridan biri lizosomalar diametri 1 mkm atrofida bo'lgan dumaloq quyilma bo'lib, ular ichida ozuqa moddalarini parchalashga qodir bo'lgan fermentlar to'plangan. Golji majmuyining eng muhim vazifasi almashinadigan mahsulotlar hujayradan chiqishidan oldin ularning jamlanishidir.

Eukariot hujayra sitoplazmasi doimiy harakatda bo'ladi. Hujayraning ichki bo'shlig'i membranalar bilan oz yoki ko'p darajada ajralgan bo'lmalarga bo'linadi, ularning har birida muayyan biokimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi.

Faqat eukariotlarga xos bo'lgan funksional xususiyatlarga pinositoz va fagositoz hodisalari kiradi. Mazkur hodisalarning mohiyati suyuqlikning kichik tomchilari (pinositoz) yoki qattiq zarralarning (fagositoz) hujayraga ko'chishidan iboratdir, bu hodisa sitoplazma membranasi bir qismining ichkari tortilishi, hosil bo'lgan qopchaning ajralib chiqishi va uning lizosoma bilan qo'shiladigan vakuolga aylanishi natijasidir; bunda hujayraga tushgan moddalar gidrolizga uchraydi.

Eng sodda organizmlar

Eng sodda organizmlar (Protozoa) turiga kiruvchi organizmlar garchi ularning tanasi bitta hujayradan tashkil topgan bo'lsa ham, ko'p sonli va o'zining tuzilishiga ko'ra g'oyat xilma-xildir. Eng sodda organizmlar turlarining umumiy soni 15 mingdan ortiqdir. Ularning hajmi keng doirada (2 mkm dan 2 mm gacha) o'zgarib turadi va qaysi turga mansubligiga va fiziologik holatiga bog'liqdir.

Eng sodda organizmlarning ancha yuqori uyushgan turlari og'iz teshigiga va ovqatning hazm bo'lmagan qattiq qoldiqlarini chiqarib tashlash uchun kukunlarga egadir. Hujayra faoliyatining suyuq mahsulotlari qisqartuvchi vakuol yordamida chiqarib tashlanadi. Qisqartuvchi vakuol suyuqlikning vaqti-vaqti bilan ortib boruvchi pufakchalari bo'lib, u muayyan kattalikka erishgach, hujayraning qobig'iga yaqinlashib, o'zidagi narsalarni tashqariga chiqarib tashlaydi. Atrof-muhitda tuzlar quyqasi, odatda, hujayra

ichidagiga nisbatan kamroq bo'ladi. Suv osmotik bosim qonuniga binoan hujayraga kirishga intiladi. Qisqartuvchi vakuol ortiqcha suvni chiqarib tashlab, haydovchi apparat singari harakat qiladi va hujayra ichida doimiy osmotik bosimni saqlab turadi. Eng sodda organizmlarning ko'pchiligida hujayralardagi bir qancha ehtiyot moddalardan glikogen yig'iladi, ba'zilarida yog' to'planadi. Bo'yalgan eng sodda organizmlar kraxmal to'playdi.

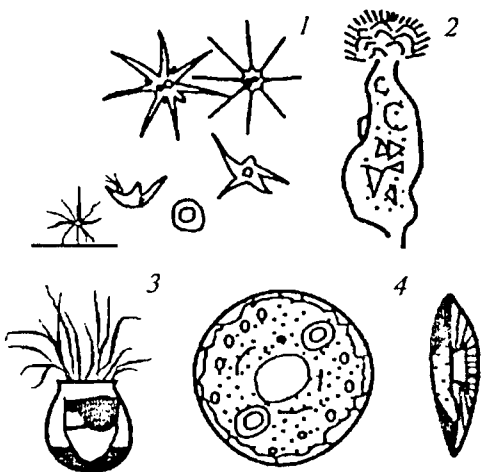
Protozoa hujayralarning oddiy bo'linishi bilan (nojinsiy ko'payish) yoki murakkab jinsiy jarayon — konyugatsiya natijasida ko'payadi.

Noqulay sharoitlarda eng sodda organizmlarning ko'pchiligi sistlarga aylanadi. Bunday jarayon insistrlash deb ataladi va jism hajmining kamayishidan iborat bo'ladi, jism dumaloq shaklga ega bo'ladi va qalin qobiq bilan qoplanadi, natijada tashqi muhitning zararli omillari ta'siriga barqarorlik kasb etadi. Ko'pgina eng sodda organizmlarning sistlari bir necha yil mobaynida to'la ravishda qurib qolishga bardosh beradi. Mayda suv havzalari va ko'lmaklar qurib qolganda sistlar changga aylanuvchi loyda saqlanib qoladi. Shamol changni uzoq masofalarga uchirib ketadi, bu bilan Protozoaning tarqalishiga yordam beradi.

Eng sodda organizmlarning yashash joylari dengizlar va chuchuk suvlar, tuproq, inson va hayvon organizmlaridir. Ularning keng tarqalishiga tez va shiddatli ko'payishi, sist shakldagi noqulay sharoitlarga chidamliligi, tarqalish vositalarining xilmaxilligi (suv va havo oqimlari, qushlar va hasharotlar yordamida) sabab bo'ladi.

Protozoalarning ko'pgina turlari kasallik tarqatuvchilardir, ular amyobasi ichburuq, bezgak, afrika uyqu kasalligi kabi kasalliklarni keltirib chiqaradi.

Eng sodda organizmlarni tasniflashga, asosan, ularning harakatlanish usullari asos qilib olinadi. Protozoa turi bir necha turkumlarga bo'linadi. Tabiiy va oqova suvlarni tozalash tajribasida ulardan uchitasi ko'proq ahamiyatga egadir: Sarcodina, Mastigophoro, Snfizor. Turkumlarning har biri kichik turkumlar, otradlar, urug'lar, turlarga bo'linadi.



6- rasm. Sarkodina. Yalang'osch amyobalar: 1 — amyoba radioza; 2 — amyoba limax chig'anoqli amyobalar; 3 — Pamphagus hyalinus; 4 — Arcelle diskoides.

Sarkodina. Eng sodda organizmlar bu turkumining namoyandalari (6- rasm) katta yoshdagi holatida tananing alohida shaklini o'zgartirib turadigan o'simalari yordamida harakat qiladi, bu o'simalar soxta oyoqchalar yoki psevdopodilar nomi bilan ataladi. Sarkodali psevdopodilar son va shakl jihatidan juda xilma-xildir. Ulardan ayrimlari keng parraksimon soxta oyoqchalarga, boshqalari daraxt ildizlarining tutashib ketishiga, uchinchilari to'g'ri ingichka nurlarga o'xshaydi.

Tabiatda chuchuk suvlarda va kanalizatsiyaning tozalovchi inshootlarida Phisopoda (ildizoyoqlilar) va Heliozoa (quyosh nurlari) kichik turkumlari ancha keng tarqalgandir.

Ildizoyoqlilarga morfologik tuzilishiga ko'ra eng oddiy organizmlardan biri — quruq amyobalar (Amoebida) kiradi. Ularning tuban shakllari skeletsiz bo'lib, sitoplazmaning kichik bo'lakchasidan iboratdir. Unda ichki suyuq, donsimon qatlam (endoplazma) va ancha yopishqoq, zich, yupqa hoshiya (ektoplazma) mavjud. Harakat vaqtida amyoba muayyan yo'nalishda soxta oyoqchalar chiqaradi. Harakat go'yo jism massasining sekin

oqimidan iborat. Amyobaning oziqlanishi fagositoz hodisasi hisobiga sodir bo'ladi. Ozuqa bo'lakchasi atrofida ovqat hazm qiluvchi vakuol hosil bo'ladi, uning ichida ozuqa moddalari erigan holatga keladi va u vakuol devorchasi orqali sitoplazmaga sizib kiradi. Vakuollar hazm bo'lmagan qoldiqlar bilan tananing istalgan bir nuqtasidan chetga chiqarib tashlanadi. Amyobalar hujayraning oddiy bo'linishi bilan urchiydi.

Chig'anoqli amyobalar (Testacea) quruq amyobalardan shunisi bilan farq qiladiki, ularda psevdopodilar uchun teshikli oval yoki dumaloq chig'anoqqa ega bo'ladi. Bir xil amyobalarda chig'anoqlar amyoba tanasida hosil bo'ladigan xitinsimon moddalardan tashkil topadi, boshqalarida — begona zarralardan, masalan, mayda qumlardan, sitoplazma yopishtirilgan chiqindilardan tashkil topadi. Ozuqa kelib tushadi va hazm bo'lmagan qoldiqlari chig'anoq og'izchasi orqali chiqib ketadi. Chig'anoqli amyobalar hujayraning bo'linishi bilan urchiydi, lekin bundan oldin tana ichida zaxira moddalar hosil bo'ladi, so'ngra ulardan yangi amyoba chig'anog'i hosil bo'ladi. Bo'linish vaqtida ehtiyot moddaga ega bo'lgan sitoplazmaning taxminan yarmi chig'anoq og'zi orqali tashqariga chiqadi va yangi chig'anoq bilan qoplanadi. Chig'anoqli amyobalarning asosiy yashash joyi chuchuk suvlardir.

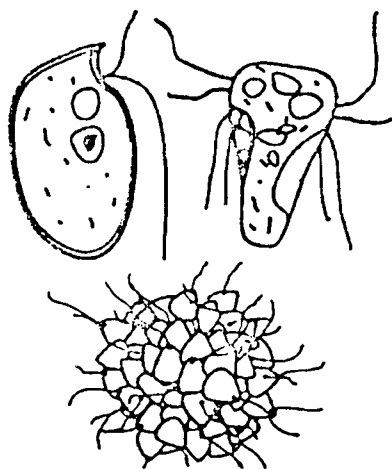
Amyobalarga ovqat bo'lib, asosan, bakteriyalar, boshqa eng sodda organizmlar va suv o'simliklari xizmat qiladi. Amyobalar o'z tanalaridan ancha katta bo'lgan zarralarni tutib olishga qodirdir.

Odam va hayvon ichagidagi amyobalar ichakdagi bakteriyalar bilan oziqlanadi. Ularning ko'p turlari zararsizdir, lekin ayrimlari, masalan, ichburuq amyobasi og'ir xastaliklarni keltirib chiqaradi. Amyobalar ichaklarning shilimshiq qatlami ostiga o'rnashib olib yaralar hosil qiladi. Ularning sistlari suvda 9 oygacha yashaydi. Bitta bemor bir kecha-kunduzda 300 mln gacha sist chiqaradi. Amyobali ichburuq bilan zararlanish suv orqali o'tadi.

Mastigophora (yoki Flagollata). Mazkur turkum vakillari uchun harakat a'zolari bo'lib xipchinlar xizmat qiladi, ular sitoplazmaning ingichka ipsimon o'smalaridir. Hujayralarda bittadan sakkiztagacha xipchin bo'ladi.

Xipchinlilar turkumi oziqlanish usullari bo'yicha xilma-xil eng sodda organizmlarni birlashtiradi. Xipchinlilarning rangli shakllari yorug'likka ta'sirchan pigmentlarga egadir (masalan, xlorofill) va yashil o'simliklar singari ozuqlanishlari mumkin. Rangli xipchinning ommaviy rivojlanishi ba'zan mayda hovuzlarning "gullashi"ga sabab bo'ladi. Boshqa turdagi Mastigophoraning ozuqasi bo'lib, erigan organik moddalar xizmat qiladi, ular hujayraga uning butun yuzasi orqali kiradi. Nihoyat, xipchinlilar orasida og'iz teshigiga ega bo'lgan shakllar ham bor bo'lib, mazkur teshik xipchin asosida joylashgan bo'ladi. Xipchinlilar ular uchun faqat harakat qilish a'zolari bo'lib xizmat qilib qolmasdan, balki ozuqani tortib olishga ham yordam beradi. Bunday xipchinlar bakteriyalar va mayda suvo'tlari bilan oziqlanadi. Rangli xipchinlilardan ayrimlari shart-sharoitiga qarab oziqlanish usulini o'zgartirishga ham qodirdir. Yorug'likda ular xuddi o'simliklar singari oziqlanadi va qorong'ilikda esa organik moddalarni jadal yuta boshlaydi.

Hujayralar ko'ndalang yo'nalishda bo'linib, ko'payadi. Kana-lizatsiyaning tozalash inshootlarida ko'pincha mayda rangsiz xipchinlilar uchraydi, ularning ayrimturlari 7- rasmda tasvirlangan.



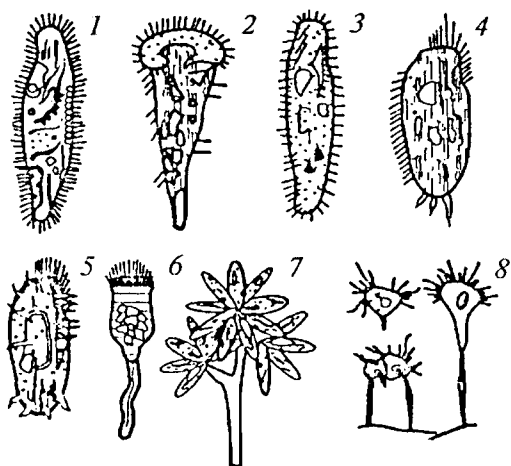
7- rasm. Mastigophora

Infuzoriya. Bu turkumga ancha yuqori darajada uyushgan eng sodda organizmlarning vakillari kiradi, ularning harakat organlari, kipriklar — plazmaning kalta sochsimon o'simtalaridir (8-rasm). Infuzoriyalarning ikkinchi o'ziga xos belgisi, ularning ikkita yadro hujayralarida mavjud bo'lishdir, bu yadrolar o'z kattaligi va vazifasiga ko'ra turlicha bo'ladi. Katta yadro ayirboshlash jarayonini boshqarishda, xususan, oqsilning sintezida asosiy rol o'ynaydi. Kichik yadro irsiy belgilarning tarqalishini nazorat qiladi. Infuzoriyalar turkumi ikkita kichik turkumga bo'linadi: kiprikli infuzoriyalar (Siliata) va so'rg'ichli infuzoriyalar (Sictoria).

3000 dan ortiq turga ega bo'lgan birinchi turkum ancha ko'p sonlidir. Kiprikli infuzoriyalar shakli va hajmi, oziqlanish usuli hamda yashash turi bo'yicha g'oyat xilma-xildir. Ko'pincha infuzoriyalar uzunchoq-ovalsimon shaklga ega, ayrim infuzoriyalarning tanasi (masalan, naycha) grammofon naychasi shaklida cho'zinchoq, boshqalari qo'ng'iroqchalarga o'xshaydi. Bir xil infuzoriyalar suvda suzib yuradi, boshqalari suv o'simliklariga va boshqa narsalarga yopishib oladi, uchinchilari o'rmalab yuradi. Bakteriyalar va mayda suv o'tlari infuzoriyalarning ko'plariga ozuqa hisoblanadi, lekin ularning orasida boshqa eng sodda organizmlar, shu jumladan, infuzoriyalar bilan oziqlanadiganlari ham bor. Ko'pgina infuzoriyalar odam a'zolarida, hayvon va baliqlarda tekinox'rlik bilan kun kechiradi.

Infuzoriyalarning tanasi yupqa, elastik, juda mustahkam qobiq — pellikula bilan qoplangan. Pellikulaning elastikligi tufayli ko'pgina infuzoriyalar tanasini egish, qisilish, sharsimon shaklga kirishga qodirdir.

Barcha infuzoriyalar (ayrim tekinox'rilaridan tashqari), og'iz teshigiga egadir, bu teshik og'iz yonidagi chuqurchaga joylashgan. Og'iz atrofida kiprikchalar joylashgan bo'lib, ancha kuchli va uzunroqdir. Ana shu kiprikchalar yordamida ovqat zarrachalari og'izga haydab kelinadi va infuzoriya tomonidan yutiladi. So'ngra ovqat qisqa kanal (halqum)ga tushadi, ba'zan bu kanal kiprikchalar bilan qoplanib qoladi. Halqumning ichki chetida ovqat ushog'i lizosoma ajratib chiqaradigan suyuqlik tomchisi bilan o'raladi. Shu tariqa ovqat hazm qiladigan vakuol hosil bo'ladi. Ozuqa kelib tushishi



8- rasml. Infuzoriya:

- 1 — Kiprikli infuzoriya (*Paramecium caudatum*); 2 — Stentorlar coeruleus;
 3 — *Oxytricha pellionellae*; 4 — *Stylonichia pustulata*; 5 — *Euplotes haron*;
 6 — *Vorticella convallaria*; 7 — Opercularia, soʻruvchi infuzoriyalar;
 8 — *Tokrophbia lemnae*.

bilan vakuollar hosil boʻladi. Ozuqa moʻl-koʻl boʻlsa, bu jarayon har 1—2 daqiqada takrorlanib turadi. Halqumdan ajralib chiqqan ovqat hazm qiluvchi vakuol sitoplazma toki bilan tortib olinadi va hujayrada muayyan masofani oʻtaydi, buning natijasida erigan moddalarning hazm boʻlish va sitoplazmaga soʻrilishi roʻy beradi. Ozuqaning hazm boʻlishi jarayoni turlichadir: u tuflisimon infuzoriyada qariyb 1 soatga choʻziladi. Ozuqaning hazm boʻlmagan qoldiqlariga ega boʻlgan vakuollar kukuncha yaqinida toʻplanadi, bitta vakuolga quyiladi va har 7—10 daqiqada tashqariga chiqarib turiladi. Suyuq almashinish mahsulotlari qisqartiruvchi vakuollar yordamida ketkaziladi.

Kiprikli infuzoriyalarda jinssiz va jinsli koʻpayish navbatlashib turadi. Bunda hujayra koʻndalang yoʻnalishda boʻlinadi. Jinsiy jarayon bir necha avlodlardan keyin vaqti-vaqti bilan boshlanadi.

Kiprikli infuzoriyalarning kichik turkumi bir necha oʻtratlarga boʻlinadi, ular kiprikli apparatning turlicha tuzilishi bilan ajralib turadi.

Teng kiprikli infuzoriyalar otradi eng ko'p sonlidir. Bu infuzoriyalarning tanasi kiprikchalar bilan bir tekis qoplangan. Hovuzlarda va tozalash inshootlarida keng tarqalgan infuzoriyalarning tipik vakillari *Paramecium* turiga kiruvchi infuzoriyalardir.

Kiprikli turlicha bo'lgan infuzoriyalar otradi og'iz teshigi yaqinida spiralsimon joylashgan kiprikchalar kamarining mavjudligi bilan farq qiladi. Bu otradga eng yirik toza suv infuzoriyalari — trubachilar (*Stenfor*) kiradi.

Qorin kiprikchali infuzoriyalar otradining vakillari og'iz yaqinidagi kiprikchalar kamaridan tashqari qorin tomonida yelimgan kiprikchalar bog'lamidan iborat alohida zich tuklarga ega bo'ladi. Ular tufayli infuzoriyalar substrakt bo'ylab o'rimalab yurishi mumkin (*Stylonichia*, *Oxytiricha*, *Euplotes*).

Dumaloq kiprikli infuzoriyalar vakillarining ko'pchiligi o'troq hayot kechiradi. Kiprikchalari faqat og'iz teshigi yonida joylashgan. Kiprikchalar harakati bilan voronka shaklidagi suv ayirg'ich vujudga keladi, voronkaning tor uch tomoni og'iz teshigiga qaratilgan. Erimagan zarrachalar voronkaning pastki qismiga cho'kadi. Ozuqa topishning bunday usuli *sedimentatsiya* deb ataladi va ko'pgina infuzoriya-sedimentatorlar uchun xosdir.

Infuzoriyalar uzun poyalar yordamida o'simliklarga, chig'anoqlarga, molluskalarga, loy parchalariga yopishib oladi. Dumaloq kiprikchali infuzoriyalar orasida yakkashakllar (*Vorticella convallaria*), shuningdek, to'da shakllar (*Opercularia glomerata*) ham bor.

So'ruvchi infuzoriyalar kichik turkumida o'tiruvchi shakllar mavjud bo'lib, ular katta yoshdagi holatida kiprikchalardan mahrum bo'ladi va og'zi ham bo'lmaydi. Bu infuzoriyalar alohida so'ruvchi hasharot mo'yi — ingichka naychalar yordamida oziqlanadi, bu naychalar ichki kanaliga va uch tomonida teshikka ega bo'ladi, bular yordamida ular o'lja ovlashadi (asosan, kiprikchali infuzoriyalarni). Ushlab olingan infuzoriyaning pellikulasi erib ketadi va endoplazma mo'ylar kanali orqali so'ruvchi infuzoriyaning ichiga sizib kiradi.

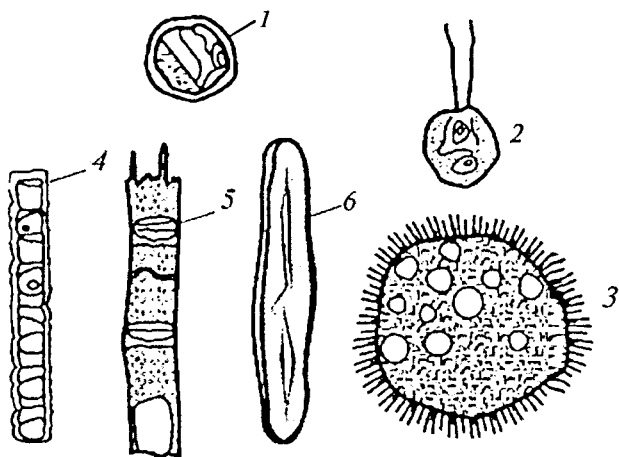
Yo'sinlar

Mikroskopik yo'sinlar (suv o'simliklari)ning hujayralari oliy o'simliklarga o'xshab yorug'likka ta'sirchan pigmentlarga egadir, ular *xloroplast* deb ataluvchi maxsus organellalarga to'plangan. Ana shu tufayli yo'sinlar fotosintez jarayonini amalga oshirishga qodirdir. Yo'sin hujayralari sirtidan qobiq bilan qoplangan. Qattiq qobiq himoya vazifasini bajaradi va hujayradagi osmotik bosimni tartibga solishda ishtirok etadi. Hujayra markazida hujayra sharbatiga ega bo'lgan vakuol joylashgan. Yo'sinlarning tanasi (yoki tallom) bitta yoki ko'pgina hujayralardan tashkil topishi mumkin, bu hujayralar to'dalar yoki ko'p hujayrali organizmlar hosil qiladi.

Yo'sinlar yashaydigan asosiy joy hovuzlardir, lekin yo'sinlarning ko'plari tuproqda ham yaxshi o'sadi, vodoprovod va kanal izatsiyaning tozalash inshootlarida ham rivojlanadi. Hovuzlarda yo'sinlar suvda ham, hovuz tagida ham bo'ladi. Ularning ko'plari oliy suv o'simliklari poyalariga joylashib olgan bo'ladi.

Yo'sinlarning tabiat va inson hayotidagi o'rni g'oyat kattadir. Yo'sinlar organik moddalarning suv muhitida istiqomat qiladigan tirik organizmlarning oziqlanish manbayi bo'lib, suv havzasini kislorod bilan ta'minlaydi. Ular oqova suvlarni biologik tozalashda ishtirok etadi, tabiiy suv havzalarining ifloslanishi darajasining o'lchagichi bo'lib xizmat qiladi: ular qimmatli kaliyli o'g'it, dorivor prepa ratlar olish uchun xomashyo, shuningdek, chorva mollar ozuqasi sifatida ishlatiladi. Biroq yo'sinlarning tabiiy suv havzalarida ommaviy rivojlanishi (gullashi) birmuncha zarar keltirishi ham mumkin. Gullash suvning organoleptik xossalarini keskin yomonlashtiradi va vodoprovod stansiyalarining ishida murakkabliklar keltirib chiqaradi.

Yo'sinlarni tasnif (klassifikatsiya)lashga yorug'likka sezgir pigmentlar tarkibidagi farqlar, hujayraning morfologik tuzilishi, shuningdek, ayrim biokimyoviy xususiyatlari, chunonchi zaxira moddalarning tabiati, hujayra qobig'ining tarkibi va shu kabilar asos qilib olingan. Biz mavjud to'qqizta tipdan ikkitasini qarab chiqarimiz. Ular chuchuksuv havzalari uchun ko'proq ahamiyatga ega bo'lgan yashil va diatomli yo'sinlardir (9- rasm).



9-rasm. Yo'sinlar:

Yashil yo'sinlar: 1 — *chlorella vulgaris*; 2 — *thlamidomon as simplex*;
3 — *volva aureus*; 4 — *ulothrix zonata*; 5 — *melosira granulata*;
6 — *pinnularia viridiz*.

I tip. Yashil yo'sinlar (*Chlorophyceae*) — yo'sinlar orasida eng ko'p tarqalgan tip bo'lib, tuzilishi jihatidan g'oyat xilma-xil bo'lgan organizmlarni birlashtiradi. Yashil yo'sinlar orasida bir hujayrali, ko'p hujayrali va to'da shaklli yo'sinlar bor. Bu yo'sinlarning ko'plarida hujayralar selluloza qobig'iga, hujayra sharbatiga ega bo'lgan vakuol, bitta alohida yadro va xloroplastlar bor bo'lib, ularning shakli juda xilma-xil: plastinka, to'r, yulduzcha, gardish shaklidir. Oliy o'simliklar qanday pigmentlarga ega bo'lsa, yashil yo'sinlar ham shunday pigmentlarga, ya'ni xlorofill va karotinga egadir. Ularning urchishi jinsiy va nojinsiy bo'lib, bunda harakatlanuvchi zoosporalar hosil bo'ladi.

Chlorophyceae ga protokokk yo'sinlar kiradi, ular, asosan, chuchuk hovuzlarda yashaydi, ular bu yerda suv qatlami ni egallaydi. Bular harakatlanmaydigan bir hujayrali yoki to'da shaklidagi organizmlardir. To'dalarda hujayralar ba'zan shilliq bilan, ba'zan ayrim hujayralarda selluloza qobiqlari o'sib chiqishi bilan saqlanib turadi. Protokokk yo'sinlarning oddiy vakili *Chlorilia Vulgaris* dir.

Volvoksli yashil yo'sinlar turib qolgan kichik suv havzalarida keng tarqalgan, ayrim turlari ko'p ifloslangan joylarda, masalan, filtrlarda yaxshi rivojlanadi. Volvoksli yo'sinlar tuproqda ham, oqar suv havzalarida ham o'sadi. Bir hujayrali volvoksli yo'sinlarga Chlamidomonis kiradi. Volvoksli yo'sin to'dalari ko'plab ayrim hujayralardan hosil bo'ladi. Masalan, Volvox aureus to'dasi 200—300 ta hujayradan hosil bo'lgan pufak shakliga egadir. Har bir hujayra ikkita xipchinga ega bo'lib, ular orqali volvoks pufakchasi suvda tez harakat qiladi.

Ko'p hujayrali yashil yo'sinlarga ulotriks yo'sinlari kiradi. Ular asosan, ipsimon shakllar bo'lib, shoxlovchi va shoxlanmaydiganlari bo'ladi. Ip hujayralar, ba'zan, umumiy shilliq g'ilof bilan qoplanadi. Yosh yo'sinlarda iplar ko'pincha substratga birikkan bo'lib, keyinroq, ular erkin suzib yurib, qurbaqa sallasi va suv o'simliklarini hosil qiladi.

II tip. Diatomli yo'sinlar (Diatomea), bir hujayrali, mikroskop ostida ko'rinadigan organizmlardir. Ayrim turlari iplar, tasmalar va butalar shaklidagi to'dalarni hosil qiladi. Hujayralar 4 dan 1500 mkm gacha hajmga ega bo'ladi, to'dalar esa, ba'zan bir necha santimetrga yetadi.

Diatomli yo'sinlarning hujayralarida shakllangan yadro va xloroplastlar bo'ladi. Xloroplastlar xlorofilldan tashqari qo'ng'ir rangli pigmentlarga ega bo'ladi. Shuning uchun yo'sinlarning rangi sariqroq yoki to'q-qo'ng'ir rangda bo'ladi. Hujayralar pektin qobig'i va qum tuproqdan iborat kosaga ega bo'ladi. Kosa diatomli yo'sinlarning farq qiluvchi xususiyatlaridan bo'lib, qutichaga o'xshab, ikki tabaqadan iborat bo'ladi, ularning biri ikkinchisiga suriladi. Har xil yo'sinlarda kosaning shakli va tuzilishi juda xilma-xildir. Ko'payish bo'linish hosil bo'lgan tabaqalarning chok yuzasida sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan har bir hujayra bitta tabaqaga ega bo'ladi, lekin darhol bo'linishdan keyin hujayraning bo'sh yuzasida kosaning yetishmovchi qismi hosil bo'ladi.

Diatomeyalar noqulay shart-sharoitlarni (muzlash, qurib qolish) osoyishta bosqich sifatida boshdan kechiradi. Ana shu bosqichga o'tishda maxsus hujayralar hosil bo'lmaydi, faqat sitoplazmaning qisman yoki to'liq suvsizlanishi kuzatiladi.

Diatomli yo'sinlar, asosan, hovuzlarda tarqalgan, ular hovuz tagida va oraliq suvlarida istiqomat qiladi.

Zamburug'lar

Zamburug'lar (ularni qo'ziqorin, qurbaqa sallasi ham deyishadi) butunlay alohida biologik tuzilishga ega bo'lgan organizmlarning keng guruhini tashkil etadi. Zamburug'ning tanasi ingichka iplar — giflardan tashkil topgan bo'lib, ular mitseliy deb atalgan tarmoqlangan tuzilmani hosil qilgan. Giflar ko'p yadroli sitoplazma bilan to'lgan qattiq naychalardan iborat. Bu hujayrali zamburug'larda giflar to'siqqa ega emas, holbuki ko'p hujayrali zamburug'larning mitselliysi hujayralarga bo'lingan. Ayrim zamburug'lar mitselliyl tuzilishga ega emas.

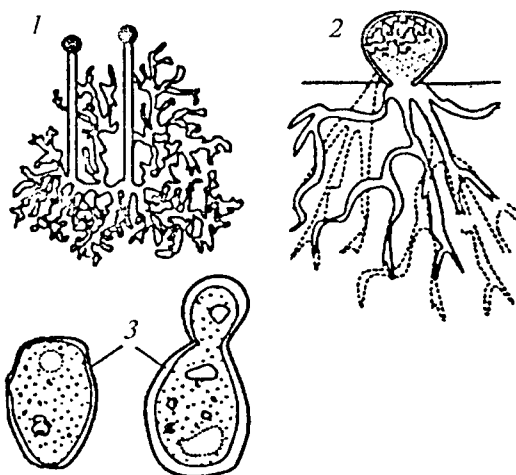
Zamburug'larda yorug'likka ta'sirchan pigmentlar bo'lmaydi, ular o'zining butun tanasining sirti bilan xilma-xil organik moddalarni yutadi. Zamburug'lar sporalar va gif bo'laklari shaklida urchiydi.

Zamburug'larning asosiy yashash joyi tuproqdir, lekin ularning ayrim turlari suv muhitida ham hayot kechiradi. Zamburug'lar orasida suvo'tlari hisobiga kun kechiradigan tekinox'rlar bo'ladi, baliqlarda, odam va hayvon organizmlarida, oliy o'simliklarda kun kechiradigan ko'pgina shakllari ham bor.

Chuchuk suvlarda o'ziga xos tarzda faol urchiydigan suv zamburug'lari, shuningdek, suv muhitiga moslashgan ayrim tuproq zamburug'lari ham uchraydi. Ularning ko'plari oddiy zamburug'lar — fikomitsetlar guruhiga kiradi.

Tuproqda urchiydigan fikomitsetlar uchun (10- *a* rasm) havo giflari — sporasimonlarning hosil bo'lishi xos bo'lib, chekka qismi kengayib, dumaloq sporangiyga aylanadi, uning ichida ko'p miqdorda sporalar ko'payadi.

Suv fikomitsetlaridan biri 10- *b* rasmda ko'rsatilgan. Zamburug'ning tanasi qopchadan — diametri 100 mkm ga yaqin bo'lgan sporangiydan iborat bo'lib, u substratga ingichka shoxsimon iplar bilan birikkan. Sporangiyalarda urchish hujayralari — sporalar hosil bo'ladi. Sporalar yetilganda sporangiy uziladi va sporalar sirtga chiqadi. Spora katta bo'lib, o'sayotgan zamburug'ga aylanadi.



10- rasm. Qo'ziqorinlar:

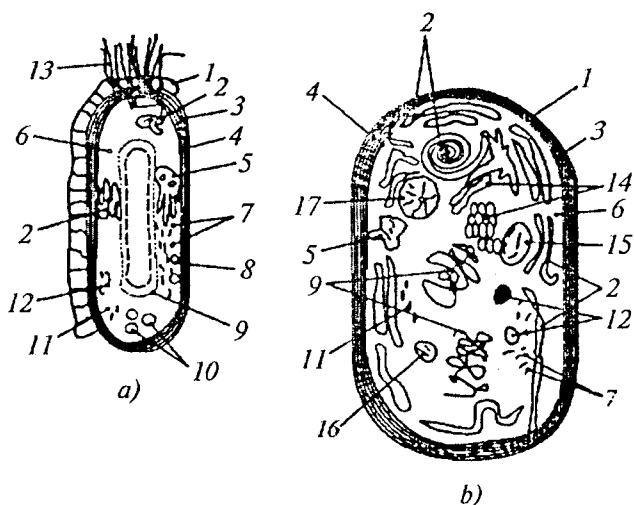
1 — mucor mucedo; 2 — suvli fukomisit; 3 — achitqi (drojji).

Oqova suvlarda zamburug'larning turmushda va sanoatda ishlatiladigan boshqa turlari ham topiladi. Bular achitqi, aspergillus va penitsillium va boshqa zamburug' turlaridir.

Achitqilar (xamirturush) mitseliy hosil qilmaydi, ularning hujayralari kattaligi 10—15 mkm, dumaloq yoki tuxumsimon shaklga ega (10- d rasm). Achitqilar sanoatda qandni etil spirtiga va karbonat kislotaga aylantirishda ishlatiladi. Achitqilar non pishirishda, pivo pishirishda, vinochilikda va spirt sanoatida ishlatiladi. Shunga muvofiq mazkur ishlab chiqarishning oqova suvlari achitqi hujayralariga ega bo'ladi.

V. 2. Eng oddiy protistlar prokariotik hujayralarning tuzilishi

Eng oddiy protistlar hujayralarining tuzilishi oliy protistlarga qaraganda ancha oddiy. Shu bilan birga, yadro apparatining turlicha tuzilishi ekuariotik hujayrani prokariotik hujayradan farqlantirib turadigan birdan-bir belgi hisoblanmaydi.



11-rasm. Prokariotik hujayralarning tuzilish sxemasi:

a) bakteriyalar hujayrasi; b) sianobakteriyalar hujayrasi.

- 1 — shilliq kapsula; 2 — tilakoidlar; 3 — hujayra devorchasi;
 4 — sitoplazma membranasi; 5 — mezosoma; 6 — sitoplazma;
 7 — ribasomalar; 8 — polisaxaridli donadorlar; 9 — nukleotid;
 10 — oltingugurt qo'shilmasi; 11 — yog'li tomchilar; 12 — polifosfatlar donasi; 13 — xivchinlar; 14 — gaz vakuollari; 15 — vakuol; 16 — poli- β -oksi yog' kislotasi donalari; 17 — sionofisin donlari.

Prokariotlar hujayralarining asosiy tarkibiy komponentlaridan biri hujayra qobig'idir. Bakteriyalar hujayra qobig'ining tarkibiga murakkab molekular komplekslar kiradi, ular oqsil, polisaxarid va yog'simon moddalardan tashkil topadi. Qattiq qobiq hujayraning skeleti bo'lib xizmat qiladi, unga muayyan shakl bag'ishlaydi. Sianobakteriyalarning hujayralari (11- b rasm) elastik pektin qobiq bilan qoplangan. Prokariotlarning hujayra qobig'i atrof-muhitdagi erigan moddalarning hujayra ichiga o'tish yo'lida o'ziga xos to'siq hosil qiladi.

Bakteriyalarning ayrim turlarida hujayra sirtida shilliq qatlam hosil bo'ladi, u go'yo g'ilof — kapsula hosil qiladi. Bakteriyalar chiqaradigan shilliq modda qisman atrof-muhitga singib ketishi mumkin. Bakteriyalarning ayrim turlarida shilliq moddaning ajralib

chiqishi shunday kuchli bo'ladiki, ayrim hujayralarning kapsulalari qo'shilib ketib, zoogleyalar hosil qiladi, ular shilliq massaning unga kirib olgan hujayralari bilan to'planishidir. Sianobakteriyalarning ko'p turlari uchun ham shilliq qatlamning hosil bo'lishi xosdir.

Ko'pgina bakteriyalar hujayralari sirtqi tuzilishiga xipchinlar kiradi, ular uzun juda ingichka iplardan iborat harakat organlari bo'lib, shakli spiralsimon, to'lqinsimon yoki egilgandir. Xipchinlarning uzunligi bakteriyalar tanasining uzunligidan bir necha baravar ortiq bo'lishi mumkin. Xipchinlarning miqdori va joylanishi o'ziga xos belgi turi hisoblanadi. Bakteriyalarning ayrim turlari bitta xipchinga ega bo'ladi, boshqalarida xipchinlar hujayraning bitta yoki har ikkala chetida bog'lam holida joylashadi, uchinchilarida hujayraning butun sirtini qoplab oladi.

Qobiqqa sitoplazmatik membrana zich yopishib turadi. U hujayra ichiga muayyan moddalarni o'tkazadi va undan ajratib chiqaradi. Shunday qobiliyati tufayli membrana organella rolini o'ynaydi. Organella hujayra ichida ozuqa moddalarni jamlab, hayot uchun yaroqli mahsulotlarni tashqariga ajratib chiqarishga yordam beradi. Hujayra ichida hamisha atrof-muhitdagiga nisbatan osmotik bosimning yuqori bo'lishi kuzatiladi. Sitoplazma membranasi bosimning doimiyligini ta'minlaydi. Bundan tashqari, membrana bir qator ferment sistemalar, xususan, energiya hosil qilish bilan bog'liq bo'lgan oksidlovchi, tiklovchi fermentlarning to'planish joyi hisoblanadi (eukariotlarda ular mitoxondriyalarda bo'ladi). Eukariotlarning hujayralaridan farqli o'laroq prokariotik hujayrada u bo'lmalgacha bo'linmaydi. Prokariotlarning hujayralari Golji majmuyiga ham, mitoxondriyalarga ham ega bo'lmaydi, ularda sitoplazmaning yo'naltirgan harakati ham kuzatilmaydi. Prokariotlarga pinositoz va fagositoz hodisalari xos emas. Organellalardan faqat ribosomalar eukariotlarning ribosomalariga o'xshash.

Ko'pgina bakteriya hujayralarida alohida membrana tuzilmalari — mezosomalar topilgan bo'lib, ular sitoplazma membranasi hujayra ichiga singishi natijasida hosil bo'ladi. Sitoplazmatik membrana moddalarning bakteriya hujayrasi ichiga kirishi (o'tishi) va undan chiqishida osmatik to'siq vazifasini bajaradi. Ko'pincha

membrananing plazma ichiga botib kirishidan (invaginatsiya) alohida tanachalar — *mezosomalar* hosil bo'ladi.

Sitoplazmatik membrana bilan mezosomalar yuksak organizmlarning energiya yetkazib beruvchi ferment sistemalari to'plangan membranalar va mitoxondriyalarga xos bo'lgan funksiyalarini bajaradi. Bakteriyalarning sitoplazmatik membranasi bilan mezosomalarida, mitoxondriyalardan farqli o'laroq, fermentlarning nafas olish va nafas chiqarish sistemalari hamda o'tkazuvchanlikni tartibga soluvchi mexanizmi bilan bir qatorda azotfiksatsiya, xemosintez kabi va boshqa jarayonlarda ishtirok etuvchi o'ziga xos ferment sistemalari ham bo'ladi.

Bulardan tashqari, ko'pgina boshqa funksiyalar — bakteriyalar hujayrasi devori va kapsulasining biosintezi, ekzofermentlarning ajralishi, bo'linish, sporalar hosil bo'lishi va hokazolar ham sitoplazmatik membrana, mezosomalarning hamda o'zaro o'xshash strukturalar bilan bog'liqdir.

Xuddi shunday yo'l bilan rangdor bakteriyalarning va sianobakteriyalarning hujayralarida tilakoidlar — zich shakldagi membrana tuzilmalari hosil bo'ladi, ularda yorug'likka ta'sirchan pigmentlar to'planadi.

Prokariotlarning sitoplazmasida ko'pincha qattiq, suyuq yoki gazsimon qo'shilmalar topiladi. Ulardan bir xillari moslashuvchi ahamiyatga ega: masalan, sianobakteriyalarning gaz vakuolalari tikka yuzada ularga suzuvchanlik xususiyatini bag'ishlaydi. Boshqa qo'shilmalar zaxira moddalar rolini o'ynaydi va hujayralar bilan birga mo'l oziqlanish sharoitida to'planadi. Hujayralarda zaxira moddalar sifatida polisaxaridlar (glikogen, kraxmal, granuleza), lipidlar (dona-dona va yog' tomchilari shaklida), polifosforlar (volyutinlar kabi), oqsil moddalar (sianobakteriyalarda sianofisin donalari) to'planadi. Ko'pgina oltingugurtli bakteriyalar hujayralarida molekulali oltingugurt to'planadi.

BAKTERIYALAR SISTEMATIKA SI

Sistematika (taksinomiya) mikroorganizmlarni muayyan belgilariga qarab guruhlar — taksonlarga bo'lish (klassifikat-

siyalash), shuningdek, ular orasidagi o'zaro qarindoshlik munosabatlarini aniqlashdan iborat.

Mikroorganizmlarning asosiy guruhlarini o'rganishdan oldin ular nomenklaturasi prinsiplarini yoritish (aniqlash) maqsadga muvofiq. **Nomenklatura** — bilimning muayyan sohasida qo'llaniladigan nomlar sistemasi.

Mikroorganizmlar nomenklaturasi va taksonomiyasining har qanday sistemasi obyektlarning nihoyatda mukammal bilishni talab etadi. Chunki ularni nomlash va klassifikatsiyalashda bu hol muhim ahamiyatga ega. Mikroorganizmlarni asoslash va klassifikatsiyalash uchun zarur axborot olish uchun mikrobnig barcha turlari, tashqi va ichki tuzilishining barcha xususiyatlari (xossalari), fiziologik hamda biokimyoviy xossalari, shuningdek, mikroorganizm yashab turgan tabiiy muhitda qo'zg'atadigan jarayonlar o'rganiladi.

Binobarin, biror mikroorganizmni u yoki bu taksinomik guruhga kiritish uchun uning asosiy tavsifi bilan tanishish: uning tashqi ko'rinishi — shaklini, harakatini (xipchinlari bor-yo'qligini va ularning joylashuvini), kapsulalar mavjudligini, endosporalar hosil qilish, Gram bo'yicha bo'yalishini aniqlash; moddalar almashinuvi xususiyatlarini, energiya hosil qilish usullarini aniqlash; nihoyat, o'zi yashayotgan muhitni qanday qilib o'zgartirishni va uning hayotiga, yashashga tevarak-atrof-muhiti qanday ta'sir ko'rsatayotganini aniqlash zarur. Mikroorganizmlarni ana shunday mufassal bilish faqat nomenklatura va taksinomiya uchun ahamiyatga ega bo'lmay, balki mikroorganizmning amaliy ahamiyatiga baho berishda ham nihoyatda zarurdir.

Keyingi vaqtda molekular biologiya rivojlanishi bilan mikroorganizmlar tavsifini o'rganishga yangicha yondashish usullari aniqlandi, bu esa ular sistematikasiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan. Xususan, mikroorganizmlarning irsiy xossalari (genotipi)ni bevosita ta'riflashga, shunday qilib, ularning keyingi yillarda faqat struktura va funkcion xossalari (fenotipi)ni ifoda etgan ta'rifini to'ldirishga imkon beradigan usullar ma'lum ahamiyatga ega. Mikroorganizmlarning genotipi haqidagi ma'lumotlar ajratib olingan nuklein kislotalarni ikki asosiy usul — DNK ning nukleotid tarkibini aniqlash va turli mikroorganizmlardan ajratib olingan nuklein

kislotalarning kimyoviy duragaylashuvi (gibridizatsiyasi)ni o'rganish yordamida olinadi.

Birinchi usuldan foydalanib, DNK molekulasidagi purin va pirimidin asoslari juftining nisbatiga asoslanib, mikroorganizmlarning guruhlari orasidagi genetik farqni aniqlash mumkin bo'ladi. Ikkinchi usul har xil mikroorganizmlardan ajratib olingan ikkita molekulani duragaylash yo'li bilan DNK gomologiyasini aniqlashga asoslangan. Masalan, DNK molekulalarini kuchli (80—90% va undan ham ko'p) bog'langanligi kuzatilsa, bu birlamchi strukturaning gomologligidan va mikroorganizmlar genetik jihatdan yaqin qarindoshligidan (filogenetik bog'lanishdan) dalolat beradi. Gomologik darajasining pastligi (50%) mikroorganizmlar orasidagi bog'lanish anchagina uzoqligini bildiradi.

Mikroorganizmlar sistematikasida, ba'zan, K. Linney zamon-doshi bo'lgan M. Adanson taklif etgan raqamli taksinomiya-dan foydalaniladi. Mazkur taksinomiya quyidagi prinsiplarga asoslangan:

a) organizmlarning o'rganilayotgan belgilari bir xil bo'lishiga; b) ularning sonini maksimal darajaga yetkazishga; d) o'xshash belgilari soniga qarab har qaysi taksinomik guruhni aniqlashga mikroorganizmlar sistematikasiga ana shunday yondashuv yetar-licha aniq bo'ladi. Biroq undan foydalanish (uni qo'llash) uchun elektron hisoblash mashinalari yordamida bajariladigan murakkab matematik hisob-kitob ishlarini olib borish zarur bo'ladi.

Mikroorganizm batafsil o'rganib bo'lingandan keyin unga ilmiy nom beriladi. Bu nom XVIII asrdayoq K. Linney tavsiya etgan *binominal nomenklaturaga* muvofiq, ikkita lotin so'zi bilan ifodalanishi kerak.

Birinchi so'z — avlodning nomi. Odatda, bu lotincha so'z bo'lib, uning bosh harfi bilan ifodalanadi va mikroorganizmning biror morfologik fiziologik xossalarini yoki mazkur mikroorga-nizmni topgan olimning familiyasini, yo bo'lsa, farq qiluvchi biror belgi-xossasini, masalan, yashash joyini ifodalaydi.

Ikkinchi so'z — kichik harf bilan yoziladi. U mikroorganizm turining nomi bo'lib, odatda, kolloniyaning rangini, mikroorga-nizmning kelib chiqish manbayini, ushbu mikroorganizm ta'sirida kelib chiqadigan kasalliklar va jarayonlarni va ba'zi boshqa belgilarni

ifodalaydi. Masalan, *Bacillus* mikroorganizm grammanfiy, spora hosil qiluvchi aerob tayoqcha ekanligini (*Bacillus* — avlodning xossalarini) bildiradi, tur nomi esa ular hosil qilgan kolloniyaning rangini ifodalaydi (abbus — oq).

Mikroorganizmlarga bakteriyalar nomenklaturasining xalqaro kodeksi qoidalariga muvofiq nom beriladi. Bu qoidalar 1980- yil 1- yanvardan kuchga kirgan va dunyodagi barcha davlatlar uchun yagona hisoblanadi.

Klassifikatsiyalashda oʻzaro qarindosh mikroorganizmlarni guruhlariga birlashtirishda quyidagi taksinomik kategoriyalar qoʻllanadi: tur (*species*), avlod (*genus*), oila (*familia*), tartib (*ordo*), sinf (*classik*), boʻlim (*divisio*) va olam (*regnum*).

Tur asosiy taksinomik birlik boʻlib, aniq ifodilangan fenotipik oʻxshashligi biror-bir genotipning barcha individlari yigʻindisidan iborat.

Tur kenja turlarga yoki variantlarga boʻlinadi.

Mikrobiologiyada, koʻpincha, “shtamm” va “klon” degan atamalar qoʻllaniladi. Shtamm turga nisbatan ancha tor tushuncha. Odatda, bir turga mansub mikroorganizmlarning har xil tabiiy muhitdan (tuproqdan, suv havzasidan, organizmlardan va boshqalardan) yoki har xil vaqtda muayyan bir muhitdan ajratib olingan xilma-xil kulturalari *shtamm* deb ataladi. Bir turga mansub shtammlar xossalariga koʻra bir-biriga anchagina yaqin boʻladi yoki ayrim belgilari bilan bir-biridan farq qiladi. Shu bilan bir vaqtda har xil shtammlarning belgi-xossalari tur faqat tur doirasida mavjud boʻladi.

Klon — bitta hujayradan olingan kultura. Mikroorganizmning turga mansub individlaridan tashkil topgan yigʻindisi (*populatsiya*) *sof kultura* deyiladi.

Mikrobiologiyada hali yuksak oʻsimliklar bilan hayvonlar uchun yaratilganga oʻxshagan tabiiy sistema yaratishga imkon beradigan mikroorganizmlar evolutsiyasi va filogeniyasi haqida yetarlicha maʼlumot yoʻq. Mikroorganizmlarni klassifikatsiyalashning hozirgi sistemasi, muhitiga koʻra, sunʼiy hisoblanadi. Ular diagnostikalash kaliti, yaʼni aniqlagich hisoblanadi. Undan, asosan, u yoki bu mikroorganizmni identifikatsiyalashda foyda-

laniladi: “Определитель бактерий и антинолицетов” N. A. Krasilnikov (1949), “Определитель родов бактерий” V. B. Skerman (1975) va boshqalar ana shunday aniqlagichlardir.

Mazkur darslikda D. X. Bergerning “Определитель бактерий” (1984) aniqlagichning oxirgi 9-nashriga muvofiq, mikro-organizmlarning eng muhim guruhlarining ta’rifi berilgan. Mazkur aniqlagichda barcha prokariot mikroorganizmlar Procaryotae olamiga birlashtirilgan bo’lib, u o’z navbatida 4 bo’limga bo’lingan. Bo’limlar sinflarga, tartib, oila, avlod va turlarga bo’linadi. Mikroorganizmlar, asosan, hujayralari devorining bor-yo’qligiga, bo’limlarga, morfologik va fiziologik-biokimyoviy xossalari yig’indisiga qarab esa boshqa taksinomik kategoriyalarga — sinf, tartib, oila, avlod, turlarga bo’linadi.

I bo’lim. Cracilicutes*

Mazkur bo’limga hujayralari devori grammanfiy tipda bo’lgan prokariotlar va kokklar, tayoqchalar yoki ipchalar kiradi. Ular harakatchan yoki harakatlanmaydigan bo’lib, endospora hosil qilmaydi. Mikrobakteriyalar mevatana va mikrospora hosil qilishi kuzatilgan. Bular binar bo’linish, kurtaklanish yo’li bilan ko’payadi. Bu bo’limga fototroflar va nofototroflar (litotroflar va xemotroflar), aeroblar, anaeroblar va fakultativ anaeroblar kiradi. Ayrim turlari hujayralar ichida yashaydigan obligat parazitlardir.

1-sinf. Scotobakteria

1- guruh spiroxetalar. Mazkur mikroorganizmlar Spirochaetales tartibiga, Spirochaetaceae va Zeptospiraceae oilalariga kiradi. Spiroxetalar egiluvchan, spiralsimon bir hujayrali bakteriyalar bo’lib, juda uzun (3,500 mkm) va ingichka (0,3—1,5 mkm), bir yoki undan ortiq marta buralgan hujayralardir.

* Lat. cutes — teri, craciluc — ingichka, nozik demakdir. Aerob, fakultativ anaerob yoki anaeroblar. Xemoorganogenorotroflar.

Spirosetalar hujayrasi protoplazmatik silindrdan tashkil topgan bo'lib, bu silindr o'z uchlarida joylashgan biriktiruvchi disklardan chiqadigan bitta yoki bir nechta fibrilla bilan chirmashgan bo'ladi. Protoplazmatik silindr bilan o'q fibrillalari tashqi qobiqqa o'ralgan bo'ladi. Hujayralarda nukleoidlar, mezosomalar va boshqa strukturalar bo'ladi. Spirosetalar ko'ndalang bo'linish yo'li bilan ko'payadi, harakatchan bo'ladi. Spora hosil qilmaydi.

Yirik (30—500 mkm gacha bo'lgan) spirosetalar Spirochaeta va Cristishira avlodlariga, maydalari (3,20 mkm gacha bo'lganlari) Treponema, Borrelis va Leptospira avlodlariga kiritiladi. Oldingi ikki avlodning vakillari saprofitlar, keyingi uchtasining vakillari parazitlar, odamda hamda hayvonlarda yuqumli kasallik qo'zg'atuvchi parazitlardir.

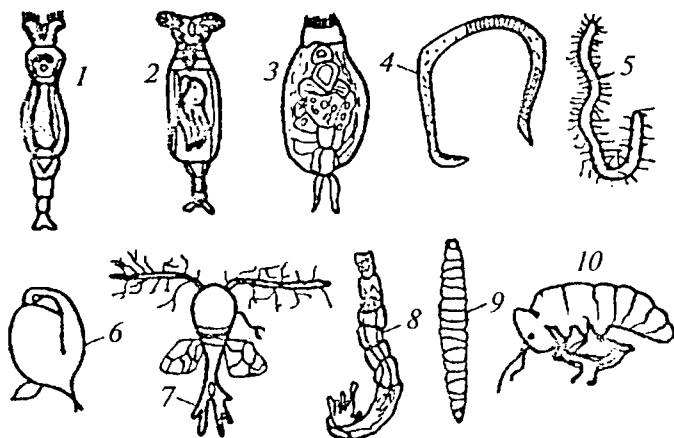
2- guruh — spiralsimon va vibroid grammanfiy aerob bakteriyalar. Spirillaceal oilasiga kiradi. Mazkur oila vakillarining quyidagi belgilari xarakterlanadi: hujayralari qattiq, spiralsimon buralgan tayoqchalar bo'lib, harakatchan, bitta yoki hujayraning bir yoki ikki uchida polyar joylashgan xipchinlari bor.

Aerob mikrofil. Xemoorganotrof. Saprafit yoki parazitlar. Bu oilaga Agnospirillum, Spirillum, Azospirillum, Campylobacter va Bdellovibrio avlodlari kiradi.

Bdellovibrio avlodining ba'zi vakillari bakteriyalarning obligat parazitlari bo'lishi mumkin. Ular bir hujayrali harakatchan organizmlar bo'lib, xo'jayin hujayraga birikib olib, uning ichiga kiradi va ko'paya boshlaydi. Spiralsimon va egilgan bakteriyalar chuchuk va dengiz suvlarida, tuproqda bo'ladi.

3- guruh — grammanfiy aerob tayoqchalar va kokklar. Bakteriyalarning mazkur guruhi 7 ta oilani tashkil qiladi. Shulardan 3 tasi tuproq unumdorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Pseudomonadaceal oilasiga Pseudomonas avlodi kiradi. Bu avlodga to'g'ri yoki biroz egilgan, xipchinlari ikki uchida yoki bir uchida bog'lam bo'lib joylashgan sporasiz bakteriyalar kiradi (12-rasm). Pseudomonadalar tabiatda keng tarqalgan (har xil tuproqlarda, suvda, oqar suvlarda va havoda uchraydi) Xemoor-



12- rasm.

Tabiiy va oqova suvlarning ayrim organizmlari kolovratlar:

- 1 — philodina zoseola; 2 — gallidina vorax; 3 — gathypna Luna: kurtlor;
 4 — nematoda; 5 — tubifextubifex: eng sodda chig'anoqsimonlar;
 6 — dofniya; 7 — siklon: kashfotlar lichinkalari; 8 — Ghironomus plumosus;
 9 — psuchoda; 10 — porura.

ganotroflar xilma-xil organik moddalardan — oqsillar, yog'lar, uglevodlardan, shuningdek, gumus, moddalardan foydalanadi. Ayrim psevdomonadalar nitratlarni qaytaradi (denitrifikatsiya) *xanthomonas* avlodining bir qator turlari o'simliklarda kasallik qo'zg'atuvchilardir.

Azotobacteriaceal oilasining vakillari yirik, tayoqchasimon, oval hujayralar bo'lib, harakatchan, spora hosil qilmaydi.

Geterotroflar. Mazkur organizmlarning xarakterli xususiyati atmosfera azotini fiksatsiyalash (bog'lab olish)dan iborat. Ular tuproqda keng tarqalgan. Oilaga 4 avlod: Asotobacter, Azimonas, Beijerinchia va Deroxia kiradi. Shulardan oldingi ikkitasi mo'tadil iqlim sharoitida tuproqda, qolganlari tropik va subtropikda (Osiyo, Afrika, Janubiy Amerikada) tuproqda uchraydi.

Rhizobiaceale oilasiga mansub obyektlar tayoqchasimon, harakatchan hujayralar bo'lib, spora hosil qilmaydi.

Xemoorganotroflar. Rhiridium avlodining vakillari dukkakdosh o'simliklar ildizida tuganaklar hosil qilib, ular bilan simbioz holda yashaydi va atmosfera azotini fiksatsiyalaydi. Agrobacterium avlodining vakillari esa shish (bo'rtma) hosil qiluvchi fitopotogen bakteriyalar bo'lib, har xil o'simliklar ildizida va poyasida gall shaklidagi o'smalar hosil qiladi. Yuqoridagi ikkala oila XI bobda batafsil ta'riflangan.

Methylococcaceale oilasiga ikki avlod — Methylococcus va Methylomonas kiradi. Ular harakatchan va harakatlanmaydigan tayoqcha va kokklardir.

Xemoorganotroflar. Metan bilan metilspirt ular uchun yagona uglerod va energiya manbai hisoblanadi.

Acetobacteriaceale oilasiga ikki avlod Acetobacter va Gluconobacter kiradi. Bu avlodlarga mansub bakteriyalar etil spirtini sirka kislotalagacha oksidlash xususiyati borligi bilan yuqorida ta'riflangan organizmlardan farq qiladi. Ular gullarda, mevalarda, sabzavotlarda, pivoda, vinoda va hokazolarda uchraydi.

Neisseriaceale oilasiga to'rt avlod kiradi. Ularning vakillari asosan parazit (kasallik qo'zg'atuvchi) formalardir.

4- guruh grammanfiy fakultativ anaerob tayoqchalar. Mazkur guruhga kiradigan bakteriyalar ikki oilani tashkil etadi. Bular Enterobacteriaceale va Vibrionaceale oilalari bo'lib, ularning ko'pgina vakillari odamda va hayvonlarda yuqumli kasallik tarqatuvchi hisoblanadi.

Enterobacteriaceale oilasiga odam va hayvonlar ichagida yashab, kasallik qo'zg'atuvchi bir qator organizmlar kiradi. Ular Escherichia, Citrobacter, Salmonella, Snigella, Klebsiella, Enterobacter va boshqa avlodlarga mansub mikroorganizmlardir. Bulardan tashqari, Enterobacteriaceale oilasiga saprofit vakillari tuproqda yoki o'simliklar yuzasi (usti)da yashaydigan Proteus va Erwinia avlodlari ham kiradi. Masalan, Erwinia herbicoba o'simliklar yuzasi mikroflorasining tez-tez uchraydigan komponentidir.

Vibrionaceale oilasi bir necha avlodni *Vibrio Aeromonas, Presiomonas* va *Photobacterium*larni birlashtiradi. Bularga mansub mikroorganizmlar, odatda, chuchuk suvda va dengiz suvida, ba'zan baliqlar va odam tanasida uchraydi. Ular orasida kasallik qo'zg'atuvchi bir qator turlar ham bor.

5- guruh — grammanfiy to'g'ri, egilgan va spiralsimon anaeroblar. Bu guruh bitta oiladan — *Bacteriodaceal* tashkil topgan bo'lib, unga uch avlod — *Bacteroides*, *Fusobacterium* va *Leptotrichia* kiradi. Mazkur oilaga mansub bakteriyalar odam va hayvonlar ichagida yashab, ba'zi hollarda oshqozon-ichak kasalligini qo'zg'atadi.

Sutemizuvchilarning oshqozon-ichak traktida *Selenomonas* avlodiga mansub bakteriyalar bo'ladi. Ular kurtak yoki yarim oy shaklidagi harakatchan hujayralardir.

Xemoorganotroflar. Uglevodlarni achitib, sirka, propion va suv kislotalari hamda CO_2 hosil qiladi. Hayvonlar ovqatlanishi (ozig'i)da ma'lum rol o'ynaydi.

Bundan tashqari, bakteriyalarning muayyan guruhiga noaniq sistematik guruh bo'lgan yettita avlod yondashadi. Ular orasida *Desulfovibrio* avlodining harakatchan, egilgan tayoqcha shaklidagi va spora hosil qilmaydigan bakteriyalari qiziqish uyg'otadi. Ular grammanfiy xemoorganotroflar. Sulfatlarni va oltingugurtning boshqa birikmalarini H_2S gacha qaytaradi. Atmosfera azotini fiksatsiyalaydi. Qat'iy anaeroblar tuproqdan topilgan.

6- guruh — grammanfiy xemolitotroflar bakteriyalar bo'lib, ikki oila va 15 avlodga birlashgan. *Nitrobacteriaceae* oilasining vakillari tayoqchasimon, ellipssimon, sferik va spiralsimon hujayralar bo'lib, spora hosil qilmaydi, harakatchan yoki harakatlanmaydi. Obligat xemolitotroflar, ammiak yoki nitratlarning oksidlanishi hisobiga energiya oladi, uglerodga talabni qondirish uchun CO_2 ni fiksatsiyalaydi. Obligat aeroblar tuproqda, daryolarda, dengiz va okeanlarda tarqalgan.

Ammiakni nitritlargacha oksidlaydigan bakteriyalar *Nitrosomonas* va *Nitrosolobus* avlodlariga kiradi. Nitratlarni nitritlargacha oksidlaydigan bakteriyalar *Nitrobacter*, *Nitrospira* va *Nitrococcus* avlodlariga mansubdir. Avlodlar bakteriyalar hujayrasining shakli va ultrastrukturasiga ko'ra bir-biridan farq qiladi. Mazkur oilaga mansub organizmlar tuproqda ammiakning nitrit va nitratgacha aylanishida ishtirok etadi.

Mazkur guruhga oltingugurt va uning birikmalarini metabillovchi organizmlar kiradi. *Thiobacillus* avlodi tayoqchasimon mayda hujayralar bo'lib, uchida joylashgan bitta xipchini bor. Spora

hosil qilmaydi. Obligat anaeroblar. Obligat va fakultativ xemo-litotroflar. Tarkibida oltingugurt bo'lgan qaytaruvchi birikmalarning oksidlanishi hisobiga energiya oladi, CO_2 uglerod manbayi hisoblanadi. Kuchli kislotali, rivojlana oladi. Tuproqda, suv havzalarida, oqar suvlarda, suvi tarkibida oltingugurt bo'lgan buloqlarda tarqalgan. *Thiobacterium*, *Thiospira* va hokazo avlodlari ta'riflangan.

Siderocapsaceae oilasiga mansub bakteriyalar sferasi ellipssimon yoki tayoqchasimon shakldagi hujayralar bo'lib, yuzasi kapsula bilan qoplangan. Bu organizmlar kapsula yuzasida, ichida yoki hujayradan tashqari materialda temir oksidi to'playdi.

Xemoorgatroflar. Aeroblar. Tarkibida temir bo'lgan suvlarda tarqalgan. Mazkur oilaga *Siderocapsa* va *Sederococcuc* avlodlari kiradi.

7- guruh sirpanuvchi bakteriyalar. Bu oilaga ikki tartib — *Muxobacteriales* va *Citophagales* kiradi. Birinchi tartib — *Muxobacteriales* ga mevatana hosil qiladigan mikrobakteriyalar kiradi. Mikro-bakteriyalar silindrsimon hujayralarning uchi yumaloq yoki ingichkalashgan bir hujayrali organizmlardir. Ular birmuncha qalin shilimshiq ichida joylashgan. Ko'ndalangiga binar bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Grammanfiy bakteriyalar.

Mikrobakteriyalar hujayrasining devori egiluvchan bo'l-ganidan ularning o'zi ham harakatlanganda egilishi va shakli o'zgarishi bilan farq qiladi. Sirpanib harakatlanadi. Ko'pchilik mikrobakteriyalar rivojlanishining ma'lum bosqichida mevatana hosil qila boshlaydi. Bunda vegetativ hujayralari, dastlab ko'payadi, so'ngra birlashib, rangsiz yoki aksincha ochiq rangli pishiq mevatana hosil qiladi. Mevatanasining shakli va yirik-maydaligi har xil vakillarida turlicha bo'ladi. Mevatanalar hujayralari tinim davriga kiradi — mikrosporaga aylanadi. Bir qancha mikrobakteriyalar mikrosista hosil qiladi. Ayrim hollarda mikrosporalar ma'lum shakldagi sporangiyalar ichida bo'lib, poyachasi bilan substrat yuzasiga ko'tarilib turadi. Mikrobakteriyalar mikrosporasini qurg'oq-chilikka chidamli, lekin isitishga chidamsiz. Mikrosporalar yoki mikrosistalar o'sib, butunlay vegetativ hujayraga aylanadi.

Mikrobakteriyalar — xemoorganotroflar, qat'iy aeroblardir. Ular tuproqda, go'ngda, o'simliklarning chiriyotgan qoldiqlarida va hokazo joylarda tarqalgan. Ularning aksariyati oqsillar,

polisaxaridlar, sellulozani va o'simlik hamda hayvonot mahsuloti bo'lgan boshqa moddalarni parchalaydi.

Muayyan tartibga quyidagi oilalar kiradi. *Muxososseale* oilasi (bitta *Muxosossus* avlodi bor) kiradi. Uning vakillari uchlari ingichkalashgan vegetativ hujayralar bo'lib, sfera yoki oval shaklidagi mikrosista hosil qiladi. *Archangium* avlodini birlashtirgan *Archangiaceale* oilasi (vegetativ hujayralarning uchi konussimon, mikrosistalari tayoqchasimon); oilasi — bitta *Polyangium* avlodi bor (hujayralarning uchi to'mtoq, mikrosporalari vegetativ hujayralarga o'xshaydi).

Ikkinchi tartib — *Cytophagales*ning vakillari mevatana hosil qilmaydi, hujayralari tayoqchasimon yoki ipsimon, sirpanib harakatlanadi, grammanfiy. Bir necha oilaga birlashgan.

Cyxophagaceale oilasining oltita avlodi bor. Ular orasida *Cytophaga*, masalan, uchi yumaloq yoki konussimon bo'lgan tayoqchasimon hujayrali organizmlarni birlashtiradi. Bu organizmlar mikrosista hosil qilmaydi, qat'iy aerob yoki anaerob bo'ladi. Xemoorganotroflar bo'lib, selluloza, xitin, agar va boshqa moddalarni parchalay oladi. *Sporocytophaga* avlodiga mikrosista hosil qiladigan organizmlar kiradi.

Beggiatoaceale oilasi zanjirga o'xshab joylashgan hujayralar qatoridan tashkil topgan har xil qalinlikdagi shoxlanmagan rangsiz uzun ipchalar (trixomalar) shaklidagi organizmlardan tashkil topgan. Ular sirpanib harakatlanadi, substratga hech qachon yopishmaydi. Ayrim hujayralari ko'ndalang bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Grammanfiy. Miksotrof yoki xemoorganotroflar. Aerob yoki mikroaerofillar.

Beggiatea avlodi substratga yopishmagan ip (trixomalar) hosil qiladi. Oltingugurt miqdori ko'p bo'lgan joylarda, sekin oqar suvlarda yashaydi. *Beggiatoaceale* sulfidlarni sulfatlargacha oksidlaydi. Sulfidlar oksidlangandagi oraliq mahsulot — elementar oltingugurt hujayralar ichida granula (donador) shaklda to'planib, bu organizmlar oq rangda bo'lishini ta'minlaydi.

8- guruh — xlamidobakteriyalar (g'ilof yoki qinga o'ralgan bakteriyalar). Mazkur guruhga yetti avlod kiradi. *Sphaerotilus* avlodi bir hujayrali tayoqchasimon grammanfiy organizmlar

bo'lib, subpolar joylashgan xivchinlari bor. Hujayralar zanjirdan tashkil topgan uzun ip shaklida o'sadi. Ular uchlari bilan bir-biriga birlashgan va g'ilof yoki qin shilimshiq kapsula bilan o'ralgan bo'ladi. G'ilofi, odatda, yupqa, temir va marganes oksidlari cho'kmagan (o'tirmagan) bo'ladi. Iplarning uzunligi ba'zan bir necha millimetrga yetadi. Bu bakteriyalar qin ichida bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Bo'lingandan keyin hosil bo'lgan harakatchan hujayralar yo qindan sirg'alib chiqadi yoki u parchalanib ketadi keyin ozod bo'ladi. Bular xemoorganotroflar, qat'iy aeroblardir. Mazkur avlodlarning vakillari qog'oz va sut sanoati chiqindilari bilan ifloslangan chuchuk suvlarda yashaydi. Odatda, u g'ilofga o'ralgan hujayralar zanjiri maxsus disklar yordamida suvda biror qattiq bo'linga yopishib olib, ma'lum miqdorda to'planadi.

Leptothrix avlodiga mansub organizmlarda to'g'ri tayoqchalar g'ilofga o'ralgan zanjirlarda uchraydi yoki alohida hujayra yo guruh shaklida erkin suzib yuradi. G'ilofga temir yoki marganesning yuksak oksidlari gidrati shimilgan bo'ladi. Uchida joylashgan bitta xipchini bor. Grammanfiy. Xemoorganotroflar. Qat'iy aeroblar. Chuchuk suvlarda yashaydi. Xlamido bakteriyalarning *Streptothrix*, *Crenothrix* *Clonothrix* va boshqa avlodlari ham bor.

9- guruh — kurtaklanuvchi va poyachali bakteriyalarning 17 avlodi bor. Quyida ularning ayrimlarini ta'riflaymiz. *Hyphomicrobium* avlodiga — oval, tuxumsimon yoki dukkaksimon shakldagi, uchi ingichka o'tkirlashgan tayoqsimon hujayrali mikroorganizmlar kiradi. Har xil uzunlikdagi ipsimon o'simta-(gif)lar hosil qiladi. Giflar uchida joylashgan kurtakchalardan ko'payadi. Yetilgan kurtakchalar harakatchan bo'lib, uzilib ketadi va o'zi mustaqil ravishda boshqa biror yuzaga yoki boshqa hujayralarga birikadi. Xemoorganotroflar. O'sish uchun CO_2 zarur. Aerob.

Kurtaklanib ko'payuvchi bakteriyalarning ko'pchiligi o'ziga xos xususiyatga ega, ya'ni moddalar almashinuvi nihoyatda ixtisoslashganligi bilan farq qiladi. Odatda, bu organizmlar qandarlardan foydalanmaydi (oligokarbofil, ya'ni uglerod manbayisiz o'sadi), biroq ularning ko'pchiligi formiat, atsetat, laktat kabi birikmalarni iste'mol qila oladi.

Pedomicrobium avlodiga mansub bakteriyalar ham ma'lum rivojlanish sikliga ega. Oval shakldagi ona hujayra uchida xipchini bor harakatchan hujayra(zoospora) hosil bo'ladi (xipchini, ba'zan bir nechta bo'ladi). Kurtaklashish yo'li bilan qiz hujayralar hosil bo'ladi. Qiz hujayralar ona hujayradan ajralib ketib yetilgandan keyingina bo'lina boshlaydi. Bakteriyalar hujayralar yuzasida temir va marganes oksidlar to'plash xususiyatiga ega. Bular tuproqda keng tarqalgan.

Caulobacter avlodining vakillari poyachali bakteriyalar bo'lib, hujayralari uchidan poyacha chiqqan tayoqchasimon, urchuqsimon yoki vibrionga o'xshash bo'ladi. Poyachali bakteriyalar yakka-yakka hujayralar shaklida uchraydi. Ular poyachali hujayralari assimetrik ravishda ko'ndalangiga ikkiga bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Grammanfiy. Xemoorganotroflar. Qat'iy aerob. Chuchuk suvlarda, tuproqda va boshqa tabiiy substratlarda tarqalgan.

Poyachali bakteriyalarga **Gallionella** avlodi kiradi. Uning vakillari uzun poyacha uchida joylashgan tayoqchasimon yoki yumaloq hujayralardir. Poyachalar fibrillar tutami (bog'lami)dan tashkil topgan bo'lib, biri-ikkinchisiga o'ralgan va shoxlanuvchidir. Poyachalar ko'pincha temir gidroksid bilan qoplangan bo'ladi. Bu organizmlarning binar bo'linishi kuzatilgan, bunda bo'linishdan keyin qiz hujayralar poyachalar uchida qoladi. So'ngra ular zoosporalarga o'xshab ajralib, uchlarida joylashgan bitta yoki ikkita xipchini yordamida harakatlanadi. Xemolitotroflar (ikki valentli temirni uch valentli temirgacha oksidlaydi va CO_2 dan foydalanadi). Mikroaerofillar. Tarkibida temir bo'lgan suvlardan va tuproqdan topilgan. Suv havzalarida *Leptothrix* avlodining vakillari bilan birgalikda temir cho'kishiga yordam beradi.

10-guruh — rikketsiyalar va xlamidiyalar. Mikroorganizmlarning muayyan guruhi ikki tartibga bo'linadi. Bular — Rickettsiales va Chlamydiales tartibi.

Rickettsiales tartibiga uch oila — Rickettsiaceal, Bartonellaceal va Anaplasmataceal kiradi. Bular hujayralar ichida yashaydigan juda ko'p patogen bo'lmagan obligat parazitlarni (faqat xo'jayin hujayrasi ichida ko'payadi) va kam miqdorda, odamda hamda hayvonlarda rikketsiya kasalligini qo'zg'atuvchi bakteriyalarni birlashtirgan.

Rikketsiyalar tayoqchasimon, kokksimon yoki ipsimon bakteriyalar bo'lib, harakatlanmaydi, spora hosil qilmaydi, gram manfiy. Xo'jayin tanasida binar bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Ayrim rikketsiyalar hasharotlar simbiionatdir. Tipik rikketsiya bo'lgan *Rickettsia prowazeki* toshмали tif kasalligini qo'zg'atuvchi bo'lib, shu bilan kiyim biti simbioti ham hisoblanadi.

Clamydiales tartibining bitta Chlamydiaceae oilasi bo'lib, unga mikroorganizmlarning odamda kasallik qo'zg'atuvchi turlari kiradi.

I 1- guruh — Anoxyphotobacteria guruhiga fototrof bakteriyalar kiradi. Ularga kislorodsiz fotosintez tipidagi organizmlar mansub. Bu sinf ikki tartibga — Rhodospirillales (qo'ng'ir bakteriyalar) va Chlorobiales (yashil bakteriyalar)ga bo'linadi.

Fototrof bakteriyalar sfera, tayoqchasimon, vibriion shakldagi va spiralsimon hujayralardan iborat. Odatda, ular ikkiga bo'linish yo'li bilan, ayrim turlari kurtaklanish yo'li bilan ko'payadi, grammanfiy. Hujayralarda oltingugurt tomchilari bo'ladi. Fototrof bakteriyalar hujayrasida bakterioxlorofillar va karotinga o'xshash pigmentlar bo'ladi. Fotosintezni amalga oshiradi. Fototrof bakteriyalar fotosintez jarayonida CO_2 ni qaytarish uchun molekular vodoroddan, oltingugurtning qaytarilgan birikmalari yoki organik moddalardan foydalaniladi. Obligat anaeroblar. Atmosferadagi molekular azotni fiksatsiyalaydi. Fototroflar — asosan suvda yashaydigan bakteriyalar.

Rhodospirillales tartibiga ikki oila *Rhodospirillaceae* va *Chromatiaceae* kiradi.

Rhodospirillaceae oilasi oltingugurtsiz fotoorganotrof qo'ng'ir bakteriyalar bo'lib, oddiy organik moddalarni fotoassimilatsiyalaydi. Qo'ng'ir bakteriyalar vodorod sulfidni va oddiy oltingugurtning oksidlay olmaydi.

Mikroaerofillar. Mazkur oilaga *Rhodospirillum*, *Rhodopseudomonas* va *Rhodomicrodium* avlodlari kiradi. Chromatiaceae oilasi oltingugurt tutuvchi fotolitotrof qo'ng'ir bakteriyalar bo'lib, oltingugurtning sulfidgacha oksidlanadigan anorganik birikmalari (H_2S) ishtirokida SO_2 ni fotolitotrof assimilatsiyalaydi. Qat'iy anaeroblar. Mazkur oilaga *Shromatium*, *Thiospirillum* va boshqa avlodlar kiradi.

Chlorobiales tartibiga ham ikki oila: *Chlorobiaceae* va *Shloroflexaceae* kiradi. Chlorobiaceae oilasi oltingugurt tutuvchi fotolitotrof yashil bakteriyalardir. Ular sulfidgacha oksidlanadigan sulfid va oltingugurt ishtirokida SO_2 ni fotolitotrof assimilatlaydi. Qat'iy anaeroblar.

12-guruh — Oxyphotobacteria guruhiga fotosintez jarayonida molekular kislorod ajratib chiqariladigan organizmlar kiradi. Mazkur sinf ikki tartibga: *Syanobacterales* (sianobakteriyalar) va *Prochlorales* (proxlorofitlar)ga bo'linadi.

Sianobakteriyalar (Ko'k-yashil suvo'tlar) grammanfiy prokariot organizmlar bo'lib, hujayralar devori rigid ko'p qavatli, ichki qavati peptidglikanlidir. Sianobakteriyalar hujayralarida ichki plazmatik membranalar (tilakoidlar)ning rivojlangan sistemasi bo'lib, u yerda fotosintez jarayoni kechadi: fotopigmentlardan xlorofil, allofikasianin, fikasianin va fikoeritrin sianobakteriyalarga xosdir.

Sianobakteriyalar hujayrasi kapsulaga o'ralgan, harakatchan bo'ladi (qattiq substratda xipchinlari yordamisiz sirpanib harakatlanadi). Bu bakteriyalar bir hujayrali, koloniya bo'lib yashaydigan va ko'p hujayralidir. Hujayralari sfera, tayoqcha yoki egilgan shaklda bo'ladi. Ko'p hujayrali ipsimon tuzilgan bo'lib, trixoma, ya'ni filament deb ataladi. Ayrim sianobakteriyalar hayotiy siklida maxsus hujayralar yoki ipchalar hosil qiladi. Ular ko'payishiga (basositlar, gormogoniyalar), ekstremal sharoitda yashab qolishiga (sporalar yoki akinetlar) yoki azot fiksatsiyalanishiga xizmat qiladi (geterisistalar).

Sianobakteriyalar har xil usulda: binar bo'linish, kurtaklanish, ko'p marta bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Ipsimon shakldagilari trixomalarning bitta yoki bir nechta hujayradan iborat bo'lganidan yoki hujayralarning harakatchan kalta zanjiri — garmonilaridan ko'payadi. Sianobakteriyalar bakteriyalarning katta guruhi bo'lib (100 dan ortiq turi bor), tuproqda, suv havzalarida va boshqa substratlarda keng tarqalgan. Sianobakteriyalarning aksariyat vakillari (130 turdan ortig'i) atmosferadagi molekular azotni fiksatsiyalash xossasiga ega.

Proxlorofitlar sfera shakldagi, harakatlanmaydigan, gram-manfiy, simbioz holda yashaydigan bir hujayrali prokariot organizmlardir. Sitoplazmasining ko'p qismi tilakoidlar bilan to'la bo'ladi. Fotosintez jarayonida molekular kislorod ajratadi. Pigmentlari tarkibiga va fotosintezlovchi membranalar hujayralarining ichki tuzilishiga ko'ra sianobakteriyalardan farq qiladi.

Proxlorofitlar hujayralar tashqarisida yashovchi simbiontlar ekzosimbiontlar bo'lib, dengiz hayvonlari — koloniya holdagi assidiyalar tanasida yashaydi.

13- guruh — Firmicutes* guruhiga hujayra devori grammusbat tipda bo'lgan prokariotlar; kokklar, tayoqchalar yoki ipchalar kiradi. Ayrimlari shoxlanadi, harakatchan va harakatlanmaydigan bo'lib, odatda, binar bo'linish yo'li bilan, ba'zan sporadan ko'payadi; fotosintezlamaydigan organizmlar — xemotroflar, aerob, anaerob va fakultativ anaeroblar. Mazkur bo'limga spora hosil qilmaydigan va spora hosil qiladigan bakteriyalar aktinomitsetlar va ularga yaqin organizmlar kiradi.

Firmibacteria

1- grammusbat kokklar uch oilaga: Micrococcaceae, Streptococcaceae ga birlashtirilgan.

Micrococcaceae oilasiga mansub bakteriyalarning hujayrasi sfera shaklda bo'lib, bir yoki bir necha tekislikda bo'lina oladi. Natijada to'g'ri yoki noto'g'ri guruh, yo bo'lmasa, paketlar hosil bo'ladi. Harakatchan yoki harakatlanmaydigan. Spora hosil qilmaydi. Xemoorganotroflar. Aerob yoki fakultativ anaeroblar avlodiga issiqqonli organizmlar terisida va shilimshiq qobig'ida uchraydigan kasallik kuzatuvchi turlar, Planococcus avlodiga dengiz suvida tarqalgan turlar kiradi.

Streptococceae oilasiga besh avlod: *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus* va *Ceemella* kiradi. Ularning vakillari sut, qatiq mahsulotlari, silos tayyorlashda va hokazolarda katta rol o'ynaydi. Mazkur oilaga mansub organizmlar har xil uzunlikdagi zanjir hosil qiladigan sfera yoki oval shakldagi hujayralardir, ular,

* Lat. *firmus* — pishiq, qattiq, *cutes* — teri demakdir.

shuningdek, tetradalar ham hosil qiladi. Harakatlanmaydi, spora hosil qilmaydi. Xemoorganotroflar. Fakultativ anaeroblar. Uglevodlarni achitib, sut, sirka va chumoli kislotalar, etil spirt va SO_2 hosil qiladi. Tuproqda o'simliklar yuzasida, sutda va sut mahsulotlarida ko'p uchraydi.

Peptococcaceae oilasiga to'rt avlod kiradi. Ular *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Ruminococcus* va *Sarcina* lardir. Bularning hujayralari sfera shaklda bo'lib, yakka va juft holda, zanjir shaklida yoki tetraedr va kubiksimon paketchalar shaklida uchraydi. Harakatlanmaydi. Spora hosil qilmaydi. Xemoorganotroflar. Ayrimlari uglevodlarni achitadi. Anaerob. Tuproqda, o'simliklar yuzasida, odam va hayvonlarning oshqozon-ichagida ko'p tarqalgan. Ayrim turlari odamda kasallik qo'zg'atadi. *Ruminococcus* avlodining vakillari kavsh qaytaruvchi hayvonlar qatqornidan ham topilgan; u yerdagi sellulozaning achitishida katta rol o'ynaydi.

2- endospora hosil qiluvchi tayoqcha va kokklar. Mazkur guruh organizmlari *Bacillaceae* oilasiga birlashgan bo'lib, unga besh avlod mansub. Bular *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, *Clastridium*, *Desulfotomaculum* va *Sporosarcina* lar. Hujayralari (*Sporosarcina* avlodining vakillaridan tashqari) tayoqchasimon. Harkatchan bo'lib, xivchinlari peretrixial joylashgan (harakatlanmaydigan shakllari ham bor). Spora hosil qiladi. Batsillar sporasi ona hujayraning har xil qismida joylashishi mumkin; bunda uning shakli o'zgarmaydi yoki to'g'nag'ich, urchuq yoki baraban tayoqchasi shakliga kiradi. *Clastridium*ning sporalari ko'pincha ona hujayradan enli bo'ladi. Bu hol klostridial yoki plektridial hujayralar hosil bo'lishini osonlashtiradi. Grammusbat, aerob (*Bacillus* va *Sporosarcina* avlodlari), anaerob (*Clastridium* va *Deculfotomaculum* avlodlari), fakultativ anaerob (*Spordaetobacillus* avlodi).

Mazkur guruh vakillari tuproqda, suvda, shuningdek, odam va hayvonlarning hazm qilish sistemasida ko'p tarqalgan. Saprofit. Turli organik moddalarning parchalanishida ishtirok etadi. *Bacillus* va *Clastridium* avlodlarining turlari orasida odam, hayvonlar, o'simliklar va hasharotlarda kasallik qo'zg'atuvchilar ham bor. *Desulfotomaculum* avlodi sulfatlarni sulfidlargacha qaytaruvchi anaerob, spora hosil qiluvchi bakteriyalardir.

3- grammusbat tayoqchasimon bakteriyalar, endospora hosil qilmaydi. Mazkur guruhga mansub bakteriyalar bitta *Lactovacillaceae* oilasiga kiradi. Ular to'g'ri yoki egilgan tayoqchalar bo'lib, yakka-yakka yoki zanjir hosil qilib yashaydi. Spora hosil qilmaydi. Harkatlanmaydi. Anaerob yoki fakultativ anaeroblar. Uglevodlarni biyog'itib sut kislota hosil qiladi. Tuproqda, o'simliklarda, hayvonlarning oshqozon-ichagida, go'ng mahsulotlari va hokazolarda uchraydi.

Mazkur oilaga *Lactobacillus* avlodi kiradi. U bakteriyalarning 25 turini o'ziga birlashtirgan. Uning vakillari sut kislotali biyog'ish jarayonini qozg'atgani uchun sut kislota hosil qiluvchi bakteriyalarning ko'pchiligidan oziq-ovqat sanoatida sut-qatiq mahsulotlari, pishloq tayyorlashda, shuningdek, sabzavotlarni tozalashda, silos tayyorlashda va hokazolarda ko'p foydalaniladi. Bakteriyalarning bu guruhi "Sut kislotali biyog'ish" bo'limida batafsil ta'riflangan.

14- guruh — Tallobacteria guruhiga aktinomitsetlar va ularga qardosh bo'lgan organizmlar kiradi. Ularning barchasi bakteriyalarning uchta xilma-xil guruhini tashkil etadi.

I-korineform bakteriyalar. Ularga *Corynebacterium*, *Arthobacter*, *Cellutomonas* va *Kurthia* avlodlari mansub. *Corynebacterium* avlodiga grammusbat, harakatlanmaydigan, spora hosil qilmaydigan bakteriyalar kiradi. Shakli uchi yo'g'onlashgan tayoqchaga o'xshaydi. Muayyan sharoitda ular polimorfizm bo'ladi, ya'ni ular yirik tayoqchalar shaklida bo'lib, o'sgani sari kalta tayoqchalar, kokklarga aylanadi. Bular aerob va fakultativ anaerob bakteriyalardir. Xemoorganotroflar. Kislotalarga chidamli. Bu avlodga odam, hayvonlar va o'simliklarda kasallik qozg'atuvchi turlar kiradi.

Korineform bakteriyalar — *Arthrobacter* avlodiga grammusbat, spora hosil qilmaydigan, harakatlanmaydigan organizmlar kiradi. Ular kokksimon shakllar hosil qiladi, lekin mikrobakteriyalarga o'xshab shoxlanmaydi. Artrobakteriyalar juda yirik limonsimon hujayralar hosil qilishi aniqlangan. Qat'iy aerob. Xemoorganotrof. Tuproqda keng tarqalgan bo'lib, organik moddalar, asosan, gumus moddalarining parchalanishida ishtirok etadi. Saprofit bakteriyalar.

Sellulomonas avlodiga mansub bakteriyalar qiyshiq tayoqchalar, ba'zan to'g'nag'ichsimon shaklda, harakatchan bo'ladi. Spora hosil qilmaydi. Grammusbat. Xemoorganotrof. Aerob. Sellulozali parchalash xususiyatiga ega.

2- *Propionibacteriaceae* oilasi kiradi. Mazkur oila ikki avlodni: *Propionibacterium* va *Eubacterium* ni birlashtirgan.

Propionibacterium avlodiga mansub organizmlarning hujayralari shoxlaydigan yoki to'g'ri tayoqchalar, to'g'nag'ichsimon bo'ladi yoki ip hosil qiladi; ba'zan ular kokkimon, ikkiga ajralgan va hatto shoxlagan bo'ladi. Harakatlanmaydi. Spora hosil qilmaydi. Grammusbat. Anaerob (biroq ayrim vakillari kislorod mavjudligida o'sishi mumkin). Xemoorganotrof. Uglevodlarni, sut kislota va boshqa moddalarni bijg'itadi. Bijg'ish natijasida propion, sirka kislota va CO₂ hosil bo'ladi. Sut mahsulotlarida, odam terisida, odam va hayvonlarning oshqozon-ichak yo'lida keng tarqalgan. Ayrim turlari qattiq pishloq tayyorlashda ishlatiladi. Boshqa turlari odam va hayvonlarda kasallik qo'zg'atishi mumkin.

Eubacterium avlodiga spora hosil qilmaydigan, grammusbat, tayoqchasimon, noto'g'ri shakldagi bakteriyalar kiradi. Harakatchan yoki harakatlanmaydi. Xemoorganotrof. Uglrodni bijg'itish natijasida moy, sirka yoki chumoli kislotalar hosil bo'ladi. Obligat anaerob. Odam va hayvonlar tanasi bo'shliqlaridan, o'simlik va hayvonot mahsulotlaridan topilgan. Ayrim turlari kasallik qo'zg'atuvchi mikroorganizmlardir.

Bakteriyalarning uchinchi guruhi Actinomysetales (aktinomitsetlar) tartibidan iborat. Bu grammusbat bakteriyalar guruh bo'lib, rivojlanib mitselitga aylanadigan shoxlanuvchi gif hosil qilish xususiyatiga ega. Aktinomitsetlar gifi hujayrali, diametri 0,5—2 mkm ga teng. Agar ochiq va substratga o'sib kirgan mitseliy bo'ladi. Ochiq mitseliyda ochiq giflar (sporabandlar) hosil bo'lib, ulardan ko'payishga xizmat qiladigan konidiylar chiqadi. Mitsileyli bor aktinomitsetlarning ko'pchiligi sporadan ko'payadi. Aktinomitsetlar qattiq oziq muhitida har xil rangdagi zich koloniya hosil qiladi.

Gif hosil qilmaydigan va shoxlanuvchi yoki kuchsiz shoxlangan tayoqchadan iborat bo'lgan organizmlar ham aktinomitsetlarga kiradi.

Aktinomitsetlarning hammasi prokariotlarga xos bo'lgan hujayra tuzilishiga ega. Aktinomitsetlar aerob organizmlar, biroq anaerob va fakultativ anaerob shakllar ham uchraydi. Ular, asosan, tuproqda uchraydi va ko'pgina organik birikmalarning, shuningdek, yuqori molekular birikmalarning parchalanishida ishtirok etadi.

Aktinomitsetlar orasida faqat saprofit formalar emas, balki odamda va hayvonlarda kasallik qo'zg'atuvchi formalar ham bor. Aktinomitsetlarning ko'pchiligi antibiotik moddalar ajratadi, ulardan odam, hayvonlar va o'simliklar kasalliklariga qarshi kurashda foydalaniladi.

Actinomyecetales tartibiga *Actinomycetaceae*, *Mycobacteriaceae*, *Frankiaceae*, *Nocardiaceae*, *Streptomyetaceae*, *Micromonosporaceae* va boshqalar kiradi. Quyida aktinomitsetlarning eng muhim vakillari ta'riflanadi.

Actinomycetaceae oilasi grammusbat bakteriyalardan tashkil topgan bo'lib, shoxlagan gif hosil qiladi; bu giflar oson fragmentatsiyalanib, natijada shoxlanuvchi tayoqcha kokk, difteroid hujayralar hosil bo'ladi. Ochiq mitseliy va spora hosil qilmaydi. Harakatlanmaydi. Fakultativ anaerob va aerob. Xemoorganotrof. Ayrim vakillari turli kasalliklarni qo'zg'atuvchilardir. Mazkur oilaga *Actinomyces*, *Arachnia*, *Bifidobacterium* va boshqa avlodlar kiradi.

Mucobacteriaceae oilasining vakillari grammusbat, harakatlanmaydigan tayoqchalardir. Ular hujayralarning biroz egilganligi, shoxlanishi bilan farq qiladi (shoxlanish yosh hujayralarga xos). Mayda mitseliy hosil qiladi. Uning kalta ichaklari tezda alohida bo'lakchalarga bo'linib ketadi. Bo'linish yo'li bilan ko'payadi, spora hosil qilmaydi. Aerob. Xemoorganotrof. Mukobakteriyalar koloniyasi pastasimon yoki suyuq, shilimshiq bo'ladi. Ular tuproqda keng tarqalgan bo'lib, har xil organik moddalarni parchalaydi. Bir qator vakillari odamlarda va hayvonlarda kasallik qo'zg'atadi.

Frankiaceae oilasi shoxlovchi haqiqiy mitseliy hosil qiladigan turlardan tashkil topgan. Giflari ingichka (0,3—0,5 mkm), ayrim turlarida yo'g'onroq bo'ladi. Bu bakteriyalar dukkakdosh bo'lmagan ko'pchilik ikki pallali o'simliklar (kandag'och, lox, chakanda va boshqalarda) tugunak hosil qiladi. Tugunakning gif bilan to'la

hujayralarida sfera yoki to'g'nag'ich shaklidagi shishlar hosil bo'ladi. Sferik tanachalar vezikula deb ataladi. Bu bakteriyalar o'simliklar simbionti bo'lib, tuganakda molekular azot fiksatsiyalashi mumkin. Mikroaerofil. Tuproqda erkin yashovchi bosqichi bor. Oilaning bitta *Frankia* avlodi bo'lib, unga o'nta tur kiradi.

Nocardiaceae oilasi yaxshi rivojlangan substrat mitseliysi bo'lgan aerob aktinomitsetlardan tashkil topgan; mitseliysi dastlab tayoqchasimon, so'ngra kokksimon hujayralarga ajraladi. Ayrim nokardiyalargina nozik ochiq mitseliy hosil qiladi, unda sporalar zanjiri hosil bo'ladi. Grammusbat. Harakatlanmaydi. Qattiq oziq muhitida nokardiyalar xamirga o'xshagan bo'ladi. Murakkab organik birikmalarni, jumladan, gumus moddalarni parchalaydi.

Mazkur oilaga *Nocardia* avlodi kiradi, uning 31 ta turi mavjud.

Staptomycetaceal oilasi yaxshi rivojlangan, shoxlagan substrat mitseliysi hosil qiluvchi organizmlarni o'z ichiga oladi; mitseliysi fragmentlangan ipchalardan tashkil topgan. Ularda ochiq mitseliy hosil bo'ladi, uning sporali sporabandi bor. Streptomitsetlarning vakillari substratga o'sib kiradigan, ko'pincha pigmentlashgan (rangli) zich koloniya hosil qiladi. Grammusbat. Xemoorganotroflar. Aerob. Streptomitsetlar tuproqda keng tarqalgan organizmlar bo'lib, har xil organik moddalarning parchalanishida ishtirok etadi. Streptokokklar yuqori samara beradigan ko'pgina antibiotiklar produtsenti bo'lib, tibbiyotda, veterinariyada, ekinlarni zararkunanda va kasalliklardan himoya qilishda ishlatiladi. Oilaga to'rt avlod kiradi. Shulardan *Streptomyces* avlodining 450 dan ortiq turi bor.

Mieromonosporaceae oilasiga ochiq mitseliy hosil qiladigan (*Mieromonosporas* avlodidan tashqari) organizmlar kiradi. Ochiq yoki substratga kirgan mitseliysida yo bo'lmasa, har ikkala xil mitseliysida yakka-yakka sporalar, juft sporalar yoki kalta zanjirlar hosil bo'ladi. Aerob. Saprofit. Oilaning oltita avlodi bor. Mikromonospora avlodi vakillari bevosita substratdagi mitseliysida yakka-yakka spora hosil qiladigan organizmlardir. Ochiq mitseliy hosil qilmaydi. Mikromonosporalar tuproqda, parchalanayotgan balchiqda yoki boshqa substratlarda tarqalgan. Oqsil, selluloza, xitin,

gumus birikmalari kabi organik moddalarning harakatini ta'minlaydi. *Thermoactinomyces*, *Microbiaspora*, *Micropolyspora* kabi avlodlari ham bor.

15- guruh. *Tenericutes* guruh grammusbat prokariotlarni o'ziga birlashtirgan; ularning peptidglikon sintezlamaydigan rigid hujayra devori bo'lmaydi, yupqa plazma membranasi bor. Bular pleomorf organizmlar bo'lib, kurtaklanish, fragmentatsiya va binar bo'linish yo'li bilan ko'payadi. Bu bo'limga saprofit, parazitlar va odam hamda hayvonlarda kasallik qo'zg'atuvchilar bo'lgan mikoplazmalar kiradi.

Mikoplazmalar hujayra devorining bo'lmashligi bilan farq qiladigan prokariot organizmlardir. Ularning hujayralari uch qavat sitoplazmatik membrana bilan o'ralgan bo'lib, sfera yoki oval shaklda, ayrimlari shoxlangan mitseliyga o'xshash struktura hosil qiladigan ingichka ip shaklida bo'ladi. Mikoplazmalar eng mayda bakteriyalar (125—250 nm)dek bo'ladi. Ular viruslarga o'xshab, oddiy bakteriyalarni tutib qoladigan bakteriologik filtrlardan o'tib ketadi. Mikoplazmalar ipchalarida kokksimon mayda struktura (oddiy tanacha)lar hosil qilish yo'li bilan ko'payadi; ipchalar uzilgandan keyin bu tanachalar ozod bo'ladi. Shuningdek, binar, kurtaklanish yo'li bilan ham ko'payadi. Harakatlanmaydi. Grammusbat. Fakultativ anaerob. Xemoorganotrof.

Mikoplazmalar *Mollicutes** sinfiga birlashtirgan. Mazkur sinfga *Mycoplasmatales* tartibi kiradi. Tartibning uch oilasi: *Mycoplasmataceal*, *Acholeplesmataceal* va *Spiroplasmataceal* bor.

Mycoplasmataceale oilasiga *Mycoplasma* va *Vreaplasma* avlodlari kiradi; ularning vakillari — turlari tabiatda (tuproqda, oqar suvlarda va boshqa joylarda) keng tarqalgan. Ularning ko'pchiligi saprofit va parazitlar, shuningdek, odamda va hayvonlarda kasallik qo'zg'atuvchilardir.

Acholeplesmataceale va *Spiroplasmataceale* oilalariga *Acholeplasma* va *Spiroplasma* avlodlari kiradi. Ularning vakillari, odatda, saprofitlar, biroq sutemizuvchilar bilan qushlar parazitlari ham uchraydi.

* Lot. *mallus* — yumshoq, *cutes* — teri demakdir.

16- guruh — Mendosicutes guruh takomillashgan hujayra devori tarkibiga peptidglikan (murein) prokariotlar kiradi; hujayralari kokk tayoqcha va spiral, shuningdek, piramida, olti qirrali yulduz, kvadrat, mitseliylar ansambli va hokazo shaklida bo'ladi. Ayrim vakillari Gramm bo'yicha musbat, boshqalari manfiy bo'yaladi, endospora hosil qilmaydi, ko'pchiligi harakatchan.

Bakteriyalarning ko'pchiligi qat'iy anaerob, biroq ayrimlari aeroblarga kiradi. Ekstremal muhit sharoitida yashaydi.

Mazkur guruhga *Archcobacteria* sinfi kiradi. Bu sinfga ajoyib fiziologik, biokimyoviy xossalari va boshqa prokariotlardan keskin farq qiladigan ekologiyasi bilan ajralib turadigan bakteriyalar (arxeobakteriyalar deb ataladi) kiradi. Xususan, ular tarkibi va ribosoma 16 va 5- RNKsining birlamchi strukturasi, shuningdek, transport RNK bilan, membrana lipidlarining tarkibi va bir qavatli lipid membrana hosil bo'lishi bilan (boshqa barcha bakteriyalarda lipid membrana ikki qavat); hujayralar devorining tarkibi bilan (ular mureindan emas, balki boshqa biopolimerlar — kislotali polisaxaridlar, oqsillar va psevdomureindan tashkil topgan bo'ladi); ayrim turlari 100°C dan ham yuqori haroratda rivojlanish xususiyatiga ega ekanligi va boshqa belgi — xossalari bilan boshqa bakteriyalardan farq qiladi. Arxeobakteriyalar besh guruhga: metan hosil qiluvchi, oltingugurtni oksidlovchi aerob, oltingugurtni qaytaruvchi anaerob, galobakteriyalar va termoasidofil "mikoplazma" larga bo'linadi.

Metan hosil qiluvchi bakteriyalar guruhining bir qancha avlodi, jumladan, *Methanobacterium*, *Methanococcus*, *Methanosarina* avlodlari bor. Mazkur organizmlarning hujayralari tayoqchasimon yoki kokka o'xshash, harakatchan va harakatlanmaydigan, grammusbat yoki grammanfiy bo'ladi.

Spora hosil qilmaydi. Qat'iy anaerob. Obligat, fakultativ xemolitotrof va xemoorganotroflar. SO₂ ni metangacha qaytarish va N₂ dan foydalanish yoki sirka kislota bilan metil spirtni bijg'itib, metan va SO₂ hosil qilish yo'li bilan energiya hosil qiladi.

Tuproqda, balchiqda, hayvonlarning oshqozon-ichagida va boshqa joylarda keng tarqalgan.

Oltिंगugurtни оксидловчи aerob bakteriyalar guruhining avlodi bor. Bu bakteriyalar oddiy oltिंगugurtни оксидlaydi, ya'ni undan energiya manbayi sifatida foydalanadi. Fakultativ avtotrof. Aerob.

Termofil bo'lib, 70—75°C da rivojlanadi, asidofil, optimum pH-Z.

Oltिंगugurtни qaytaruvchi anaerob bakteriyalar guruhining *Thermoprotcus*, *Thermophillum*, *Desulfurococcus* va boshqa avlodlari bor. Bu guruhning vakillari oddiy oltिंगugurtни H_2SO_4 gacha qaytaradi.

Qat'iy anaerob. Obligat va fakultativ xemolitotrof va xemoorganotrof. Ekstremal termofil optimal rivojlanish harorati 85—105°C. Issiq suv manbalarida tarqalgan.

Galobakteriyalar guruhiga *Halococcus*, *Halobacterium* “kvadrat bakteriya” va boshqalar kiradi. Ular NaCl konsentratsiyasi yuqori (20—25%) bo'lgan muhitda rivojlana olishi bilan farq qiladi. Bular ekstremal galofitlar bo'lib, orasida aeroblar va fakultativ anaeroblar bor. Sho'r tuproqli yerlarda, suv havzalarida va boshqa substratda uglerod bilan azotning o'zgarishida ishtirok etadi.

Termoatsidofili “mikoplazma”lar guruhining Thermoplasma avlodi bor. Bular xemoorganotroflar bo'lib, yuqori haroratda (60°C) va pH past (1—2 ga yaqin) bo'lganda rivojlanadi. Aerob. Yaponiyada issiq suv manbalaridan topilgan.

V. 3. Tabiiy va oqar suvlarning boshqa organizmlari

Tabiiy va oqar suvlar bir qator oddiy hamda ancha yuqori uyushgan organizmlarning vaqtincha yoki doimiy yashash joyi bo'lib xizmat qiladi.

Ultramikroblar. Ultramikroblar guruhiga viruslar va bakteriofaglar kiradi.

Viruslar (lotincha Virus — zahar) boshqa mikroorganizmlardan hujayra tuzilishining yo'qligi bilan ajralib turadi. Ularda yadro ham, qobiq ham, sitoplazma ham yo'q. Viruslarning hajmi mikrometrning o'ndan va mingdan bir ulushi o'rtasida bo'ladi. Ko'pgina viruslarning tarkibiga oqsil va nuklein kislotalardan biri kiradi. Viruslar o'simliklar, hayvonlar va odamni shikastlaydi. Ular

faqat tirik hujayralar ichida urchiydi. Qurg'ochilik va past haroratga bardosh beradi, lekin ultrabinafsha nurlar ta'siriga beriluvchandır.

Bakteriyalarni qiradigan viruslar bakteriofaglar (aynan — bakteriyalarni yeyuvchilar) deyiladi. Ular dumaloq va ko'p qirrali boshga va oqsil naychasiga o'xshagan o'simtaga ega. Boshi oqsil g'ilofi bilan qoplangan bo'lib DNK yoki RNK ga ega bo'ladi. Bakteriofag hujayra devoriga yopishib, go'yo uni parmalaganday bo'ladi va fag DNK o'simta orqali hujayraga tushadi. Fag DNK bakteriyaning ayirboshlash jarayonlari mexanizmini shunday qayta quradiki, unda fag zarrachalari sintez qilina boshlaydi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin hujayradagi barcha narsalar yetuk fag zarrachalariga aylanadi, bakteriyaning qobig'i eriydi va faglar tashqariga chiqadi.

Kolovratkalar (*Rotatoria*) — mikroskopik ko'p hujayrali jonivorlardir. Kolovratkalarining ko'plarida bosh bo'limi, gavda va oyoqni aniq ajratish mumkin. Oyoqlari barmoqsimon yoki xanjarsimon o'simtalar bilan tugaydi, ular yordamida kolovratkalar substratga yopishib turishi mumkin. *Rototorianing* bosh bo'limi parmasimon apparat bilan ta'minlangan bo'lib, u xilma-xil joylashgan turli uzunlikdagi kiprikchalardan tashkil topgan. Kiprikchalar doimiy harakatda bo'ladi, buning natijasida jonivor harakatlanadi va og'iz teshigiga ovqat (bakteriyalar, eng sodda organizmlar, organik detrit) keladi. Ovqat og'iz orqali halqumga va keyin ovqat hazm qilish apparatiga tushadi. U oshqozon ichak va ajratuvchi a'zoldan iborat bo'ladi. Kolovratkalar gavdasi tuklar bilan qoplangan.

Kolovratkalar tabiiy suvlarda keng tarqalgan, ayrim turlari tuproqda yashaydi. Kanalizatsiyaning tozalash inshootlarida ko'pincha quyidagi turlari uchraydi: *Philodina*, *roscola*, *Callidina* *Vara*, *Cathypna lina* (12- rasmga qarang).

Qurtlar (*Vermes*). Tabiiy suv havzalarida yashaydigan va kanalizatsiyaning tozalash inshootlarida istiqomat qiladigan qurtlardan kamtukli qurtlar — oligoxetlar va dumaloq qurtlar — nematodlar katta ahamiyatga egadir. Juda keng tarqalgan oligoxetlar jumlasiga *Limnodrilus* va *Allosoma* kiradi, ularning uzunligi 0,2—10 mm ga boradi. Ancha yirik qurtlardan *Tubifex* (1—4 sm) va

Nais (0,5—2 sm) bo'lib, ular yashash joyini tanlab o'tirmaydi, iflos suvli suv havzalarida yaxshi rivojlanadi. Oligoxetlar loy ichiga kirib yashaydi. Ularning ovqati, asosan, organik detritdan iboratdir. Qurtlar loy zarrachalarini yutib, qisman ularni mineralashtiradi.

Dumaloq qurtlar ham loyxo'rdir, ular suv havzalarida yashab, tozalash inshootlarida va biofiltrlarda urchiydi. Qurtlar orasida o'z taraqqiyotining bir yoki bir necha bosqichlarida parazitlarcha kun kechiradigan shakllar ko'p. Bularga gelmintlar (gijjalar) kiradi, ular odam organizmida tekinox'rlik bilan kun kechiradi. Gelmintlarning tuxumlari, xususan, askaridalari, boshida tuki borlar, ostritsalarning tuxumlari, odamlarning fiziologik chiqindilari bilan tashqi muhitga tushib, u yerda invazion bosqichgacha (bunda ular zararlantirish darajasiga yetadi) rivojlanadi. Bunda ular uzoq vaqtgacha yashash qobiliyatini saqlab qoladi, bunga sabab ularning tuxum po'chog'ida yarim (ichki) o'tib boradigan lipoid qobig'ining mavjudligidir. Shuning uchun ochiq suv havzalaridagi suv va tuproq odamning tekinox'r qurtlar bilan zararlanishi manbayi bo'lishi mumkin.

Eng sodda qisqichbaqasimonlar. Chuchuk suv havzalarida yashaydiganlar orasida bu guruhga eshkak oyoqlilar va shoxsimon mo'ylovli qisqichbaqalar kiradi. Eshkak oyoqli qisqichbaqalardan eng ko'p tarqalgani sikloplar va diaptomuslar bo'lib, ular ko'krigidagi bir necha juft oyoqlar yordamida suzadi. Shoxsimon mo'ylovli qisqichbaqalar (dafniylar)ning harakat organlari bo'lib antennalar xizmat qiladi, ular suzuvchi tuklarga tayanadi.

Eng sodda qisqichbaqasimonlar suvni maxsus a'zolar orqali o'tkazib oziqlanadi. Filtrlangan chiqindi ushoq kabi siqilib, og'izga tushadi. Qisqichbaqalarni ovqat topish usuli bo'yicha faol filtratorlarga kiritiladi. Bakteriyalar, mikroskopik suvo'tlari, organik muallaq suzib yuruvchi moddalar ularga ozuqa bo'lib xizmat qiladi. Qisqichbaqalar esa baliqlarga ozuqa hisoblanadi.

Hasharotlarning qurtlari. Ko'pgina hasharot (chivin, mayda pashsha, ninachi va boshqa)larda rivojlanishning ayrim bosqichlari suv muhitida o'tadi. Buning natijasida hasharotlarning qurt (lichinka)lari va g'umbagi katta hamda kichik suv havzalarida

istiqomat qiluvchilarning ko'p qismini tashkil etadi. Ma'lum davrlarda ular tozalash inshootlarida, xususan, biofiltrlarda rivojlanadi.

Hasharotlarning qurtlari suv havzalarining loyli tubida, suv muhitida istiqomat qilib, daryolarning qirg'oqlariga yo'l ochadi. U ko'p miqdorda rivojlanib, baliqlarga ozuqa bo'ladi va organik moddalarni minerallashtirishda muhim rol o'ynaydi.

Lichinkalarning bir xil turlari suv tagida detritlarni to'plab, boshqalari maxsus a'zolar orqali suvni filtrlaydi, yoki bu maqsadda yengil to'r-uychalar yasaydi, uchinchilari oziq-ovqat zarralarini o'simliklar yuzasi va ularning qoldiqlaridan sidirib oladi.

Chuchuk suvlarning tagida eng ko'p tarqalgan organizmlar jumlasiga *Chironamiola* qurtlari kiradi. Ular ko'lmak, botqoq joylarda, katta daryolar va ko'llarda istiqomat qiladi. Ularning ko'plari detrit bilan oziqlanadi, lekin tubifitsidlarga, eng oddiy qisqichbaqalarga va ancha mayda qurtlarga hujum qiladigan yovuz turlari ham mavjud.

Chironamiola qurtlari, *Psuchoda* mayda pashshalari lichinkalari va g'umbaklari hamda *Podira* hasharotlari ko'proq miqdorda biofiltrlarda rivojlanadi.

Savol va topshiriqlar:

1. *Morfologiya fani nimani o'rgatadi?*
2. *Oliy prototlarning guruhiga nima kiradi?*
3. *Mitoxondriyalar qanday shaklda uchraydi?*
4. *RMK ni ta'riflab bering.*
5. *Protoplastik nimadan hosil bo'ladi?*
6. *Membranada nimalar joylashgan?*
7. *Infuzoriya turkumiga qanday mikroorganizmlar kiradi?*
8. *Fermentlar deb nimaga aytiladi?*
9. *Eng oddiy protistlar hujayralari qanday tuzilishga ega?*

VI bob. MIKROORGANIZMLAR FIZIOLOGIYASI

Fiziologiya tirik organizmlarda kechadigan jarayonlar haqidagi va ularning atrof-muhit sharoitlari bilan o'zaro bog'lanishi to'g'ri-sidagi fandir.

Mikroorganizmlar qanchalik xilma-xil bo'lmasin, ularning hujayralari (yuqori hayvonlar va o'simliklarning hujayralari kabi) ayni bir xil kimyoviy birikmalardan tashkil topadi. Ulardan eng muhimlari suv, oqsillar, yog'lar va uglevodlardir.

Suv va sanab o'tilgan organik moddalar turkumlarining hujayrada bajaradigan vazifalari barcha organizmlar uchun o'xshash hisoblanadi. Suv sitoplazma kolloidlari uchun dispersion muhit hamda bir qator organik va noorganik birikmalar uchun erituvchi rolini bajaradi. Suv xilma-xil biokimyoviy jarayonlar uchun faqat muhit bo'lib xizmat qilib qolmay, u gidroliz, oksidlanish va shu kabi reaksiyalarda ham ishtirok etadi. U ozuqa moddalarining hujayra ichiga kirishini va hayotiy faoliyat mahsulotlarining hujayradan chiqishini ta'minlaydi. Hujayradagi suvning bir qismi sitoplazma kolloidlari bilan bog'langan ribosomalar, mitoxondriyalar va boshqa organellalar tarkibiga kiradi.

Oqsillar hujayra ichidagi barcha tuzilmalarning asosiy tarkibiy qismi va hujayralar hayotining asosi hisoblanadi. Nuklein kislotalarning universal vazifasi — irsiy belgilarni saqlash va uzatishdir. Yog'lar va uglevodlar bog'langan holatda hujayraning tarkibiy qismlari ichiga kiradi. Erkin holatda zaxira moddalar rolini bajaradi va energiya manbayi hisoblanadi.

Eng oddiy bakteriya hujayrasida 40 mln. ga yaqin turli xil organik molekulalar, katta miqdordagi suv molekulalari, mineral tuzlar bor. Hujayrada ayni vaqtda g'oyat tezlik bilan qat'iy izchillikda o'tadigan ko'pgina reaksiyalar ro'y beradi. Hujayradagi barcha kimyoviy reaksiyalarning mosligi va tezligi unda alohida birikmalar — fermentlar deb ataluvchi katalizatorlarning mavjudligi bilan izohlanadi.

VI. 1. Fermentlar

Fermentlarning tuzilishi va xossalari

Ferment (yoki enzima)lar murakkab oqsil birikmalari bo'lib, ular biokimyoviy reaksiyalarda katalizatorlar rolini bajaradi. Fermentlarni hujayraning o'zi sintez qiladi. Barcha fermentlar o'zining kimyoviy tabiatiga ko'ra oqsil birikmalarga kiradi va molekulalar og'irlikka ega bo'lib, yuz ming va millionlargacha yetadi.

Molekula tuzilishiga ko'ra fermentlar bir va ikki tarkibli fermentlarga bo'linadi. Bir tarkibli fermentlar oddiy oqsillar — proteinlardir. Ferment — proteinlar molekulasining ayrim qismlarida aminokislotalar qoldiqlarining fazoviy joylashuvi natijasida katalitik kechadigan „faol markazlar“ degan markazlar tashkil topadi. Faol markazlar faqat shunday substrat bilan reaksiyaga kirishadiki, ularning fazoviy shakli markaz tuzilishi bilan mos keladi.

Fermentlarning ko'pchiligi murakkab oqsillar — proteinlardir. Ularning molekulasi ikki qismdan tashkil topadi: 1) oqsil qismi tashuvchi yoki apoferment deyiladi; 2) oqsil bo'lmagan qismi katalitik faollikka ega bo'lib, koferment yoki prostetik guruh deb ataladi. Apofermentdan ajralgan bu guruhning faolligi unchalik yuqori emas. Oqsil tashuvchi kofermentning faolligini oshiradi va uning harakatini o'ziga xosligini belgilab beradi. Ko'pincha kofermentlar rolini vitaminlar yoki vitaminlarga ega bo'lgan birikmalar bajaradi.

Noorganik katalizatorlar singari fermentlar ixtiyoriy ravishda, lekin juda kichik tezlikda kechadigan reaksiyalarnigina tezlashtiradi. Ayni vaqtda, ferment katalizi noferment katalizidan ancha farq qiladi. Fermentlarning noorganik katalizatorlarga nisbatan asosiy o'ziga xos xususiyatlaridan biri ularning „yumshoq“ sharoitda, ya'ni ancha past haroratda, normal bosimda va neytral muhitga yaqin muhit ta'sirida harakatlanishiga qodirligidir. Bunda fermentlarning katalitik faolligi haddan tashqari yuqori bo'ladi. Masalan, temir ionlari vodorod peroksidning bo'linish reaksiyasini katalitik jihatdan tezlashtiradi, ushbu temirning atomlari esa kataliz fermenti tarkibida o'sha reaksiyaning o'zini 10 mlrd marta tezroq

o'tkazadi. Fermentlarning ikkinchi xususiyati ular harakatining qat'iy o'ziga xosligida bo'lib, fermentlarning faqat muayyan kimyoviy birikma bilan, birikmalar turkumi bilangina reaksiyaga kirishuvi yoki muayyan kimyoviy aloqaga ta'sir o'tkazishga qodirligida namoyon bo'ladi.

Hujayradagi moddalarning aylanish jarayoni izchil biokimyoviy reaksiyalar turkumidan iborat bo'lib, ulardan har birini tegishli bir ferment kataliz qiladi. Bunda bitta reaksiya mahsuli navbatdagi reaksiyaga substrat bo'lib xizmat qiladi. Fermentlar harakatdagi bunday kooperativlik va qat'iy izchillik boshqa xil tabiatga ega bo'lgan katalizatorlardan eng muhim farqi hisoblanadi.

Fermentlar harakat qilish joyiga qarab hujayra ichidagi fermentlarga (endofermentlarga) va hujayralar tomonidan tashqi muhitga ajratib chiqariladigan fermentlarga (ekzofermentlarga) bo'linadi. Bu fermentlarga, asosan, gidrolitik fermentlar kiradi, ular murakkab substratlarning hujayralarga kirishga qodir bo'lgan ancha oddiy moddalargacha bo'linishini tezlashtiradi.

Mikroblar har bir turining hujayralari fermentlarning mutlaqo aniq to'plamiga egadir, bu to'plam faqat shu tur uchungina xos bo'ladi. Ayrim hollarda hujayrada qandaydir omillarning ta'sirida, masalan, ovqat tarkibining o'zgarishi ta'sirida odatdagi sharoitda mazkur hujayraga xos bo'lmagan fermentlar sintez qilinadi. Bunday fermentlarning paydo bo'lishi organizmning o'zgargan sharoitga moslashuvi (ko'nikishi) bilan bog'liqdir, shu sababli ham bu fermentlar *moslashuvchi fermentlar* deb ataladi.

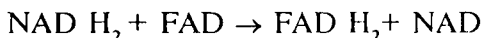
Fermentlarni tasniflash

Dastlabki fermentlar kashf etilgan davrda ularga tasodifiy belgilarga qarab nomlar berilgan. Masalan, oshqozon shirasida topilgan pepsin o'z nomini yunoncha *pepsis* — ovqat hazm bo'lishi so'zlaridan olgan. Keyinchalik Dyuklo oqilona ro'yxat joriy etishni taklif qildi, bunda fermentlarga substrat nomiga qarab nom berilgan, „aza“ qo'shimchasi qo'shilgan. Masalan, saxarozani parchalovchi ferment *saxaroza* deb ataladi. Bu ro'yxat eng ko'p tarqalgandir.

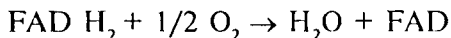
1961- yilda V Xalqaro biokimyoviy kongress qat'iy ilmiy prinsiplarga asoslangan yangi ro'yxatni qabul qildi. Ana shu ro'yxatga muvofiq barcha fermentlar kataliz qilinadigan reaksiya tipiga qarab olti turkumga bo'linadi.

1. **Oksidoreduktazalar** — oksidlovchi-tiklovchi reaksiyalarni tezlashtiradi, bunda elektronlar va vodorod atomlari ($e^- + H^+$) oksidlanadigan substratdan (vodorod donoridan) akseptorga o'tadi, u bunda qayta tiklanadi. Organik birikmalarning biokimyoviy oksidlanishi ularni degidratsiyalash yo'li bilan ro'y beradi. Bu jarayon degidrogenaz nomi bilan ataluvchi oksidoreduktazalarni tezlashtiradi. Birlamchi degidrogenazalar koferment sifatida ko'pincha nikotinamid — adenindinukleoid (NAD) ga ega bo'ladi. Turli oqsil tashuvchilar bilan uyg'unlikda NAD muayyan moddalarga ta'sir qiladigan ko'pgina fermentlar hosil qiladi. Umumiy ko'rinishda degidratsiya reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin. (Organik modda — donor 2 N) + NAD $\rightarrow$ (oksidlangan organik modda) + NAD H₂.

Birlamchi degidrogenazalar anaeroblar deyiladi, chunki ular vodorodni bevosita kislorodga uzata olmaydi. Ularning regeneratsiyasi vodorod atomini boshqa organik birikma molekulasiga yoki ikkilamchi degidrogenazaga uzatish natijasida ro'y beradi. Ikkilamchi degidrogenazaning kofermenti flavinadenindinukleotid (FAD)dir:



Ikkilamchi degidrogenazalar vodorodni bevosita kislorodga uzatishi mumkin, shuning uchun aerob degidrogenazalar deyiladi:

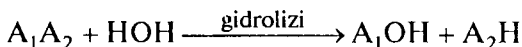


Biroq ko'p hollarda FAD regeneratsiyasi sitoxrom sistemasining fermentlari bilan ta'sirga kirishish natijasida ro'y beradi, bu sistema bir necha fermentlar — sitoxromlardan tashkil topgan bo'lib, ularning prostatik guruhi tarkibiga temir atomlari kiradi. Sitoxrom sistemada FAD H₂ bilan vodorod atomlarini qabul qilmaydi, lekin vodorod atomlaridan olingan elektronlarni qabul qilishga qodirdir. Elektron temir organlari valentligining o'zgarishi hisobiga sitoxromlar zanjiri bo'yicha uzatiladi. Sitoxrom sistemadagi oxirgi ferment sitoxromoksidaza nomi bilan ataladi.

Faqat u elektronni uning pirovard akseptori kislorodga uzatishga qodirdir. Ayni vaqtda eritma orqali kislorodga proton uzatiladi (13- rasm).

Oksidoreduktazalar energiyaning ajrab chiqishi bilan bog'liq bo'lgan biokimyoviy jarayonlarni tezlashtiradi.

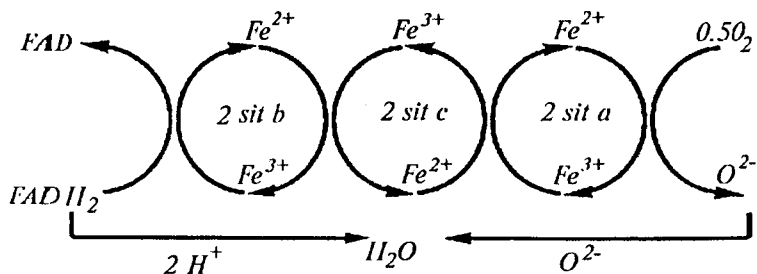
2. **Gidrolazalar** murakkab organik birikmalarning gidrolitik parchalanish reaksiyasini tezlashtiradi. Umumiy ko'rinishda $A_1 A_2$ moddasining gidrolizi reaksiyasi quyidagi tarzda yoziladi:



Gidroliz qilinadigan substratning kimyoviy tabiatiga qarab gidrolizlar bir necha guruhlariga bo'linadi: esterezalar murakkab efilarning gidrolitik parchalanishini tezlashtiradi (bu guruhga yog'larni gidrolizlashda qatnashuvchi lipazalar kiradi); glukozidazalar murakkab uglevodlarni gidrolizlashni tezlashtiradi; peptidazalar oqsil molekulalaridagi peptid aloqalarni gidrolizlashni tezlashtiradi.

3. **Transferazalar** molekula qoldiqlarini va atom guruhlarini ko'chirish reaksiyasini tezlashtiradi. Bu turkum fermentlar ko'chiriladigan guruh tabiatiga qarab bo'linadi.

4. **Liaazalar** shunday fermentlarki, ular atom guruhlarining ajralib chiqishini tezlashtiradi, bunda qo'shaloq bog'lanishlar hosil bo'ladi yoki bu bog'lanish joyi bo'yicha qo'shilish yuz beradi. Bu turkumdagi fermentlarning eng muhim guruhlaridan biri dekarboksilaza bo'lib, ular ishtirokida dekarboksilaza reaksiyasi — SO_2 ning ajralib chiqishi sodir bo'ladi.



13- rasm.

Sitoxrom tizmi bo'yicha elektronlarni (oksidlanishi) uzatish sxemasi

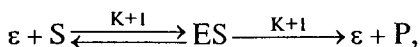
5. **Izomerazalar** molekulalar ichidagi aylanishni, masa-lan, bitta izomerning boshqasiga aylanishi reaksiyasini tezlashtiradi.

6. **Ligazalar** murakkab organik birikmalar sintezi reaksiyasini tezlashtiradi, shuning uchun ularni ba'zan sintetazalar deyiladi. Bu turkumdagi fermentlar tomonidan tezlashtiriladigan reaksiyalar ATFning ajralish reaksiyalari bilan birgalikda kechadi. ATF molekulasining energiyasidan boshlang'ich reaksiyaga kirishuvchi moddalarni faollashtirish uchun foydalaniladi. Mazkur fermentlar oqsillarni, nuklein va yog'li kislotalarni hamda boshqa birikmalarni biosintez qilishda muhim rol o'ynaydi.

Fermentlar reaksiyasining kinetikasi

Fermentlar kinetikasi deganda reaksiya tezligining ferment va substrat konsentratsiyasiga hamda uning o'tish sharoitiga, chunonchi harorat, muhit reaksiyasi va hokazolarga bog'liqligi tushuniladi.

Soddaroq shaklda substrat S ning mahsulot P ga aylanish reaksiyasi ferment ϵ ishtirokida quyidagicha yoziladi:



bunda: ϵS — ferment-substrat kompleksi — reaksiyaning oldingi bosqichida hosil bo'ladigan oraliq birikma; $K+1$ $K-1$ — ϵS — kompleksining hosil bo'lishi tezligi va uning dissotsiatsiyasi teskari reaksiyasining konstantalari; $K+2$ — ϵS — kompleksi parchalanishi tezligining konstantasidir.

Fermentlar reaksiyasi tezligining substrat konsentratsiyasiga bog'liqligining matematik ifodasi birinchi marta Mixaelis va Menten tomonidan taklif qilingan edi. Bunday reaksiya uchun Mixaelis-Menten tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$V = \frac{K+2[\epsilon][S]}{K_m + [S]},$$

bunda: $K_m = (K-1 + K+2)K+2$ — Mixaelis konstantasi.

Reaksiya mahsulining hosil bo'lish tezligi ϵS kompleksi konsentratsiyasi bilan belgilanadi, shuning uchun butun fer-

ment ferment-substrat kompleksida bog'liq bo'lgan taqdirdagina tezlik eng ko'p miqdorda erishadi:

$$V_{\max} = K_{+2} [\epsilon S] = K_{+2} [\epsilon]$$

Bu holda tenglama (24) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

Agar $V = V_{\max/2}$ bo'lsa, u holda $K_m = [S]$ bo'ladi. Shunday qilib, K_m konstanta miqdor jihatidan substratning shunday konsentratsiyasiga tengki, bunda tezlik eng ko'p tezlikning yarmini tashkil etadi.

Yuqoridagi tenglamani tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, $[S] > [\epsilon]$ bo'lgan taqdirda ferment reaksiyasining tezligi ferment konsentratsiyasining o'zgarishi bilan muntazam ravishda o'zgaradi. Substrat konsentratsiyasi keng suratda o'zgargan taqdirda ferment reaksiyasining tezligi dastlab substrat konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi (uning past konsentratsiyalarida), keyin doimiy maksimal miqdorga yetadi.

Hujayradagi biokimyoviy reaksiyalar tezligi fermentlar faolligining funksiyasi bo'lib, u o'z navbatida harorat pH ga, muhitda ayrim kimyoviy birikmalarning ishtirokiga bog'liq bo'ladi. Fermentlarning faolligini oshiradigan moddalar aktivatorlar (faollashtiruvchilar) deyiladi. Ularga ayrim metallarning (Mn, Mg, Zn) ionlari va xlor ionlari kiradi. Og'ir metallarning tuzlari, sinil kislotasi, uglerod oksidi fermentlarning faolligini keskin pasaytiradi va ingibitorlar hisoblanadi, ular fermentni o'rab olib, uning substrat bilan reaksiyaga kirishuviga xalaqit beradi.

Fermentlarning faolligiga ta'sir qiluvchi tashqi muhitning eng muhim omillaridan biri harorat hisoblanadi. Haroratning o'rtishi bilan ferment jarayonlarining tezligi (ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar kabi) ortadi, lekin ulardan farq qilib, birmuncha qo'lliq doirada yuz beradi. Muayyan haroratga erishilgandan keyin fermentlar reaksiyasining tezligi kamayishi kuzatiladi. Tezlikning kamayishiga yuqori haroratlarda fermentdagi oqsil qismning buzilishi va natijada tezashtiruvchi faollikning yo'qolishi sabab bo'ladi.

Fermentlarning faolligi vodorod ionlari konsentratsiyasiga ham bog'liqdir. Fermentlarning ko'pchiligi neytralga yaqin muhitda maksimal faollikka ega bo'ladi. pH ning optimal miqdorlardan chetga chiqishi fermentlar faolligining keskin pasayishiga olib keladi.

Fermentlar kinetikasining asosiy qoidalari oqar suvlarni biologik tozalash jarayoniga ham taalluqlidir, lekin bu ancha murakkab jarayon bo'lib, unda fermentlar kompleksi hamda oqar suvdagi xilma-xil organik moddalar ishtirok etadi.

VI. 2. Mikroorganizmlar hujayralarida gi almashinuv jarayonlari

Moddalar va energiya almashinuvi haqida umumiy tushunchalar

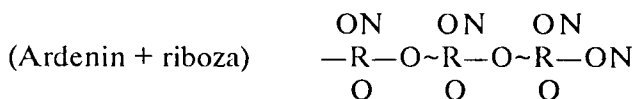
Har qanday organizm tashqi muhitdan ozuqa moddalari kelib turguncha va uning faoliyati mahsuli ana shu muhitga ajralib chiqib turguncha yashashi mumkin. Hujayra ichida kimyoviy almashinuylarning g'oyat murakkab kompleksi uzluksiz davom etib turadi, buning natijasida ozuqa moddalaridan hujayra tanasining komponentlari hosil bo'ladi. Tirik organizmdagi doimiy yangilanish bilan birga boradigan materiyaning almashinish jarayonlari yig'indisi **moddalarning almashinuvi** deyiladi.

Umumiy almashinishning ozuqa moddalarni yutish, o'zlashtirish va ular hisobiga hujayraning tarkibiy qismlarini yaratishdan iborat bo'lgan qismi **assimilatsiya** deyiladi. Bu konstruktiv (amaliy) almashinishdir. Umumiy almashinishning ikkinchi qismini **dissimilatsiya** jarayonlari, ya'ni organik moddalarning ajralish va oksidlanish jarayonlari tashkil etadi, buning natijasida hujayra energiya oladi. Bu energiya almashinishidir. Amaliy va energiya almashinuvi yaxlit bir butunni tashkil etadi.

Amaliy almashinish jarayonida hujayra ancha cheklangan past molekulyar birikmalardan o'z jinsiga oid biopolimerlarni sintezlaydi. Biosintetik reaksiyalar xilma-xil fermentlar ishtirokida kechadi va energiya sarflanishini talab qiladi.

Tirik organizmlar faqat kimyoviy bog'langan energiyadan foydalanadi. Har bir modda muayyan miqdordagi potensial energiyaga ega bo'ladi. Uning asosiy moddiy tashuvchilari kimyoviy aloqalar bo'lib, ularning bo'linishi yoki o'zgarishi energiyaning ozod bo'lishiga olib keladi. Bir xil aloqalarning energiya darajasi 8—10 kJ miqdorga ega bo'ladi — bu aloqalarni normal aloqalar deyiladi. Boshqa aloqalarda ancha katta energiya jamlangan bo'lib (25—40 kJ), bu makroergik aloqalardir. Bunday aloqalarga ega bo'lgan deyarli barcha mashhur birikmalar o'z tarkibida fosfor yoki oltingugurt atomlariga egadir, ularning molekuladagi o'rniga qarab, bu aloqalar tarqalgan. Hujayraning faoliyatida muhim rol o'ynaydigan birikmalardan biri adenozin trifosfat kislota (ATF)dir.

ATF molekulasida tarkibiga ardenin, riboza va fosfat kislotaning uchta qoldig'i kiradi:



ATF molekulasidagi makroergik aloqalar (ular to'liqinsimon chiziqli bilan belgilangan) mustahkam emas. Chetki fosfor aloqasi uzilganda adenozin difosfat kislota (ADF) hosil bo'ladi va 40 kJ ga yaqin energiya ajralib chiqadi, bu energiyadan hujayra barcha hayotiy jarayonlar uchun foydalanadi, xususan, biosintez reaksiyalarida foydalanadi. Hujayradagi ATF zaxirasi ADF molekulasiga fosfor kislota qoldig'ining qo'shilish reaksiyasi hisobiga to'xtovsiz tiklanib turadi:



ATF hosil bo'lish jarayoni eukariotlar va mitoxondriyalarda kechadi, prokariotlarda sitoplazma membranasida to'plangan ferment sistemalarida kechadi.

ATF sintezi o'ziga xos fermentlarning ishtiroki bilan yuz beradi va energiyaning sarflanishi bilan birga boradi, bu energiyani olish usullari mikroorganizmlarda juda xilma-xil bo'lib, ikki xildan iborat bo'lishi mumkin: 1) yorug'lik energiyasidan foydalanish;

2) kimyoviy reaksiyalar energiyasidan foydalanish. Bunda energiyaning har ikkala turi ATF kimyoviy aloqalari energiyasiga aylanadi. Hujayra ATF molekulasini to'plashi va ularning energiyasini turli maqsadlar uchun sarflashi mumkin. Shunday qilib, ATF hujayrada transformator, akkumulator va energiya yetkazib beruvchi rolini bajaradi.

Tirik organizmda energiyaning moddalar o'rtasida qayta taqsimlanishi uzluksiz ravishda sodir bo'lib turadi. Natijada ozuqa moddalar energiyasi shunday energiyaga aylanadiki, organizm uni rivojlanish va ko'payish jarayonida iste'mol qiladi. U harakat energiyasiga ham aylanadi, shuningdek, qisman issiqlik tarzida tarqaladi.

Mikroorganizmlarning oziqlanish tiplari

Tirik organizmlar bir-birlaridan o'zlarining oziqlanishga bo'lgan ehtiyojlari bilan farq qiladi. Biroq ozuqalarning oddiy tarkibi mikroblar uchun ham, oliy hayvonlar va o'simliklar organizmlari uchun ham o'xshashdir. Asosiy organogen uglerod, azot, kislorod va vodoroddur. Bulardan tashqari, organizmlarning normal rivojlanishi uchun bir qator elementlar: P, S, K, Fe, Ca, Mg zarurdir. Ularga bo'lgan talab unchalik katta bo'lmasa ham, lekin ularning ozuqa muhitida mavjud bo'lishi shartdir. Mikroorganizmlarning ko'plari bu elementlarni K_2HPO_4 , $MgSO_4$, $FeCl_3$ va hokazo mineral birikmalardan oladi. Bundan tashqari, mikroblarning normal hayot kechirishi uchun Zn, Co, Ni va boshqa mikroelementlar ham zarurdir. Ularning bir qismi mikroblarning tabiiy oziqlanish tarkibiga kiradi, bir qismini ular mineral tuzlardan o'zlashtirib oladi.

Mikroorganizmlar kislorod va vodorodga bo'lgan ehtiyojlarini suv hamda havo hisobiga qondiradi, bundan tashqari bu elementlar barcha organik ozuqa moddalari tarkibiga kiradi. Uglerod bilan azotga nisbatan esa turli mikroblarning talablari nihoyatda turli-tuman va o'ziga xosdir.

Mikroorganizmlar uglerodning manbalaridan foydalanishga qarab ikki guruhga bo'linadi: avtotroflar va geterotroflar.

1. **Avtotroflar** (yunoncha *autos* — o‘zi, *trophe* — ovqat) uglerodning birdan-bir manbayi sifatida uglekislota yoki karbonatlardan foydalanishga va bu oddiy noorganik birikmalardan o‘z jinsiga doir murakkab biopolimerlar ajratib chiqarishga qodirdir. Avtotroflar orasida ko‘pchiligi suv o‘simliklari va sianobakteriyadan iborat. Bakteriyalarning ayrim turlari va bo‘yalgan xipchinlar ham avtotroflarga xos hayot kechirishga qodirdir.

2. **Geterotroflar** (yunoncha *heteros* — boshqa) uglerodning organik birikmalariga muhtoj bo‘ladi. O‘z navbatida, geterotrof mikroorganizmlar saprofitlariga (*sapro* — chirigan, *fit* — o‘simlik) va parazitlarga bo‘linadi.

Saprofitlar o‘lik organlar bilan oziqlanadi. Ular uglerod manbayi sifatida foydalaniladigan organik birikmalar soni haddan tashqari ko‘p — bular uglevodlar, spirtlar, organik kislotalar, aminokislotalar va hokazolardir. Amalda har qanday tabiiy birikmadan mikroorganizmlarning u yoki bu turi ozuqa va energiya manbayi sifatida foydalanishi mumkin. Ayrim saprofitlar turli-tuman moddalarni o‘zlashtirishga qodir bo‘lsa, boshqalari faqat muayyan turdagi birikmalarning uglerodidan foydalanadi. Masalan, kletchatka sellulozali bakteriyalar uchun uglerodning birdan-bir manbayi sifatida xizmat qiladi, uglevodorodlar esa neft konlaridagi bakteriyalar uchun uglerod manbayi bo‘lib xizmat qiladi.

Parazitlar tirik organizmlarda rivojlanadi va egasining tanasi tarkibiga kiruvchi organik moddalar bilan oziqlanadi. Parazitlar organizmdagi biokimyoviy jarayonlar muvozanatini buzadi, ya‘ni uning kasallanishiga olib keladi. Parazitlik bilan hayot kechiruvchi mikroblar kasallik tug‘diruvchi yoki **patogen mikroblar** deyiladi. Patogen mikroorganizmlardan ayrimlari sharoitga qarab parazitlar kabi yoki saprofitlar singari hayot kechiradi. Ularni shartli yoki fakultativ parazitlar deyishadi. Bunday parazitlar orasida ko‘plari ichak kasalliklarini qo‘zg‘atuvchilar hisoblanadi. Boshqalari, masalan, viruslar faqat tirik hujayralarda kun kechiradi, bular qat‘iy yoki obligat parazitlardir.

Mikroorganizmlarning ayrim turlari avtotrof tipida oziqlanishdan geterotrof tipida oziqlanishga o‘tishi yoki aksincha bo‘lishi mumkin. Masalan, yashil evglena yorug‘likda o‘simlik sifatida

oziqlansa, ya'ni avtotrof hayot tarzi bilan kun kechirsa, qorong'ilikda organik moddalarni jadal yuta boshlaydi, ya'ni geterotrof organizm singari hayot kechiradi.

Azot — oqsillar tarkibiga kiradigan element. Mikroorganizmlarni azot bilan oziqlanish manbalariga nisbatan ham avtoaminotroflarga va geteroaminotroflarga ajratish mumkin.

Avtoaminotroflar noorganik azotni (ammoniyli, nitratli, molekulali) yoki organik azotning eng oddiy shakllarini (mochevina) ishlatishi va bu birikmalardan o'z tanasining xilma-xil oqsillarini hosil qilishi mumkin. Bunda azotning barcha shakllari dastlab ammoniyli shaklga o'tadi. Azotning bu eng qayta tiklanuvchi shakli o'zgaradi va osonlik bilan aminoguruhga aylanadi.

Getereaminotroflar azotning organik shakllari — oqsillar va aminokislotalarga muhtoj bo'ladi. Ulardan ayrimlariga aminokislotalarning to'liq to'plami talab qilinsa, boshqalari bitta-ikkita aminokislotalardan ularni o'zgartirish yo'li bilan zarur oqsil birikmalari hosil qilishga qodirdir.

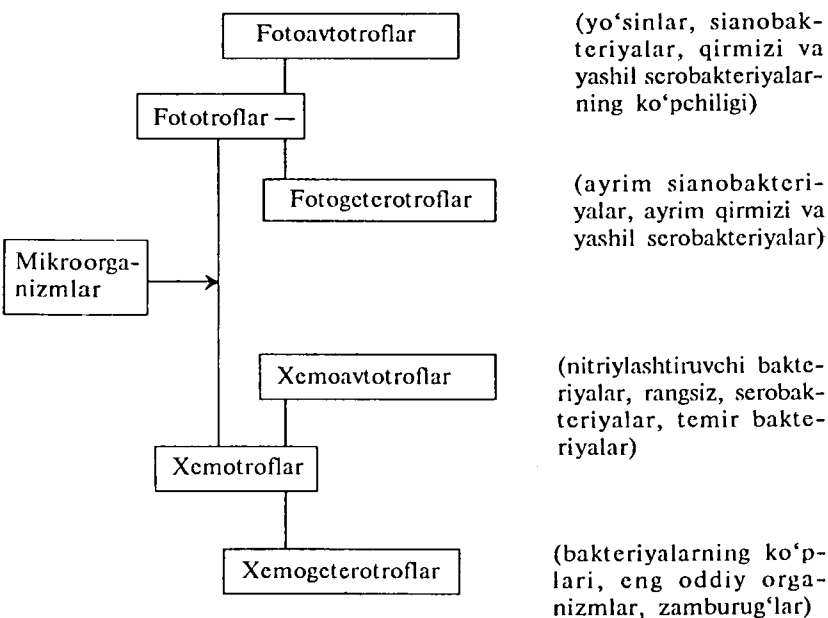
Uglerodga nisbatan geterotrof bo'lgan ko'pgina mikroorganizmlar avtoaminotrof organizmlar hisoblanadi. Bularga oqar suvlarni tozalashda ishtirok etadigan bakteriyalar ham kiradi.

Mikroorganizmlardagi energetika jarayonlari

Quyosh nuri energiyasidan foydalanishga qodir bo'lgan mikroorganizmlar *fototroflar* deyiladi. Kimyoviy reaksiyalar energiyasini iste'mol qiluvchi mikroorganizmlar *xemotroflar* deyiladi. Fototroflarga yo'sinlar, bo'yalgan shakldagi xipchinlar, sianobakteriyalar, yashil va qirmizi serobakteriyalar kiradi. Ikkinchi guruhni eng oddiy mikroorganizmlar, zamburug'lar va bakteriyalarning aksariyat ko'pchiligi tashkil etadi. Bu guruhga kiruvchi bakteriyalarning ozgina qismigina noorganik birikmalarning oksidlanish energiyasidan foydalanadi. Qolgan mikroorganizmlar organik moddalarni oksidlaydi.

Mikroorganizmlarning oziqlanishi tipiga qarab bo'linishi (avto va geterotroflar) va energiya olish usuliga qarab bo'linishi (foto va xemotroflar)ni e'tiborga olib, amaliy va energiya

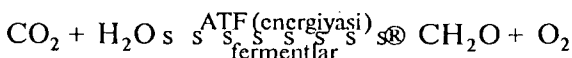
almashinishi variantlarining mumkin bo'lgan uyg'unlashuvini quyidagi sxema bilan tasavvur qilish mumkin:



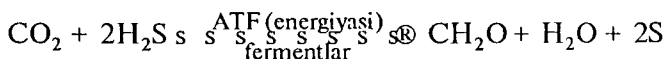
Ko'rsatib o'tilgan kichik guruhlardan har birining mikroorganizmlari o'z navbatida donorlari va elektrofonlarning pirovard akseptorlari (vodorod) tabiatiga ko'ra farq qiladi. Mikroorganizmlar eng kichik guruhlarining almashinish mohiyatini qarab chiqamiz.

Fotoavtotroflar. Fotoavtotroflarda ATFning hosil bo'lish jarayoni quyosh nuri energiyasidan foydalanish bilan bog'liq bo'lib, *fotosintetik fosforlash* deb ataladi.

Yo'sinlar va sianobakteriyalar yashil o'simliklarga o'xshab, hujayrali moddani sintez qiladi, CO_2 ni assimilatsiya qilib, vodorod donori sifatida suvdan foydalanadi. Bu jarayonning borishida kislorod ajralib chiqadi:



Yashil va qirmizi serobakteriyalar hayot faoliyati jarayonida vodorod donori sifatida suvdan emas, balki serovodorod sulfiddan foydalanadi:



Fotosintezning bunday turi fotoreduksiya nomini olgan. Bakterial fotoreduksiyaning yashil o'simliklar fotosintezidan asosiy farqi shundan iboratki, bunda vodorod donori suv emas, balki boshqa birikmalar bo'ladi va fotoreduksiyada kislorod ajralib chiqmaydi.

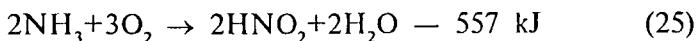
Fotoreduksiyali bakteriyalar yoritilgan iflos suv havzalarida urchiydi, bu yerda organik moddalarning parchalanishi natijasida ko'p miqdorda vodorod sulfid hosil bo'ladi. Bu bakteriyalar H_2S dan fotoreduksiya jarayonida foydalanib, nomaqbul hidlarning yo'qotilishida (dezodoratsiyada) muhim rol o'ynaydi.

Xemoavtotroflar. Noorganik birikmalarning oksidlanish energiyasidan foydalanishda yorug'likning ishtirokisiz karbon kislotalarni o'zlashtirish hodisasini XIX asrning oxirida S.N. Vinogradskiy kashf etgan edi. Tabiiy va oqar suvlarda bu guruhga qarashli mikroorganizmlardan eng ko'p tarqalgani quyidagilardir.

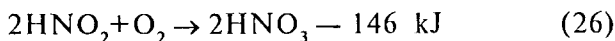
1. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar, ular ammiakning nitritlar va nitratlarga oksidlanishi hisobiga energiya oladi.

Jarayon ikki bosqichda davom etadi:

Birinchi bosqichni *Nitrosomonas* turidagi bakteriyalar olib boradi:



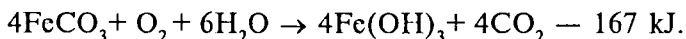
Ikkinchi bosqich *Nitrobakter* turidagi bakteriyalarning ishtiroki bilan amalga oshiriladi:



Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalarning energiyadan foydalanish samaradorligi unchalik katta emas va faqat (25) reaksiya uchun 5% ni, (26) reaksiya uchun 7% ni tashkil etadi. Buning oqibatida uning 1 mol karbon kislota o'zlashtirishi uchun tegishli ravishda ammiakning 35 mol ini va azot kislotasining 101 molini oksidlash kerak bo'ladi.

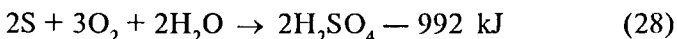
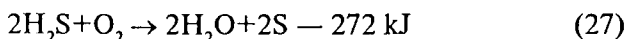
Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar tabiatda keng tarqalgan. Ular azotning aylanishida ishtirok etadi, ularning faoliyati tuproqning hosildor bo'lishini ta'minlaydi. Keyingi yillarda nitrifikatsiya oqar suvlarni azot birikmalaridan chuqur tozalash jarayoni bosqichlaridan biri sifatida tatbiq etilmoqda.

2. Temir bakteriyalar temir oksidi tuzlarining oksidlanishi natijasida energiya oladi:



1 g hujayrali moddani sintez qilish jarayoni taxminan 500 g temir gidroksidning hosil bo'lishini talab qiladi. Suv havzalari tubida balchiq rudalarining paydo bo'lishini temir bakteriyalar faoliyati bilan bog'liq demoqdalar.

3. Rangsiz serobakteriyalar (ular jumlasiga oqar va ifloslangan suvlarda keng tarqalgan Beggiatoa singari bakteriyalar kiradi) energiya manbai sifatida vodorod sulfid va oltingugurtning oksidlanish reaksiyasidan foydalaniladi:



Agar muhitda vodorod sulfid yetarli miqdorda bo'lsa, bu bakteriyalar (27) reaksiyani o'tkazadi, oltingugurtni hujayralarda zaxira modda sifatida qoldiradi. H_2S bo'lmasa (28) reaksiya yuz beradi.

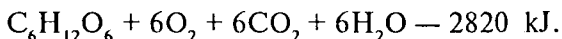
Xemogeterotroflar. Bu kichik guruhga juda katta miqdordagi organizmlar kiradi, ular murakkab organik moddalar — vodorod donorlarining biologik oksidlanishi natijasida oksidlovchi-tiklovchi reaksiyalarda energiya almashinishi natijasida energiya oladi.

Mikroorganizmlarning organik moddalarni biologik oksidlashi ikki turdagi murakkab jarayonlar hisoblanadi: nafas olish va achish.

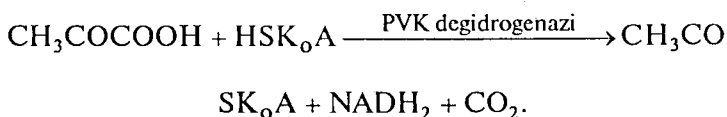
1. Agar vodorodning pirovard akseptori rolini faqat erkin kislorod bajarsa, nafas olishi *aerob nafas olish* deyiladi. Bu jarayonni amalga oshiruvchi mikroorganizmlar *obligat aeroblar* deyiladi.

Xemogeterotroflar nafas olish jarayonida energiya manbalari (vodorod donorlari) sifatida ko'p miqdordagi oksidlovchi

birikmalardan: uglevodlar, yog'lar, oqsillar, spirtlar, organik kislotalar va shu kabilardan foydalanishi mumkin. Uglevodlar oksidlanishida nafas olish jarayoni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Haqiqatda bu murakkab ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u bir qator izchil ferment reaksiyalarini o'z ichiga olgan. Uglevodlarning aylanish jarayoni ularni gidroliz qilishdan boshlanadi, buning natijasida oddiy qandlar (glukoza) hosil bo'ladi. Bakteriyalarda bu jarayon hujayradan tashqari ro'y beradi. Bir necha bosqichlarni o'z ichiga olgan navbatdagi bosqichda glukozaning oksidlanishi kislorodning ishtirokisiz NAD bilan legidratsiya qilinishi yo'li bilan ro'y beradi va har bir 1 mol glukozaga ikkitadan ATF molekulasi hosil bo'ladi. KBT (kislorodning biologik talabi) aeroblari hujayrasida bir qator izchil reaksiyalar natijasida to'liq oksidlanishi mumkin. Bu aylanishlarning jami Krebs sikli deb ataluvchi siklni tashkil etadi. KBT siklga oraliq birikma bo'lgan asetilkoenzim A orqali qo'shiladi, uning hosil bo'lishi PVKning ferment bilan reaksiyasi natijasida ro'y beradi, u koenzim A (HSKCA) nomi bilan ataladi.



Siklning izchillik bilan boruvchi reaksiyasi: gidroliz, degidratsiya, degidratatsiya, dekarboksilatsiya — asetilkoenzim A ning to'liq oksidlanishiga va ferment HSK₀A ning regeneratsiya qilinishiga olib keladi.

Sikldagi degidrogenazlar bilan olingan vodorod fermentlarning nafas olish zanjiriga uzatiladi, u aerobdagi FADni, sitoxromlar tizimini va kislorod vodorodining pirovard akseptorini o'z ichiga oladi. Vodorodni bu zanjir bo'yicha uzatishda ATF hosil bo'ladi. Bunda vodorodning har ikkita atomiga ATFning uchta molekulasi sintez qilinadi. ATFning hosil bo'lishi proton va elektron

bilan fermentlarning nafas olish zanjiri bo'yicha ko'chirilish jarayoni bilan bir vaqtda oksidlovchi fosforlash deyiladi. Umuman olganda glukoza molining to'liq oksidlanishida ATFning 38 ta molekulasini hosil bo'ladi. Ulardan 24 tasi Krebs siklida KBTning oksidlanishida vodorodning fermentlar nafas olish zanjiriga uzatilishi bilan birga boradi. Shunday qilib, energiyaning asosiy miqdori mana shu bosqichda to'planadi. Krebs sikli universal ekanligi diqqatga sazovordir. Oksidlanishning bunday turi eng oddiy organizmlar uchun ham, bakteriyalar uchun ham, oliy hayvonlar va o'simliklar hujayralari uchun ham xosdir.

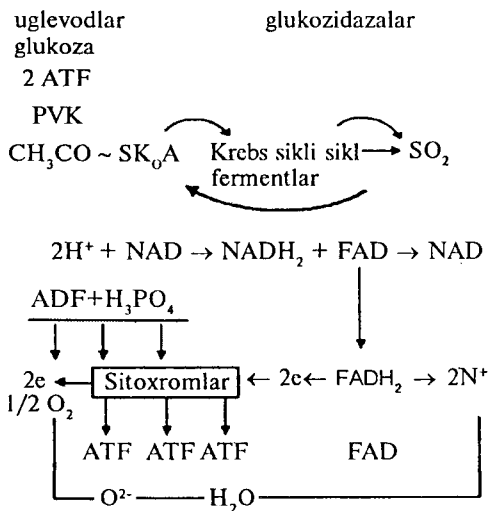
Siklning oraliq birikmalaridan hujayrali moddalarni sintez qilish uchun ham foydalaniladi.

Yog'lar ham mikroblar uchun energiya manbasi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Yog'larni gidroliz qilish natijasida glitserin va oliy yog' kislotalari hosil bo'ladi, ularning aylanishidagi bundan keyingi yo'llar turlichadir. Glitserinning fermentli oksidlanishi B hosil bo'lishiga va shundan keyin uning Krebs siklida oksidlanishiga olib keladi. Yog'li kislotalarning aylanishi murakkab ko'p pog'onali xususiyatga ega bo'lib HSKoA ishtirokida ikkita uglerod atomining sekin-asta ajralib chiqishidan iboratdir. Bu bo'linishning birdan-bir mahsuli asetilkoenzim A bo'lib, u keyin Krebs sikliga kiradi.

Energiya almashinishi jarayonlarining o'ziga xos xususiyati ozuqa moddalari energiyasidan pog'onali tarzda foydalanishdan iboratdir. Agar hujayrada glukozaning yoki boshqa birikmalarning oksidlanishi bitta pog'onada ro'y bergan bo'lsa, u holda 2000 kJ energiyaning bir vaqtda ajralib chiqishi (uning katta qismini hujayra o'zlashtira olmaydi va issiqlik energiyasiga aylanadi) haroratning keskin ko'tarilishiga va organizmning halok bo'lishiga olib kelgan bo'lar edi. Xuddi shuning uchun ham ozuqa moddalarining energiyasidan ko'p pog'onali foydalanish mikroorganizmlarning faoliyat kechirishi uchun nihoyatda zarurdir.

Ozuqa moddalarning oksidlanishi hamisha ham oxirigacha bormaydi. Ayrim aeroblar organik birikmalarni qisman oksidlaydi, bunday muhitda oksidlanishning oraliq mahsulotlari to'planadi.

Mikroorganizmlar energiya olish uchun spirt, uglevodorod, organik kislotalar va hokazo birikmalardan foydalanib, bu



14- rasm. Nafas olish jarayonida uglevodlarning oksidlanish sxemasi

moddalarni o'zgartiradi va muayyan bosqichda ularni uglevodlar va yog'larning almashinish sikliga kiritadi, deb taxmin qiladilar. Masalan, *Pseudomonas* turkumidagi bakteriyalarning uglevodorodlardan foydalanishida uglevodorod molekulasi sekin-asta molekular kislorod tomonidan oksidlanishga, degidratatsiya, gidrolizga duchor bo'ladi.

Buning natijasida hosil bo'lgan yog'li kislotalar yuqorida qarab chiqilgan aylanishlar sikliga qo'shiladi (14- rasm).

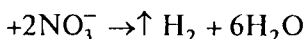
Agar mikroorganizmlar oziqlanish manbalaridan mahrum bo'lsa, ular birmuncha vaqt hujayra ichidagi zaxiralar, asosan, polisaxaridlar va yog'lar hisobiga yashashi mumkin. Ana shu moddalar hisobiga endogen nafas olish, energiyaning ekzogen manbalari oksidlanishi kabi o'sha yo'ldan boradi. Ozuqa moddalari zaxiralari tamom bo'lgach, hujayrali oqsillarning oksidlanishi boshlanadi.

Ayrim mikroorganizmlar nafas olish jarayonida vodorodning pirovard akseptori sifatida kisloroddan emas, balki azotning

oksidlangan birikmalari (nitritlar, nitratlar)dan, oltingugurt (sulfatlar)dan, uglerod (SO_2)dan foydalanishi mumkin. Nafas olishning bunday jarayoni anaerob jarayon deyiladi.

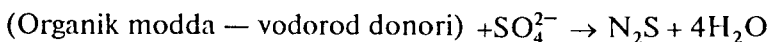
Nafas olish jarayonida nitratlardan foydalanish ko'pgina denitrifikatsiyalovchi bakteriyalar uchun xosdir. Nitratli nafas olish jarayonida moddalarning aylanish yo'llari aerobli nafas olishdagi aylanishga o'xshashdir. Denitrikatorlar ikkita ferment tizimiga ega bo'lib, ulardan biri kislorod ishtiroki bilan ularga aerob nafas olishni amalga oshirish imkonini beradi. Ikkinchi ferment tizimi vodorodni ko'chirishning xuddi birinchi ferment tizimidagi kabi, o'sha zanjirga ega bo'ladi, lekin farqi faqat shundan iboratki, sitoxrom tizimida sitoxromoksidazalar o'rniga nitrat reduktaza fermenti ishtirok etadi. Kislorod ishtiroki bilan ham, uning ishtirokisiz ham rivojlana oladigan mikroorganizmlar fakultativ anaeroblar deyiladi. Umumiy ko'rinishda nitratlar hisobiga anaerob nafas olish jarayoni quyidagicha yozilishi mumkin:

(organik modda — vodorod donori)

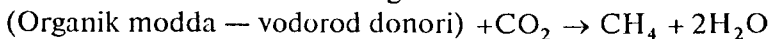


Tabiatdagi denitrifikatsiya azot aylanishining bosqichlaridan biri hisoblanadi. Kanalizatsiyaning tozalash inshootlarida bu jarayon nitrifikatsiya bilan birgalikda oqar suvlardagi azot birikmalarini batamom yo'qotish uchun qo'llaniladi.

Nafas olish jarayonida sulfatlar va uglerod dioksididan foydalanuvchi mikroorganizmlar *qat'iy anaeroblar* deyiladi. Kislorod va boshqa oksidlovchilar ular uchun zahar hisoblanadi. Sulfatlardan vodorodning pirovard akseptori sifatida foydalanishda mikroorganizmlar ularni sulfidlarga tiklaydi.



Uglerodning dioksididan foydalanish bilan anaerob nafas olish metan hosil bo'lishi bilan birga boradi:



2. Organik moddalarning biologik oksidlanishidagi anaerob jarayon *achish* deyiladi, bunda oksidlanuvchi substratning bo'linishi jarayonida vodorod akseptori (shuningdek, organik modda) hosil bo'ladi.

Achish jarayonlari bakteriyalar va achitqilarning ko'pgina turlarida sodir bo'ladi. Achishning bir necha turlari mavjud bo'lib, pirovard mahsulotga qarab ularga nom beriladi: spirtli achish — achitqilar tomonidan, propionovokislota achish — propionovokislota bakteriyalar tomonidan, metanli achish — metan hosil qiluvchi bakteriyalar tomonidan hosil qilinadi. Asosan, uglevodlar achishga duchor bo'ladi, lekin ko'pgina bakteriyalar g'oyat xilma-xil birikmalarni achitishga qodirdir, bular organik kislotalar, aminokislotalar, purinlar va hokazolardir.

Aeroblardan farqli o'laroq achish jarayonini amalga oshiruvchi anaeroblar vodorodni ko'chirish uchun fermentlarning to'liq zanjiriga ega emas, shuning uchun kisloroddan vodorodning pirovard akseptori sifatida foydalana olmaydi. Achish vaqtida vodorodning ko'chirilishi quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi:

(organik modda — vodorod donori) + NAD → (oksidlangan organik modda)
+ NADN₂;

NADN₂ + (organik modda — vodorod akseptori) → NAD qaytarilgan organik modda).

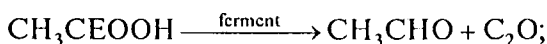
Achish natijasida muhitda shunday moddalar to'planadiki, ularda uglerodning oksidlanish darajasi boshlang'ich substratdagiga nisbatan ham yuqori, ham past bo'lishi mumkin. Biroq uglerodning o'rtacha oksidlanish darajasi substraktda qanday bo'lsa, unda ham shunday bo'lib qoladi. Masalan, glukozaning spirtli achishida:



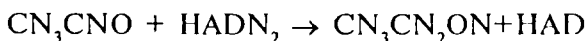
CO₂ ning ikkita molekulasini (uglerodning oksidlanish darajasi +4) va spirtning ikkita molekulasini (uglerodning oksidlanish darajasi —2) hosil bo'ladi. Achish mahsulotlaridagi uglerodning o'rtacha oksidlanish darajasi: $2(+4) + 2[2 - (-2)] = 0$ bo'ladi, ya'ni glukozaning boshlang'ich molekulasidagi uglerodning oksidlanish darajasiga tengdir.

Nafas olishda va achishda uglevodlarning oksidlanish jarayoni KBT hosil bo'lishigacha mutlaqo bir xil kechadi. Bu bosqichning pirovard mahsuli KBT dan tashqari qayta tiklangan NADN₂

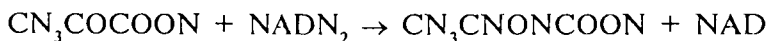
degidrogenazidir [(29) reaksiyasiga qarang]. Fermentning regeneratsiyasi (30) oksidlovchi-tiklovchi reaksiya natijasida kechadi, bunda KBT yoki undan hosil bo'lgan mahsulotlar ishtirok etadi. KBT ning bundan keyingi aylanishiga doir bu reaksiyalar turli mikroorganizmlardan birmuncha ta'sirlanadi va achishning har xil pirovard mahsulotlari bo'lgan: spirtlar, kislotalar, atseton, achish gazlari SO_2 , N_2 , SN_4 hosil bo'lishiga olib keladi. Masalan, spirtli achishda dastlab KBT dan sirka aldegid hosil bo'lish reaksiyasi kechadi:



keyin sirka aldegid NADN_2 bilan reaksiyaga kirishadi:



Qatiqning achishida PVK ning aylanishi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Har ikkala holatda ham vodorodning pirovard akseptori glukozaning boshlang'ich molekulasini parchalanishida hosil bo'lgan.

Achish natijasida mikroorganizm olishi mumkin bo'lgan energiya miqdori ko'p emas, chunki to'liq oksidlanish sodir bo'lmaydi va energiya bir qismi achishning pirovard mahsulotlarida qoladi. Energiya ATF tarzida glukozaning KBT gacha oksidlanish bosqichidagina jamlanadi. Nafas olish jarayonida glukozaning to'liq oksidlanishi 38 ta ATF molekulasining hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lsa, achish jarayonida faqat ikkita ATF molekulasini hosil bo'ladi.

Mikroorganizmlarning o'sish qonuniyatlari.

Mikrob hujayrasining o'sishi — bu ikkita bo'linish o'rtasida hosil bo'lgan bitta alohida organizm hajmi va vaznining ko'payishidir. Odatda, o'sish deganda, faqat ayrim hujayraning o'sishi emas, shu bilan birga, mikroorganizmlarning o'sishi, ya'ni hujayralar sonining umumiy ko'payishi ham tushuniladi.

O'sish vaqt jihatidan muayyan qonuniyatlarga bo'ysunadi. Bu qonuniyatni aniqlash uchun biron turdagi hujayralar suyuq ozuqa muhitiga qo'yiladi va muayyan vaqt oralig'ida tirik organizmlar hisoblab chiqiladi. Olingan natijalar hujayralar soni logarifmining vaqtga bog'liqligini ifodalaydi. Butun tajriba davomida muhitdagi ozuqa moddalari ko'paymaydi. Hujayralarning almashinuv mahsuli kamaymaydi. Bunday o'sish statik (turg'un) o'sish deyiladi.

Umumiy ko'rinishda statik o'sishning vaqtdagi ifodasi egri chiziq 1 bilan ifodalanadi (15- rasm). Ana shu egri chiziqda bir necha qismlarni (rivojlanish fazalarini) ajratish mumkin, ulardan har biri o'sishning o'ziga xos shart-sharoitlari bilan ajralib turadi. Har bir fazadagi hujayralarga o'ziga xos ko'payish tezligi, o'lchami va biokimyoviy faollik xosdir. Egri chiziq (2) hujayralarning substratni iste'mol qilish jarayonini aks ettiradi.

I faza o'sishning orqada qolish fazasidir, u lagfaza nomi bilan ataladi (inglizcha — orqada qolish). Ana shu davrda hujayralar yangi muhitga o'rganadi. Fazaning boshla (15-rasm) nishida bo'linish tezligi nolga Statistik organizm o'sishining teng bo'ladi, lekin oxiriga egri chizig'i — borib mikroorganizmlar mazkur turiga ko'proq mos keladigan hajmga erishadi.

II faza — logarifmik o'sish fazasi. Bu davrda hujayralar eng ko'p doimiy tezlik bilan bo'linadi. Ozuqa moddalari miqdori hali cheklanmagan bo'ladi. Hujayralar mayda, ko'plari hali yosh va biologik jihatdan faol, eng yaqqol ifodalangan tur belgilariga ega bo'ladi. Bu fazada ko'payish tezligi hujayraning ikkita izchil bo'linishi o'rtasidagi vaqt bilan ajralib turadi (generatsiyaning davom etishi). Agar vaqt bo'lagi t n generatsiyalarni o'tgan deb hisoblansa, u holda generatsiyaning davom etishi i ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$i = t/n. \quad (31)$$

Agar tajribaning boshlanishida hujayralar soni C_0 ga teng bo'lsa, t vaqt mobaynida n generatsiyadan o'tgandan keyin — C_t bo'lsa, u holda:

$$C_t = C_0 + 2^n \quad (32)$$

(32) ifodadan generatsiyalar sonini osongina hisoblab chiqarish mumkin:

$$n = \frac{\lg C_t - \lg C_o}{\lg^2}$$

(31) ifodaga n ning miqdorini qo'yib, t generatsiyaning davom etishini topamiz. Ayrim turlar uchun generatsiyaning davom etishi 20—30 daqiqani, boshqa turlar uchun sutkalarni tashkil qilishi mumkin.

III faza — o'sishning sekinlashuv fazasi. Hujayralarning bo'linish intensivligi pasayadi, chunki organizmning yashash sharoiti o'zgaradi: ozuqa moddalari zaxirasi tamom bo'ladi, muhitda zaharli ayirboshlash mahsulotlari to'planadi. Tobora ko'proq yakka jins halok bo'ladi.

IV faza — doimiy o'sish fazasi, sharoit tobora noqulay bo'lib boradi, halok bo'luvchi hujayralarning soni to'xtovsiz ortadi, chunki muhitda ana shu faza boshlanishida ozuqa moddalari qolmaydi va mikroorganizmlar hujayra ichidagi moddalardan foydalanadi. Bu fazani endogen nafas olish fazasi ham deb atashadi.

Ayrim fazalarning uzunligi tashqi muhit sharoitlari (harorat, pH, ozuqa moddalari konsentratsiyasi)ga bog'liq bo'ladi va turli mikroorganizmlarda birmuncha doirada o'zgarib turishi mumkin.

Sof organizmning o'sish va rivojlanish qonuniyatlari faol balchiq uchun ham to'g'ri keldi, lekin u mikroorganizmlarning ancha murakkab jamoasi ekanligi ma'lum bo'ldi.

VI. 3. Mikroorganizmlar va atrof-muhit

Mikroorganizmlarning hayoti atrof-muhit bilan chambarchas bog'liqdir. Bir tomondan, mikroblarning faoliyati atrof-muhitda birmuncha o'zgarishlar yuz berishiga olib keladi, bunga undan ozuqa moddalarning chiqib ketganligi va ayirboshlash mahsulotlarining ajralib chiqishi sabab bo'ladi; ikkinchi tomondan, hujayra ichida ayirboshlash jarayonlarining tezligi ko'p jihatdan atrof-muhitdagi shart-sharoit (omil)larga bog'liq bo'ladi. Mikroorganizmlar faoliyatiga ta'sir etuvchi atrof-muhit omillari uch kategoriyaga bo'linadi: fizik, kimyoviy va biologik kategoriyalar.

Fizik omillar. Eng muhim fizik omillarga mikroorganizmlar faolligini talab qiluvchi omillar, ya'ni namlik, harorat, yorug'lik kiradi. Mikroblarning faol o'sishi va rivojlanishi uchun muhitda suv bo'lishi lozim. Ular uchun qulay suv shakli suyuq tomchi shaklidagi suv hisoblanadi. Xuddi shuning uchun ham mikroorganizmlar yashashi mumkin bo'lgan harorat intervali — 2°C dan $+100^{\circ}\text{C}$ gacha cheklangan.

Haroratga nisbatan mikroorganizmlar uch guruhga bo'linadi:

1. Psixrofillar yoki sovuqni yoqtiradigan mikroorganizmlar (*yunoncha psychria* — *sovuq*, *philea* — *sevaman*). Bu mikroorganizmlar -2° dan $+30^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida rivojlana oladi. Ular uchun qulay harorat $10-15^{\circ}\text{C}$ hisoblanadi. Bu guruh organizmlariga shimoliy dengizda, tuproqda yashovchilar, kanalizatsiyaning tozalash inshootlariga doir ayrim mikroorganizmlar kiradi.

2. Termofilllar yoki issiqlikni yoqtiradigan mikroorganizmlar (*yunoncha therme* — *issiqlik*). Ular rivojlanadigan harorat diapazoni $30-85^{\circ}\text{C}$ bo'lib, optimumi qariyb $50-60^{\circ}\text{C}$ dir. Bu guruh mikroorganizmlari issiq manbalarda va chiriyotgan go'ngda urchiydi. Termofil bakteriyalar shahar kanalizatsiyasi tozalash inshootlarida quyqalarning achishida ishtirok etadi.

3. Mezofilllar (*yunoncha mesos* — *o'rta*). Bu mikroorganizmlar 5° dan 50°C oralig'idagi haroratda rivojlanadi. Ular uchun eng maqbul harorat $25-37^{\circ}\text{C}$ dir. Mezofil mikroorganizmlarga ko'pchilik bakteriyalar, eng oddiy mikroorganizmlar, zamburug'lar kiradi. Bu guruhga yana inson va issiqlikni yoqtiradigan hayvonlar uchun xos bo'lgan barcha patogen organizmlar ham kiradi.

Muayyan haroratda rivojlanish qobiliyatini u yoki bu haroratga bardosh berish qobiliyatidan farqlash kerak. Masalan, ko'pgina mikroorganizmlar noldan past haroratda uzoq vaqt yashash qobiliyatini saqlab qoladi, lekin bunday haroratda ularning faol hayoti to'xtaydi. Ko'p bakteriyalarning sporalari hatto suyuq vodorod haroratida (-252°C) halok bo'ladi.

Mikroorganizmlar yuqori haroratlarning ta'siriga kamroq bardosh beradi. Sporali bakteriyalarning ko'pchiligi 70°C da $10-15$ daqiqada, 100°C da 1 daqiqa ichida nobud bo'ladi. Yuqori

haroratlarning halokatli ta'siri oqsillarning tabiiy holatini buzilishi bilan bog'liqdir.

Ko'pchilik mikroorganizmlar qorong'ida yaxshi o'sadi. Quyosh nuri energiyasidan foydalanadigan fototroflar bundan mustasno. Quyoshning to'g'ri tushgan nuri mikroorganizmlarga halokatli ta'sir qiladi. Uning mikroblarni halok etuvchi ta'siri, asosan, spektrning ultrabinafsha qismi bilan bog'liqdir. Ultrabinafsha nurlarining oqsil va nuklein kislotalarga singishi tuzatib bo'lmaydigan kimyoviy o'zgarishlarga olib keladi. O'sayotgan hujayralar nurning ta'siriga ayniqsa sezgirdir. Patogen mikroblarning ko'pchiligi saprofitlarga nisbatan ultrabinafsha nurlarga ancha sezgir hisoblanadi. Bu nurlar kamroq singish qobiliyatiga ega bo'lib, asosan sirtqi qismlarga ta'sir qiladi.

Kimyoviy omillar. Vodород ionlarining konsentratsiyasi mikroorganizmlarning rivojlanishiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Bakteriyalarning ko'pchiligi neytralga yaqin muhitni ($\text{pH} = 6,5-7,5$) ma'qul ko'radi. Biroq bakteriyalarning ishqorli yoki nordonroq muhitda yaxshi o'sadigan ayrim turlari ham mavjud. Zamburug'larning rivojlanishi uchun $\text{pH} = 4 \div 6$ li muhit qulay bo'ladi, aktinomitsetlar ishqorli muhitda yaxshi o'sadi.

Optimal miqdorlardan pH ning og'ishi fermentlar faolligining pasayishiga, ayrim ionlar uchun sitoplazma membranasiga kirishining o'zgarishiga va almashinish jarayonlarining buzilishiga sabab bo'ladi. Ko'pgina kimyoviy birikmalar mikroblarga qarshi ta'sir ko'rsatadi, bunda ulardan bittasi mikroblarning rivojlanishini sekinlatza (mikrobostatik ta'sir), boshqalari mikrobsimon xossalarga egadir. Bunday birikmalar, odatda, **zaxarlar** deyiladi. Biroq mutlaq zaxarlar yo'q bo'lib, ularning mikroorganizmlarga ta'sir ko'rsatish darajasi konsentratsiyaga, mikroblar aloqasining davomiyligi va turiga bog'liq bo'ladi. Ko'pgina zaxarlar juda kam konsentratsiyada ham mikroorganizmlarning biokimyoviy faolligini oshirib, hatto rag'batlantiruvchi ta'sir ko'rsatadi.

Noorganik moddalar orasida og'ir metallarning tuzlari, chunonchi oksidlovchilardan xlor, ozon, brom, yod kabilar mikrobsimon ta'sirga egadir. Kumush va misning birikmasi juda oz miqdordagi konsentratsiyalarda ham mikrobsimon ta'sir

ko'rsatadi. Bunday ta'sir oligodinamik (yunoncha oligos — kichik) ta'sir deyiladi. Mikroblar uchun ayrim organik birikmalar: fenollar, spirtlar, formamin va hokazolar kuchli zahar hisoblanadi. Ayni vaqtda, bu moddalardan ko'plari uglerod ozuqasi manbalari sifatida mikroorganizmlarning o'ziga xos guruhlaridan foydalanishlari mumkin. Turli materiallarni zararsizlantirish uchun bir qator kimyoviy birikmalar — mikrobli zaharlardan foydalaniladi. Kuchli oksidlovchilarning mikrobsimon ta'siri ichimlik va oqar suvlarni zararsizlantirishda qo'llanadigan usullarga asos qilib olinadi.

Biologik omillar. Organizmlarning har xil turlari murakkab to'dalar — biosenozlarni hosil qiladi, ular organizmlarning tasodifiy to'plami emas, balki ayrim turlar vakillari o'rtasidagi o'zaro munosabatlarning xilma-xil tiplari bilan tashkiliy tizimni hosil qiladi. Mikroorganizmlar o'rtasidagi o'zaro munosabatlarning asosiy tiplari simbioz, metabioz va antagonizmdir.

Simbioz munosabatlar simbiontlarga o'zaro foyda keltiradi. Bunday organizmlarning birgalikda o'sishi ularning alohida rivojlanishiga qaraganda yaxshiroq kechadi. Simbioz o'zaro munosabatlarga misol tariqasida yashil yo'sinlar va infuzoriyalarning simbiozini ko'rsatish mumkin. Yo'sin infuzoriya tanasining ichiga joylashib olib, CO_2 ni organik moddalarga aylantirish uchun yorug'lik energiyasidan foydalanadi, bunda kislorod ajratib chiqaradi. Infuzoriya nafas olish jarayonida organik moddalarni oksidlash uchun kislorodni iste'mol qiladi, natijada SO_2 hosil qiladi.

Metabioz o'zaro munosabatlarning keng tarqalgan xili bo'lib, bunda bir xil mikroorganizmlarning faoliyati boshqa organizmlarning rivojlanishi uchun sharoit yaratadi. Metabioz o'zaro munosabatlar bir xil moddalarning boshqa moddalarga aylanishida izchillikni talab qiladi va tabiatdagi moddalar aylanishiga asos bo'ladi. Bunday o'zaro munosabatlarga misol tariqasida fakultativ va obligat anaeroblar to'dasi xizmat qiladi, ular metantenkldagi oqova suv quyqalarining achish jarayonini, shuningdek Nitrosomonas va Nitrobakter jinslariga kiruvchi bakteriyalarni nitratlovchi jarayonni amalga oshiradi.

Mikroorganizmlar o'rtasidagi antagonistik o'zaro munosabatlar juda xilma-xildir. Bular vahshiylik (eng oddiy organizmlarning bakteriyalarni yeb bitirishi), parazitlik (bakteriofaglarining bakteriyalarni yo'q qilishi), muhitga almashinish mahsulotlarining ajratib chiqarilishi bo'lib, ular boshqa organizmlarning faoliyatini susaytiradi yoki ularni tugatadi. Masalan, achigan sut bakteriyalarining pirovard mahsuloti qatiq bo'lib, u chirituvchi bakteriyalarning rivojlanishiga to'sqinlik qiladi. Zamburug'lar va aksinomitsetlarning ayrim turlari muhitga biologik jihatdan faol moddalarni bakteriyasimon ta'sirga ega bo'lgan antibiotiklarni ajratib chiqaradi.

Mikroolamdagi antagonizm biosenozlar tarkibini belgilaydigan eng muhim omillardan biri hisoblanadi.

Savol va topshiriqlar:

- 1. Mikroorganizmlar fiziologiya fani nimani o'rgatadi?*
- 2. Fermentlar deb nimaga aytiladi va ular qanday rolni bajaradi?*
- 3. Mikroorganizmlar hujayralaridagi almashinuv jarayonlari deb nimaga aytiladi?*
- 4. Almashuv jarayonlari qanday hosil bo'ladi?*
- 5. Dissimilyasiya jarayoni deb nimaga aytiladi?*
- 6. Mikroorganizmlarning ozuqlanishi deganda nimani tushunasiz?*
- 7. Aftoroflar nima?*
- 8. Geterotraflar deganda nimani tushunasiz?*

VII bob. TABIIY VA OQOVA SUVLARNING TARKIBI

Tabiiy va oqova suvlarning sifat ko'rsatkichlari

Suvning sifati deganda uning xossalari yig'indisi tushuniladi, bu xossalalar suvda mavjud bo'lgan aralashmalarning tabiati va konsentratsiyaga bog'liq. Aralashmalarning maxsus guruhini mikroflora va mikrofauna tashkil etadi, ular suvning sifatiga muayyan ta'sir ko'rsatadi.

Suvning sifatiga baho berganda faqat aralashmalarning tabiati emas, balki ularning fizik-kimyoviy holati ham muhim rol o'ynaydi.

VII. 1. Tabiatda suvning aylanishi

Yer yuzidagi suvning umumiy miqdori juda katta — u qariyb 1350 mln km³ ni tashkil etadi. Biroq hamma suvni ham insonning foydalanishi uchun yaroqli deb bo'lmaydi. Iste'molning ko'pgina turlari uchun chuchuk suv kerak, uning zaxiralari esa yer yuzidagi jami suv miqdorining 3% dan kamrog'ini tashkil etadi.

Suv doimo harakatda bo'ladi. Suvning ko'p miqdori muttasil ravishda yer ustida va yer ostida aylanib yuradi. Suvning okeanlar va quruqlik sirtidan bug'lanishi hamda o'simliklar va tirik mavjudotlarning nam ajratib chiqarishi natijasida atmosfera suv bug'lari bilan to'yinadi. Atmosferaning bir maromda isimasligi unda yer shari yuzasida havo oqimlarining katta miqyosda o'rin almashinishiga sabab bo'ladi, kondensatsiya oqibatida suv yerga yana shudring, yomg'ir, do'l va qor tarzida qaytadi.

Shu narsa hisoblab chiqilganki, mazkur suvning 65—75% bevosita okeanlarga tushadi, qolgani quruqlikka taqsimlanadi. Suvning bir qismi bevosita tuproqdan va uni qoplab turgan o'simliklardan bug'lanadi. Boshqa qismi tuproqqa shimilib, turadi va o'simliklar tomonidan o'zlashtiriladi yoki tuproq ostiga kirib

uning tarkibiga qo'shiladi, keyin ular orqali sirtqi suvlarga qo'shiladi. Nihoyat, suvning bir qismi yer yuzasida qoladi va sirtqi suv oqimlariga sekin-asta oqib tushadi.

Biosferaning barcha suvlarini ham bunday aylanishda ishtirok etadi deb bo'lmaydi. Uning bir qismi o'simlik va hayvonot to'qimalarida, qutb bo'yi muzlarida, tog' cho'qqilaridagi abadiy qorlarda muayyan vaqt saqlanib turadi yoki tuproqning tarkibiy qismlari bilan kimyoviy yoki fizikaviy bog'langan holda qoladi.

Suvning gidrologik sikli ayrim bo'g'inlaridagi zaxiralarini YUNESKO materiallari asosida tuzib chiqish (1970- y.) uning bu sikli haqida birmuncha tasavvur beradi (2- jadval).

2- jadval

Gidrologik siklning turli bo'g'inlarida suv zaxiralari

Chuchuk suvlar	Suv zaxiralari, umumiy miqdorga nisbatan % hisobida
Sirtqi suvlar:	
Chuchuk suvlar	0,009
Sho'r ko'llar va ichki dengizlar	0,008
Daryolar	0,0001
Yer osti suvlari	
Tuproq suvlari va botqoq suvlari	0,005
Tuproq osti chuqur bo'lmagan suvlar	0,31
Chuqur suvlar	0,31
Muzliklar va muz shapkalari	2,15
Atmosfera	0,001
Okeanlar	97,2

Ham yer sirtidagi, ham yer ostidagi chuchuk suvlardan suv ta'minoti manbalari sifatida foydalaniladi. Barcha manbalarda suvning sifati turlicha bo'ladi. Suvining sifati bir xil bo'lgan ikkita daryo, ikkita artezian qudug'i, ikkita oddiy quduq yo'q. Bundan tashqari, har bir suv manbayida, ayniqsa sirtqi manbada suvning tabiati vaqt o'tishi bilan o'zgaradi.

Urbanizatsiya va sanoat ishlab chiqarishining o'sishi, qishloq xo'jaligining kimyolashtirilishi tufayli umumiy suv ekologiyasiga antropogen omil, ya'ni insonning suvdan foydalanish omili tobora ko'proq ta'sir ko'rsatmoqda.

Insonning maishiy va ishlab chiqarish, qishloq xo'jalik, elektr quvvati ishlab chiqarish ehtiyojlarini qondirish uchun suvdan foydalanishi amalda hamisha uning ifloslanishi bilan bog'liq bo'lib, bu suvning manbalarga qaytishi esa, o'z navbatida, tabiiy suvlarning ifloslanishiga va uglerod hamda azotning aylanish siklida tabiiy muvozanatning buzilishiga olib keladi.

Foydalanib bo'lgandan keyin chiqarib tashlanadigan suvlar *oqova suvlar* deyiladi. Tag'in ham to'laroq oqova suv (yoki oqova suyuqlik) deb maishiy yoki ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun ishlatilgan suvga aytiladi, bunda hosil bo'lgan suvning dastlabki kimyoviy tarkibini yoki fizik xossalarini (ayni vaqtda, har ikkalasini ham) o'zgartirib yuboradigan ifloslanishlar a'holi punkti yoki sanoat korxonasi hududida yo'qotilishi lozim.

Oqova suvlar paydo bo'lishi, turi va aralashmalarining sifatiga qarab uchta asosiy toifaga bo'linadi: maishiy (xo'jalik-najas), ishlab chiqarish va yomg'ir (atmosfera) suvlariga.

Maishiy suvlarga oshxona va hojatxona, hammom hamda kirxonalar, umumiy ovqatlanish korxonalari va davolash muassasalari suvlari, xonalarni yuvishdan chiqqan suvlar kiradi. Bu suvlar turarjoyga va jamoat binolari hamda sanoat korxonalarining maishiy xonalaridan chiqqan suvlardir. Ifloslanish tabiatiga ko'ra ular, asosan, fiziologik chiqindilar bilan ifloslangan najas suvlar va har qanday xo'jalik chiqindilari bilan ifloslangan xo'jalik suvlari bo'lishi mumkin.

Ishlab chiqarishdagi oqova suvlarga ishlab chiqarishning texnologik jarayonida foydalanilgan va ikkilamchi foydalanishga

yaroqsiz bo'lgan suvlar kiradi. Ishlab chiqarishning turiga, shuningdek, qabul qilingan texnologiya jarayoniga bog'liq bo'ladi.

Yomg'ir suvlari atmosfera yog'inlari tushishi natijasida hosil bo'ladi. Ularga muz va qorlarning erishidan hosil bo'ladigan yumshoq suvlar ham kiradi. Yomg'ir suvi oqimining o'ziga xos xususiyati uning ahyon-ahyonda bo'lishi hamda sarf etilishi va sifatining keskin notekisligidir.

Ko'chalarni yuvishdan qolgan favvora va drenajlarning suvlari sifat ko'rsatkichiga ko'ra yomg'ir suvlariga yaqin bo'lib, ular bilan birga yo'q bo'lib ketadi.

Maxsus adabiyotlarda ko'pgina „shahar oqindi suvlari“ degan atama qo'llaniladi. Shahar oqindi suvlari deganda har uch xil suv turlari ning umumiy kanalizatsiya tizimi yoki maishiy va ishlab chiqarish suvlari tizimi bilan qo'shilishi tushuniladi.

Tabiiy suvlarni tozalash deganda iste'molchilarni talab qilingan sifatga ega bo'lgan suv bilan zarur miqdorda ta'minlash uchun bu suvga ishlov berish tushuniladi. Shuni ham aytib o'tamizki, maishiy suv ta'minoti va ishlab chiqarish maqsadlaridagi suv sifatiga qo'yiladigan talablar hamisha ham bir-biriga mos kelavermaydi. Bir qator hollarda ishlab chiqarishning texnologiya maqsadlari uchun alohida sifatga ega bo'lgan suv, masalan, tuzsiz, yumshoq, tozalangan suv talab qilinadi va hokazo.

Oqar suvlarni tozalash deganda ularga turli usullar bilan ishlov berishdir, bundan maqsad ularda mavjud bo'lgan mineral va organik moddalarni buzish yoki chiqarib tashlashdir, bu esa ana shu suvlarni suv havzalariga va oqimlariga tushishi yoki ulardan ishlab chiqarish va boshqa maqsadlarda foydalanish imkonini beradi. Suvni tozalashga, shuningdek, uni zararsizlantirish, odam, hayvonlar yoki o'simliklar uchun zararli bo'lgan moddalarni va kasallik tug'diruvchi mikroorganizmlarni ketkazish ham kiradi.

Hozirgi vaqtda yer yuzida suv oqimlarining umumiy zararlanish darajasi ortib borayapti. Hatto tozalangan oqar suvlarning qoldiqlari suvning o'z-o'zidan tozalanish tabiiy qobiliyatidan ortiq bo'lgan, tabiiy suvga xos bo'lmagan qo'shimcha miqdordagi aralashmalarga egadir. Lekin turli mamlakatlarda bu sohada gi ahvol bir xilda emas. Ko'pgina rivojlangan mamlakatlar

atrof-muhitni, xususan, suv manbalarini tabiiy holatida saqlash (yoki tiklash)ga hamda muhofaza qilishga katta mablag'lar ajratishmoqda.

VII. 2. Suvni tekshirish haqida tushuncha

Ichimlik, tabiiy va oqova suvlarning sifatini aniqlash uchun ko'p miqdorda turli xil tekshirishlar — kimyoviy, sanitariya-bakteriologik tekshirishlar o'tkazish talab qilinadi. Bunga sabab suv aralashmalari tarkibining murakkabligi va tekshirish maqsadlarining xilma-xilligidir. Tekshirishlar natijasida hal etiladigan asosiy vazifalar quyidagilardir:

- suvning sanitariya-toksikologik holatiga baho berish;
- suvning aniq bir iste'mol turiga yaroqli ekanligini aniqlash;
- suvning zararlanish darajasi va tabiatini aniqlash;
- suvni tozalashning u yoki bu usullarini qo'llash imkoniyatlarini aniqlash;
- suvni tozalash jarayonlarini boshqarish va inshootlarning ishini nazorat qilish;
- ayrim suv tozalash inshootlari va umuman butun stansiyaning ish samaradorligi va shu kabilarga baho berish.

Ichimlik, tabiiy va oqova suvlarga baho berishda suvlarning barcha toifalari uchun umumiy bo'lgan ko'rsatkichlar, shu bilan birga u yoki bu suvga baho berish uchun zarur bo'lgan ko'rsatkichlar ham bor. Sanitariya biologiyasida va tabiiy hamda oqova suvlarni tozalash texnologiyasida ishlatiladigan asosiy ko'rsatkichlarni qarab chiqamiz. Bunda ularni shartli ravishda uch kategoriyaga: fizik va fizik-kimyoviy, kimyoviy va biokimyoviy sanitariya kategoriyalariga bo'lamiz.

VII. 3. Suv tarkibining fizik va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Harorat namunani bevosita tanlab olish vaqtida o'lchanadi, bunda $0,1^{\circ}\text{C}$ gacha bo'linishli termometrdan foydalaniladi. O'lchashning aniqligi $\pm 0,5^{\circ}$. Bu ko'rsatkich suvni tozalash texnologiyasi uchun juda muhimdir. Harorat suvning yopishqoqligiga va

binobarin, suvdan ajralib chiqqan qattiq moddalarning cho'kish tezligiga, kimyoviy va biokimyoviy reaksiyalar tezligiga, shuningdek, gazlar, xususan, kislorodning erishiga ta'sir ko'rsatadi. Suvning harorati ko'pgina tozalash inshootlarining hisob-kitoblarida e'tiborga olinadi. Ichish maqsadidagi suvning harorati $7-15^{\circ}\text{C}$ bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

Muhitning reaksiyasi shisha va kalomel elektrodlar bilan elektr usulida o'lchanadi. Standart sifatida bufer aralashmalar to'plami bilan o'lchashga yo'l qo'yiladi.

Xo'jalik-ichish maqsadidagi suv $\text{pH} = 6,5 + 8,5$ ga ega bo'lishi lozim. Bunday talab inson va hayvonlarning fiziologik xususiyatlarini qondirish hamda quvur hamda inshoot materiallarining zanglashiga e'tibor berish bilan bog'liq. Ko'pchilik tabiiy manbalar uchun pH ko'rsatkichi ana shu chegaradan chetga chiqmaydi.

Shahar kanalizatsiyasi tizimiga tashlanadigan oqova suvlar ham neytralga yaqin bo'lgan muhit reaksiyasiga — $6,5$ dan $8,5$ gacha ega bo'lishi lozim, bu suv ajratish tizimlarini himoya qilish va tozalash jarayonlarini amalga oshiruvchi mikroorganizmlarning normal faoliyati buzilishining oldini olish bilan bog'liqdir.

Suv yuzalarining rangi va bo'yog'i chirindi moddalar hamda uch valentli temir birikmalarining ishtiroki bilan tavsiflanadi.

Chirindi moddalar — o'simlik qoldiqlarining kimyoviy va biokimyoviy parchalanishi jarayonida hosil bo'ladigan organik birikmalardir. Bu moddalar tuproqdan suvga o'tganda konsentratsiyasiga qarab unga sariq yoki jigarrang tus beradi. Chirindi birikmalar tarkibida gumin (chirindi) kislota ($52-58\%$ uglerod, $3,3-4,8\%$ vodorod va $34-39\%$ kislorod) va molekular massasi $1200-1400$ bo'lgan fulvokislota ($45-48\%$ uglerod, $5-6\%$ vodorod va $43-48\%$ kislorod) kiradi.

Rangning bo'lishini taqozo qiluvchi aralashmalarning miqdori ko'pgina omillarga va, asosan, suv manbalari havzasida torf qoldiqlarining mavjudligiga bog'liq. Chiqindi moddalarning ko'proq konsentratsiyasiga ega bo'lgan suvning rangi namunani oldindan tindirib qo'yish bilan yoki filtratda aniqlanadi. Sariq va jigarrang tusli tabiiy suvlar uchun rangni o'lchash miqdoriy jihatdan amalga

oshiriladi. Rangning bo'lishiga chirindi moddalarning mavjudligi sababdir.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, organik moddalarning rangli bo'lishiga sabab bo'luvchi uning rangi bilan miqdori o'rtasida bevosita muvofiqlik yo'q. Shuning uchun rang darajasi qandaydir moddaning mg/l da emas, balki alohida birlik va graduslarda ifodalanadi. Rangni o'lchash namunani standart eritma bilan qiyoslash asosida amalga oshiriladi, bu eritma kaliy xlorplatinat tuzlarining aralashmasi $K_2P_2Cl_6$ va kobalt xloridi $CoCl_2$ dan tayyorlanadi (platina-kobalt shkalasi). Suvning rangi standart eritmaning rangiga to'g'ri kelib, 1 ml da 0,1 mg platina bo'ladi va 1 gradus ranglilik deb baholanadi. Bixromat kaliy va kobalt sulfatidan tayyorlangan eritmani ham standart eritma sifatida tatbiq etish mumkin.

Ichimlik suvining rangliliği 20 gradusdan ortmasligi kerak. Favqulodda hollarda suvning rangliliği 35 gradus bo'lishiga yo'l qo'yiladi. Daryo suvlarining rangliliği 35—55 gradus o'rtasida tebranib turadi, ayrim hollarda 200 gradus va undan ham ortadi.

Oqova suvlarni ta'riflash uchun ranglilik tushunchasi tatbiq etilmaydi, chunki turli oqimlarning bo'yoq darajasi har xil bo'lib, asosan, unga tabiiy aralashmalar emas, balki ishlab chiqarish suvlari tufayli tushgan aralashmalar sababdir. Bo'yoq rangsiz shisha silindrlarda filtrlangan namunalarda aniqlanadi va vizual kuzatish asosida amalga oshiriladi, bunda pushtirang, och-sariq, qo'ng'ir va shu kabi ranglar aniqlanadi. Bo'yoqning intensivligi tadqiq qilinayotgan suvni distillangan suvga qo'shilish darajasi bilan o'lchanadi, bunda rang yo'qoladi. Natijada quyidagi nisbat bilan yoziladi, masalan, 1:500 (bunda: 1-tekshirilayotgan namunaning bir qismi, 500 qism suvga 1 qism tekshirilayotgan suvning qo'shilishi).

Maishiy suvlarda, odatda, bo'yoq kam bo'ladi. Bo'yoqning mo'l-ko'lligi ishlab chiqarish bilan bog'liq oqova suvlarning asosan bo'yoq ishlatuvchi to'qimachilik korxonalarining oqova suvlari mavjudligini ko'rsatadi. Bo'yoqning ko'pligi nomaqbul ko'rsatkichdir. Ko'pincha hatto biologik yo'l bilan chuqur tozalangan oqova suvlarda bo'yoq kuchli bo'ladi va ular suv

havzasiga tushganda uzoq masofagacha yoyilib ketishi kuzatiladi. Bo'yovni to'la-to'kis yo'qotishga faqat kimyoviy yo'l, kuchli oksidlovchilar, oksidlash yoki ko'mir bilan sorbsiyalash asosida erishish mumkin.

Hid (hidlar) — suv sifatining organoleptik ko'rsatkichi. Tabiiy suvning hidini hid tarqatuvchi va suvga tabiiy yo'l yoki oqova suvlar bilan tushgan moddalar keltirib chiqaradi. Faqat noorganik moddalarga ega bo'lgan tabiiy suvlarda oltingugurt vodorodining hidi bo'lishi mumkin. Hid tarqatish ba'zi bir suv organizmlariga, xususan, po'panaklar va aktinomitsetlarga xosdir. Ichimlik suvining hidi xom suvning xossalari va unga ishlov berish usuli bilan bog'liq. Masalan, xlor solingandan keyin xlorfenolning yoqimsiz hidi paydo bo'lishi mumkin.

Hidni aniqlashda dastlab uning xususiyati (chirigan, fenolli, botqoq-serloyqa va shu kabi) belgilanadi, keyin intensivligi aniqlanadi, unga yo besh balli shkala bo'yicha baho beriladi, yoki „ostona sinovi“ asosida baho beriladi, bunda hid yo'qolishigacha qo'shish darajasi aniqlanadi. Hidni tekshirishda, albatta, harorat ko'rsatiladi, chunki hidning intensivligi harorat ortishi bilan ko'payadi.

2874—73 GOST (davlat standarti) bo'yicha ichimlik suv 20°C da bo'lsa, uning hidi intensivligi 2 ball yuqori bo'ladi. Xo'jalik-ichimlik ta'minotidagi manbalar suvining hidi, odatda, 3—4 balldan yuqori bo'lmaydi.

Oqova suvlarning hidi katta intensivligi bilan ajralib turadi, lekin unga ham shartli besh balli shkala bo'yicha baho beriladi. Maishiy suv oqimlarining hidi ancha xarakterli bo'lib, najas hidi bilan organik moddalarning buzilishi hidi aralashmasidan iboratdir. Ishlab chiqarish oqimlari hidi ancha xilma-xil bo'lib, ishlab chiqarishning turiga bog'liq bo'ladi. Oqar suvlar uchun hidni tasvirlash ilgari uchramagan yangi hidlar paydo bo'lganda, shuningdek, hidning intensivligi keskin ortganda ayniqsa muhimdir, bu hol ayrim ishlab chiqarishlarda oqova suvlarning konsentratsiyasini ko'p miqdorda tashlanganidan dalolat beradi.

Maza — suv sifatining organoleptik ko'rsatkichi. Hidlar singari suvning mazasiga doir sifatlari ham suvga tabiiy moddalar yoki uring iflos oqimlar bilan zararlanishi natijasida suvga tushgan

moddalarning mavjudligini bildiradi. Bu ko'rsatkich faqat ichimlik suvlar uchun aniqlanadi. Maza sho'r, shirin, achchiq, nordon sifatida tasvirlanadi. Shuningdek, alohida maza (ta'mlar) — ishqorli, metalli va shu kabi maza ham bo'lishi mumkin. Bunday ta'rif subyektiv bo'lib, u tadqiqotchining ta'mni bilishiga va tajribasiga bog'liq. Ichimlik suvning ta'mini aniqlash uchun 10—15 ml namuna suv og'izga olinadi, yutmasdan bir necha daqiqa ushlab turiladi, keyin chiqarib tashlanadi. Tekshirishda suvning harorati hisobga olinadi.

Ko'pincha ichimlik suvning mazasi bo'lmaydi. Yer osti buloqlari suvi sho'rroq va achchiq sho'rroq ta'mga ega bo'ladi, bunga sabab suvda tuzning yuqori konsentratsiyada mavjud bo'lishidir.

VII. 4. Suv tarkibining kimyoviy va biokimyoviy ko'rsatkichlari

Bu ko'rsatkichlar turkumi bir qancha xilma-xil ta'riflarni o'z ichiga oladi, ular turli agregat holatlarda aralashmalar mavjudligini tavsiflovchi, erigan va kolloid holatdagi aralashmalar tarkibini batafsil ta'riflab beruvchi aralashmalar kimyoviy va biokimyoviy yo'l bilan oksidlanishga qodirligiga va hokazolarga baho berish imkonini yaratuvchi ta'riflardir. Bu ko'rsatkichni ma'lum darajada tartibga solish maqsadida qo'shimcha ruknlar kiritamiz va ko'rsatkichlar guruhini ajratamiz. Ular suvning qattiq fazasiga, uning umumiy minerallashuv darajasiga, erigan, kolloid va gaz fazalariga baho beradi. Shuningdek, suvning oksidlanishini va aralashmalarining zaharli ekanligini ko'rsatuvchi ko'rsatkichlarning ayrim guruhlarini ajratib ko'rsatamiz. Shunday qilib, suv tarkibining kimyoviy va biokimyoviy ko'rsatkichlarini quyidagi guruhlar bo'yicha qarab chiqamiz:

- qattiq va kolloid holatdagi aralashmalar;
- suvning umumiy minerallashuvi yoki umumiy ifloslanish darajasi;
- erigan va kolloid holatdagi aralashmalar;
- gaz holatidagi aralashmalar;

- suvning oksidlanuvchanligi;
- zaharli aralashmalar;
- alohida o'ziga xos ta'riflar.

Qattiq va kolloid holatdagi aralashmalar

Tabiiy suvning loyqaligida erimagan va kolloid noorganik moddalar (loy, qum, temir gidroksidi) va organik moddalar (mikroorganizmlar, plankton, neft mahsulotlari) ishtirok etishi sababdir.

Loyqalik turli usullar bilan o'lchanadi, ular tekshirilayotgan standart eritmali namunaga qiyosiy baho berishga asoslangan bo'lib, uning loyqaligi standart suspenziyali distillangan suvga kremniy dioksidi SiO_2 ni qo'shish bilan vujudga keltiriladi. Loyqalikni aniqlash natijalari mg/l bilan ifodalanadi. Yer osti suvlariga qaraganda daryo suvlarida loyqalik yuqoriroqdir. Yog'ingarchilik davrida daryo suvlarining loyqaligi 1 l ga bir necha o'n ming milligrammni tashkil etishi mumkin. Ichimlik suvdagi loyqalik mamlakatimizda amal qilayotgan sanitariya normalariga ko'ra, 2 mg/l dan yuqori bo'lmasligi lozim (favqulodda hollarda 3 mg/l gacha yo'l qo'yiladi).

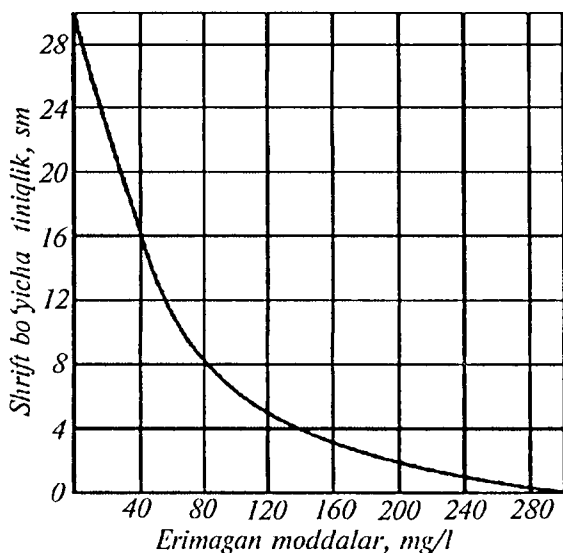
Suvda erimagan va kolloid aralashmalarning mavjudligini namunaning tiniqligi darajasi bilan ham baholash mumkin. Tiniqlik balandligi 30—50 sm bo'lgan va tubi tekis rangsiz shisha silindrlarda aniqlanadi. Agar silindrdagi suv ustuni orqali (u maxsus shriftda bosilgan kontrol matndan 2 sm masofada joylashgan bo'ladi) matnni o'qish va undagi raqamlarni farqlash yoki 1 mm qalinlikdagi qora chiziq bilan chizilgan krestni aniq ko'rish mumkin bo'lsa, suv tiniq hisoblanadi. Ustunning santimetrda balandligi suvning „shrift bo'yicha“ yoki „krest bo'yicha“ tiniqligidir. 2 mg/l loyqalikka ega bo'lgan suvning tiniqligi 30 sm dan ko'proqni tashkil etadi. Shahardagi oqar suvlar tozalashdan oldin 1—5 sm, biologik tozalashdan keyin esa 15 sm dan ko'proq tiniqlikka ega bo'ladi.

Tabiiy va oqova suvlarga baho berish uchun boshqa ko'rsatkich — erimagan moddalarning mavjudligi ko'rsatkichidan ham foydalaniladi. Erimagan moddalar deganda namunani filtrlash vaqtida qog'oz filtrlash vaqtida qog'oz filtrda o'tirib qolgan

ifloslanishlar miqdori tushuniladi (atmosfera bosimida yoki past bosimda). Iflos suvlarni filtrlash uchun oq tasma tipidagi eng g'ovak filtr ishlatiladi. Ifloslanishi 25 mg/l bo'lgan suvlarni tekshirishda yupqa membrana filtrlaridan foydalaniladi. Erimagan moddalarga ega bo'lgan filtr 105°C da doimiy og'irlikka ega bo'lguncha quritiladi, filtrning filtrlashdan oldingi va keyingi og'irligi farqiga qarab suvda erimagan moddalar miqdori aniqlanadi. Maishiy oqova suvlardagi erimagan moddalarning konsentratsiyasi 100 dan 500 mg/l gacha tebranib turadi, ishlab chiqarish suvlarida va daryo suvlarida yog'ingarchilik vaqtida ifloslanishi 1 l da bir necha grammga yetishi mumkin.

Erimagan moddalar miqdori bilan tiniqlik o'rtasida bir xil bog'lanish yo'q. Tiniqlik faqat erimagan zarralarning emas, shu bilan birga kolloid aralashmalarning mavjudligi bilan aniqlanadi, bu aralashmalar qog'oz filtr bilan ushlab qolinmaydi, shuning uchun erimagan moddalar ko'rsatkichi tarkibiga kiritilmaydi. Bundan tashqari, tiniqlik zarrachalarning shakli va kattaligiga ham bog'liq, bu esa erimagan moddalar ko'rsatkichi uchun ahamiyatga ega emas. Ana shu farqlarga qaramasdan, taxminiy ta'riflar uchun (foydalanish nazoratini soddalashtirish maqsadida) uzoq kuza-tishlar, natijalar bo'yicha tiniqlikning erimagan moddalar miq-doriga bog'liqligi grafigi tuziladi, uning yordamida tiniqlikni tez va oson aniqlash asosida suvda erimagan zarralar miqdorini yetarli darajada aniqlik bilan belgilab olish mumkin bo'ladi. Bunday bog'liqlik misoli sobiq ittifoqning Yevropa qismidagi o'rta mintaqada daryolaridan biri uchun 15- rasmda taqdim etilgan.

Cho'kadigan moddalar deb, erimagan moddalarning bir qismiga aytiladi, ular tindirish silindrining tagiga 2 soat mobaynida cho'kadi. Tinishning 2 soatga teng bo'lgan uzunligi eksperimental kuzatishlar asosida aniqlangan, ular shuni ko'rsatadiki, jarayonning davomiyligini yanada ko'paytirish amalda ana shu vaqt ichida erishilgan natijani o'zgartirmadi. Ko'rsatkich oqar suvlarga baho berish uchun qo'llanadi. Shahardagi oqar suvlarda cho'kadigan moddalar og'irligi bo'yicha erimagan moddalarning 65—75% ni tashkil etadi.



15- rasm. Shrift bo'yicha tiniqlikning erimagan modda miqdoriga bog'liqligi

Cho'kadigan moddalarni aniqlash uchun kundalik nazorat tajribasida Lisenko silindrlaridan foydalaniladi, uning hajmi 0,5 yoki 1 l dir. Silindrning pastki qismi 0,1 ml gacha darajalangan yuqqa probirkadan iborat. Shahar oqar suvlaridagi cho'kadigan moddalar miqdori, odatda, 6—7 ml/l dan ortmaydi. 2 soat tindirilgandan keyin tingan suyuqlikning yuqori qismi dekatirovka qilinadi, quyi qismi cho'kkan moddalar bilan birga stakanga olinadi va cho'kkan moddaning og'irligi aniqlanadi (xuddi erimagan moddalarni aniqlash kabi). Shunday qilib, cho'kadigan moddalar konsentratsiyasi hajmi (ml/l) va massasi bo'yicha (mg/l) ifodalanadi.

Tadqiqot ishlarida cho'kadigan moddalarni aniqlash balandligi kamida 500 mm va diametri kamida 100 mm bo'lgan idishlarda bajariladi. Bunday sharoitda zarralarning aglomeratsiyasi — ularning cho'kish va to'qnashish vaqtidagi yiriklashuvi hodisasiga aniqlanishiga berish mumkin.

Cho'kish kinetikasini aniqlash uchun laboratoriyani tegishli ravishda ta'minlashda sedimentatsiya tarozisidan foydalaniladi.

Suvning umumiy minerallashuvi va umumiy ifloslanishi.

Quruq va zich qoldiqlar. Quruq qoldiq deganda namunadagi suvi bug'latish yo'li bilan aniqlanadigan barcha suv aralashmalari miqdori tushuniladi. Ma'lum ma'noda quruq qoldiq hajmi suvning umumiy ifloslanish darajasini tasvirlab beradi. Namunadagi suvni bug'latish qaynab turgan suv hammomida idishni quritish esa 105°C da o'tkaziladi. Ishlov berish jarayonida namunadan gazlar, uchuvchi komponentlar va oson uchuvchi komponentlar hosil bo'lishi bilan ajraluvchi moddalar yo'qotiladi.

Zich qoldiq bu quruq qoldiq bo'lib, namunani filtrlaganda filtratdan aniqlangan. Demak, filtrda qolgan miqdorda ikkita ko'rsatkichning farqi namuna tarkibiga mos keladi. Kam loyqalangan tabiiy va ichimlik suvlar uchun har ikkala ta'rifning natijalari juda yaqindir, chunki bu suvlarda erimagan moddalar va organik aralashmalarning miqdori katta emas. Oqova suvlar uchun bu ko'rsatkichlar birmuncha farq qilishi mumkin.

3- jadvalda umumiy minerallashuv (ya'ni zich qoldiqning miqdori) bo'yicha tabiiy suvlarning tavsifi ko'rsatilgan.

3- jadval

Umumiy minerallashuv bo'yicha tabiiy suvlarning tavsifi

Suvning tavsifi		Zich qoldiq, mg/l
Ultrachuchuk Chuchuk	Odatda gidrokarbonatli	< 200 200—500
Nisbatan yuqori minerallashuv bilan	Gidrokarbonatli- sulfatli	500—1000
Sho'rsimon Sho'r	Sulfat-xloridli	1000—3000 3000—10000
Oshirilgan darajada sho'r	Asosan xloridli	1000—35000
Namakopga o'tuvchi Namakob	Xloridli	3500—50000 5000—40000

Suvdagi quruq qoldiq xo'jalik-ichimlik ahamiyatiga ega bo'lgan suvda 1000 mg/l dan ortmasligi kerak.

Oqova suvlarni tekshirishda quruq qoldiq kamdan-kam hollarda aniqlanadi. Agar elementlar bo'yicha ifloslanish tarkibini bilish lozim bo'lsa, quruq qoldiq kuydirish usuli bilan tekshiriladi, bu hol uglerod, azot, vodorod, kislorod, oltingugurt va fosforning foiz miqdorini aniqlash imkonini beradi. Quruq qoldiq quyidagi metall miqdorini aniqlash uchun spektroskopik yoki spektrometrik usullardan foydalaniladi.

Oqar suvlardagi zich qoldiq miqdori 10 mg/l dan ortmasligi lozim. Bu talab biologik usul bilan ishlov beriladigan oqar suvlardagi mineral tuzlarning muayyan miqdorini saqlab turish zaruriyati bilan taqozo etiladi.

Suvni qizdirganda undagi qattiq aralashmalar yo'qolishi, kul hosil qilishi mumkin. Ko'pgina texnologik maqsadlar uchun suvning qattiq fazasi organik va mineral qismlarining miqdorini bilish kerak. Bunday holda quritilgan har qanday qattiq modda (erimagan modda, cho'kadigan modda quruq yoki zich qoldiq) qizdiriladi. Qizdirish „qizil qizdirilgan“ harorat (500—600°C) sharoitida olib boriladi. Bunda uglerod, vodorod, azot, oltingugurt va boshqa aralashmalar yonib, oksidlar tarzida uchib ketadi. Kul deb ataluvchi qoldiq sovigandan keyin tortib ko'riladi. Natijalar yo mutlaq raqamlarda, yoki foizlarda ifodalanadi. Qizdirishdagi nobud bo'lish — bu yo'q bo'lib ketgan aralashmalarning mutlaq miqdoridir; ko'rsatkich mg/ l bilan ifodalanadi. Kulga aylanish qizdirilgandan keyin qolgan qoldiq massaning dastlab olingan qattiq namunaning massasiga nisbati bo'lib, foizlar bilan ifodalanadi.

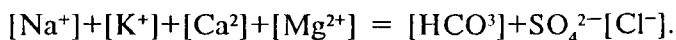
Ko'pincha organik moddalar (yo'q bo'lib ketuvchi moddalar) bilan mineral aralashmalar (yo'q bo'lmay kulga aylanadigan aralashmalar) tushunchasi o'rtasiga tenglik belgisini qo'yishadi. Bu tushunchalarni aralashtirib yuborishga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Gap shundaki, namunani qizdirganda ayrim noorganik komponentlar: mineral karbonatlar, nitratlarning parchalanishidan hosil bo'lgan qoldiqlar va boshqa moddalar ham yo'q bo'lib ketishi mumkin, shu sababli kulning miqdori noorganik aralashmalarning

haqiqiy miqdoridan kamroq bo'ladi. Biroq tozalash inshootlari ishini nazorat qilish tajribasida bu miqdorlarning birmuncha mos kelmasligiga e'tibor berilmaydi. Shuni aytib o'tish kerakki, garchi shu hisobdan kiritiladigan noaniqlik katta bo'lmasa ham, shunga qaramay, tadqiqot ishlarini o'tkazishda yo'q bo'lib ketadigan va yo'q bo'lib ketmaydigan aralashmalar namunasidagi miqdor tushunchalarini nazarga olish kerak bo'ladi.

Ergan va kolloid holatdagi aralashmalar.

Ion tarkibi. Bu ko'rsatkich faqat tabiiy va ichimlik suvlarga nisbatan tatbiq etiladi. Oqar suvlarning tuz (ion) tarkibi ularning har bir turi uchun alohida bo'ladi.

Ko'p hollarda tabiiy suvlardagi umumiy tuz miqdori Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} kationlari va HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- anionlar mavjudligi bilan tavsiflanadi va yetarli darajada aniqlik bilan aniqlanadi. Qolgan ionlar suvda kam miqdorda uchraydi, lekin ularning suv xossalari va sifatiga ko'rsatadigan ta'siri ba'zan ancha yuqori bo'ladi. Suv elektroneytral bo'lgani sababli, musbat ionlar miqdori manfiy ionlar miqdoriga tengdir:



Suvni tayyorlashning bir qancha jarayonlari uchun, masalan, yumshatish, temir tuzini yo'qotish uchun suvda kam eriydigan birikmalarni izchillik bilan hosil qiladigan va muhit pH ni sekinlik bilan ko'paytiradigan tuzlarning hosil bo'lishi haqida tasavvurga ega bo'lish lozim. Ko'rsatib o'tilgan jarayonlar asosida ishlov berishning aynan shu usulidan, ya'ni muhitning ishqoriyligini ko'paytirishdan foydalaniladi. 16- rasmda tuzlarning cho'kishi va ularning miqdorini o'lchash izchilligini aniqlash uchun diagramma keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, pH miqdori ortganda dastlab Fe^{2+} miqdoriga teng bo'lgan $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ miqdori cho'kmaga tushadi, so'ngra Ca^{2+} miqdoriga teng $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ miqdori cho'kmaga tushadi, agar HCO_3^- ionlarining konsentratsiyasi Fe^{2+} va Ca^{2+} konsentratsiyasidan ortiq yoki hech bo'lmaganda ularga

$Fe^{2+}=a$	$Ca^{2+}=b$	$Mg^{2+}=c$	$Na^{+}+K^{+}=d$
$HCO_3^{-}=e$		$SO_4^{2-}=f$	$Cl^{-}=g$
$Fe(HCO_3)_2=a$	$Ca(HCO_3)_2=b$	$Mg(HCO_3)_2=e-a-b$	$MgSO_4=a+b+c-e$
			$Na_2SO_4+K_2SO_4=e+f-a-b-c$
			$NaCl+KCl=a+b+c+d-e-f$

16- rasm. Suvdagi tuzlar gipotetik tarkibining diagrammasi
(ionlar konsentratsiyasi mg-jg/l)

teng bo'lsa, shunday bo'ladi. $Ca(HCO_3)_2$ cho'kmaga tushgandan keyin quyqaga $Mg(HCO_3)_2$, so'ngra $MgSO_4$ tushadi.

Ishqoriylik. Suvning CO_2 muvozanati. Ishqoriylik deb, suvda kuchli kislotalar, ya'ni vodorod ionlari bilan reaksiyaga kirishadigan moddalarning borligiga aytiladi. Bu tabiiy suvning muhim xususiyatlaridan biridir; oqar suvlarga nisbatan bunday xususiyatga biz loyqa suvning sifatiga baho berganda duch kelamiz, bu ish qoldiqqa biologik ishlov berish inshootlaridan biri — metantenda amalga oshiriladi.

Suvning ishqoriyligiga karbonat kislota birikmalarining holati muhim ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli bu holatni ancha batafsilroq qarab chiqish kerak.

Karbonat kislota suvda dissotsilanmagan (tarkibiy qismlarga ajralmagan) H_2SO_3 molekulari (oz miqdorda), molekular erigan uglerod dioksidi (SO_2) va gidrokarbonatlar (HCO_3^{-}) ($pH=$

= 8,4 dan kam bo'lsa) va CO_3^{2-} karbonatlar shaklida ishtirok etishi mumkin ($\text{pH} = 8,4$ dan ko'ra ko'p bo'lsa).

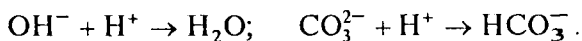
Karbonat kislotaning turli birikmalari o'rtasidagi miqdoriy nisbat birinchi va ikkinchi bosqich dissotsiatsiya tenglamalari bilan aniqlanadi.

Birinchi va ikkinchi bosqich dissotsiatsiya konstantalari K_1 va K_2 vodorod ionlari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi, shu sababli eritmada karbonat kislotaning turli shakllari mavjudligi pH bilan belgilanadi.

17- rasmdan ko'rinadiki, $\text{pH} = 3,7 \div 4$ bo'lganda suvda mavjud bo'lgan barcha karbonat kislotasi SO_2 dan iborat. pH ning ulushi ortgan sari SO_2 kamayib boradi, demak, gidrokarbonatlar ulushi ortadi. $\text{pH} = 8,3 \div 8,4$ bo'lganda amalda butun karbonat kislota gidrokarbonatlar shaklida (98%) bo'ladi, $\text{CO}_2 + \text{CO}_3^{2-}$ ulushiga 2% dan kamroq to'g'ri keladi. pH yanada oshganda (8,4) erkin SO_2 suvda bo'lmaydi, faqat gidrokarbonat va karbonat ionlari tajriba bo'ladi. $\text{pH} = 12$ bo'lganda eritmada faqat karbonatlar mavjud bo'ladi.

Ekspiriment yo'li bilan ishqoriylik tuz yoki sulfat kislotasi bilan titrlash vositasida izchil ravishda fenolftaleinli va metiloranjli indikator bilan aniqlanadi. Fenolftalein bo'yog'i $\text{pH} = 8,2-8,4$ bo'lganda pushti rangdan rangsiz holatga o'tadi, bu esa eritmaning shunday holati bilan mos keladiki, unda faqat gidrokarbonatlar qoladi. Metiloranj $\text{pH} = 4-4,3$ da, ya'ni eritmada erkin CO_2 qolganda rangini o'zgartiradi.

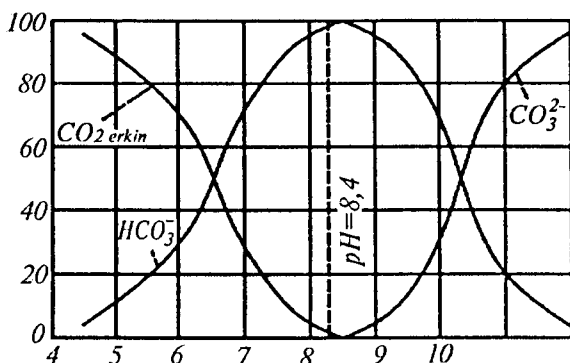
Fenolftalein bilan titrlashda OH^- — gidroksil ionlari va karbonat ionlarini neytrallash reaksiyasi sodir bo'ladi, bunda mos ravishda suv va gidrokarbonatlar hosil bo'ladi:



Demak, fenolftalein bilan titrlashga kislota sarflanishi gidroksidlar miqdoriga va karbonatlarning yarmiga ekvivalentdir, chunki karbonatlar faqat yarmiga, HCO_3^- ga qadar neytrallanadi. Shunday qilib,

$$F = [\text{OH}^-] + 0,5[\text{CO}_3^{2-}],$$

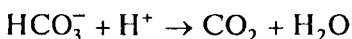
Uglerod oksid brikmalarining molar konsentratsiyalari umumiy miqdoriga nisbati % da.



17- rasm. Suvdagi pHga muvofiq CO_2 , HCO_3^- va CO_3^{2-} nisbatlari.

bunda: F — suvning ishqoriyligi, birligi mg-ekv/l; $[OH^-]$ va $[CO_3^{2-}]$ gidroksil va karbonat ionlarining konsentratsiyasi, birligi — mg-ekv/l.

Bundan buyongi titrlashda metiloranj ishtirokida gidrokarbonatlarni neytrallash reaksiyasi ro'y beradi:



Demak, kislotaning sarf etilishi neytrallash boshlanishidan to oxirigacha ionlar miqdoriga ekvivalentdir:

$$M = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

M ning kattaligi (mg-ekv/l) suvning umumiy ishqoriyligini, F esa erkin ishqoriylikni bildiradi, uni gidroksidlar va karbonatlarning yarmi taqozo etadi.

Agar suvning $pH = 4-4,3$ dan past bo'lsa, uning ishqoriyligi nolga teng bo'ladi. Sobiq ittifoq Yevropa qismi o'rta mintaqasining daryolari suvida $pH = 7-9$ dir; bu suvning ishqoriyligi, odatda, 3—4 mg-ekv/l ni tashkil etadi.

Karbonatli birikmalar suvning agressivlik xususiyatini ham keltirib chiqaradi, u suvning metallga va hatto betonga buzuvchi ta'sir ko'rsatishida o'z ifodasini topadi (bu xususiyat 4- bo'limda batafsilroq tasvirlangan).

Yuqorida aytib o'tilganidek, ishqoriylik tushunchasi bilan biz metatlenkaning ishini tavsiflaganda ham duch kelgan edik. Organik moddalarning anaerob sharoitida biokimyoviy bo'linish jarayonida loyqa suvga eng sodda yog' kislotasi va uglerod oksidli birikmalar — karbonatlar va gidrokarbonatlar ajralib chiqadi. Tuz kislotasi bilan titrlashda gidroksidlar, karbonatlar, gidrokarbonatlar va eng sodda yog'li kislotalar titrlanadi (ular siqib chiqarish reaksiyasi hisobiga shunday qilinadi). Dastlabki porsiya bitta indikator bilan titrlanadi, bunda barcha sanab o'tilgan komponentlar titrlanadi, ikkinchi porsiya boshqa indikator bilan titrlanadi, bunda faqat dastlabki uchta komponent neytrallanadi. Birinchi namunani titrlash natijalari bo'yicha ishqoriylik aniqlanadi, birinchi va ikkinchi namunani titrlash natijalari farqi bo'yicha esa eng sodda yog' kislotalari (SYOK yoki LYOK) miqdori aniqlanadi.

Qattiqlik

Suvning umumiy qattiqligi. Q_o undagi ikki valentli metallar, asosan, kalsiy va magniy kationlari konsentratsiyasini ko'rsatadi. Bu ko'rsatkich faqat tabiiy va ichimlik suvlar uchun aniqlanadi, oqova suvlarni ta'riflash uchun u ahamiyatli emas.

Tabiiy sharoitlarda bu elementlar karbonatli minerallarga uglerod oksid gazining ta'siri natijasida, shuningdek, tuproqda ro'y beradigan biokimyoviy jarayonlar tufayli suvga tushadi.

Umumiy qattiqlik quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_o = [Ca^{2+}] 20,04 + [Mg^{2+}] 12,16,$$

bunda: 20,04 va 12,16 — tegishli ravishda Ca va Mg ning ekvivalent massalaridir.

Karbonatli qattiqlik va karbonatsiz qattiqlik bo'ladi.

Ca va Mg ning miqdori, gidrokarbonatlar HCO_3^- ning ekvivalentli miqdori karbonatli qattqlik Q_k deyiladi. Agar suvdagi gidrokarbonatlar miqdori Ca va Mg $[(\text{HCO}_3^-)] > [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$ yuqori bo'lsa, u holda karbonatli qattqlik Ca va Mg ning summar miqdoriga ekvivalent bo'ladi. $[\text{HCO}_3^-] \ 61,02 > [\text{Ca}^{2+}] \ 20,04 + [\text{Mg}^{2+}] \ 12,16$ bo'lganda,

$$Q_k = Q_k = [\text{Ca}^{2+}] \ 20,04 + [\text{Mg}^{2+}] \ 12,16.$$

4- jadval

Qattqlik birliklarini qayta hisoblash

Qattqlik birligi	mg-evk/2	°H	°F	°A	ppm
1 mg—ekv/l	1	2,804	5,005	3,511	50,045
1°H=17,85 mg CaO/l	0,357	1	1,79	1,25	17,85
1°Φ=10 mg CaO/2	0,2	0,56	1	0,7	10
1°A=1 gramm CaC O ₃ /gallon	0,28	0,8	1,43	1	14,26
1 ppm = 1mg CaCO ₃ /l	0,02	0,056	0,1	0,07	1

5- jadval

Tabiiy suvlarning qattqlik darajasi

Suv tavsifi	Qattqlik, mg-evk/l	Suv tavsifi	Qattqlik, mg-evk/l
Yumshoq	<4	Qattiq	8—12
O'rtacha qattqlik	4—8	Juda qattiq	> 12

Agar kalsiy va magniy ionlari miqdori gidrokarbonatlar miqdoridan ortiq bo'lsa, suvning karbonatli qattiqligi $[HCO_3^-]$ konsentratsiyasiga teng bo'ladi. Agar $[HCO_3^-] + (61,02) < [Ca^{2+}] + (20,04 + [Mg^{2+}] + 12,16)$ bo'lsa, u holda $X_k = [HCO_3^-] + 61,02$ bo'ladi.

Umumiy va karbonat qattiqliklar orasidagi ayirma nokarbonat qattiqlik deb ataladi:

$$Q_{nk} = K_{um} - K_k.$$

Binobarin, Q_{nk} — barcha anionlar, shu jumladan kompensatsiyalanmay qolgan gidrokarbonatlar konsentratsiyalariga ekvivalent bo'lgan Ca va Mg miqdorlaridan iboratdir.

Suvning qattiqligini aniqlash natijalari mg-ekv/l larda yoki qattiqlik darajalari tarzida ifodalanadi, qattiqlik darajalari 4 turli bo'ladi: olmon darajalari ($^{\circ}N$), fransuz darajalari ($^{\circ}F$), ingliz darajalari ($^{\circ}A$) va nihoyat amerika darajalari (RRm) dan iborat.

Mg-ekv/l lar bilan ifodalangan qiymatlarni darajalarga aylantirish uchun 4- jadvaldan foydalaniladi.

Tabiiy suvlarning qattiqlik jihatidan tasnif qilinishi 5-jadvalda keltirilgan.

Daryo suvlarining qattiqligi unchalik yuqori emas (1.6 mg-ekv/l); lekin ohaktosh va gips jinslarni bosib o'tadigan daryolarning suvlari yuqoriroq qattiqlikka ega bo'ladi. Yer osti manbalarining suvlari yer usti manbalarining suvlari qattiqligiga qaraganda ancha yuqori qiymatga ega ekanligi bilan ajralib turadi.

Ichish uchun nisbatan sal qattiq suvlardan foydalanish mumkin; chunki kalsiy va magniy tuzlarining mavjudligi inson sog'lig'iga zarar yetkazmaydi; shu bilan birga, suvning ta'mini ham o'zgartirmaydi. Kattaroq qattiqlikka ega bo'lgan suv xo'jalik ishlarida bir qator noqulayliklar keltiradi, chunonchi, suv qaynatiladigan idishning ichki devorlarida quyqalar cho'kadi; kir yuvishda ko'proq suv sarflanadi. Bunday suvda go'sht va sabzavotlar kech pishadi. Ichimlik suvning qattiqligi 7 mg-ekv/l dan ortiq bo'lmasligi kerak, faqat maxsus hollardagina bu maqsad uchun qattiqligi 14 mg-ekv/l bo'lgan suvdan foydalanish mumkin. Ishlab

chiqarish maqsadlari uchun ko'pincha qattiq suv ishlatilmaydi. Masalan, aylanma suv ta'minoti tizimi, bug' qozonlarini suvga to'latishda, yuqori sifatli selluloza va sun'iy tola tayyorlash uchun qattiq suv ishlatib bo'lmaydi.

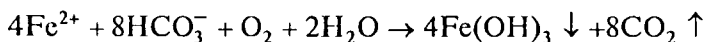
Temir va marganes birikmalari

Suv tarkibidagi temir va marganes katta ahamiyatga ega. Agar suv bilan ta'minlash manbayida bu kabi qo'shimchalar miqdori ko'payib ketsa, ularning ortiqcha qismini yo'q qilish kerak.

Kundalik ehtiyojda ishlatiladigan hamda shahar bo'yicha tarqatiladigan oqar suvlarda suvdagi temir va marganes miqdorlari aniqlanmaydi, lekin maxsus ishlab chiqarishlarni ta'minlaydigan suvlardagi temir va marganesning miqdorlarini aniqlash zarur. Temir amalda har doim yer ustidagi va yer ostidagi suvlarda uchraydi; temir birikmalarining konsentratsiyasi ayni suv havzasining geologik tuzilishiga va havzadagi gidrogeologiya sharoitlariga bog'liq bo'ladi. Temir birikmalari suvda erigan holda, kolloidlar holida va erimay qolgan shaklda bo'lishi mumkin.

Temir erigan holatda juda kichik konsentratsiyada uchraydi. Uning mavjudligi uchun zaruriy shart — suvda $\text{pH} = 7$ qiymatga ega bo'lishidir. Tabiiy suvlarda pH ning bunday qiymati bo'lishi qiyin bo'lganligi sababli Fe^{3+} ning ko'pchilik miqdori kolloidlar yoki mayda suspenziya holida uchraydi.

Ikki valentli temir suvda erigan kislorod ishtirokida tezda oksidlanib uch valentli holatga o'tadi; natijada kam eriydi, temir hosil bo'ladi va cho'kmaga tushadi:



Yer ustidagi suvlarda temir miqdorining yuqori ekanligi suvning ishlab chiqarishdan chiqqan oqova suvlar bilan ifloslanishidan darak beradi. Oqova suvda temir miqdorining ko'pligi sababli quvurlarda cho'kmalar paydo bo'ladi va suvning ta'mi buziladi. Ichimlik suvda temir miqdori 0,3 mg/l dan ortmasligi kerak. Marganes miqdori temir miqdoriga qaraganda, odatda, birmuncha kam bo'ladi. Daryo suvlarida temir miqdori 0,1 mg/l bo'lganida, marganes miqdori 0—0,05 mg/l bo'ladi. Shahardagi

oqova suvlarda temir miqdori 5—8 mg/l ga, marganes miqdori esa taxminan 1 mg/l ga teng bo'ladi.

Sulfatlar, xloridlar va silikatlar

Yer ustidagi va yer ostidagi suvlarda sulfatlarning tabiiy miqdori mineral jinslarning yemirilishi va suvli yer qavatlarida sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlar tufayli ma'lum konsentratsiyaga ega bo'ladi. Oqova suvda sulfatlar konsentratsiyasi yuqori bo'lishining sababi bu suvga, asosan, ishlab chiqarishdan chiqqan oqova suvlarning qo'shilishidir.

GOST bo'yicha markaziy suv ta'minlash manbalarida sulfat-ionlarning miqdori 500 mg/l dan ortmasligi kerak, vodoprovod suvlarida esa sulfatlarning konsentratsiyasi, odatda, 100—150 mg/l ni tashkil etadi.

Kundalik ehtiyojlardan kelib chiqadigan oqova suvlarda sulfatlar miqdori xuddi ichimlik suvlardagi kabi bo'ladi. Ishlab chiqarishdan kelib chiqadigan oqova suvlarda esa sulfatlarning miqdori juda katta, hatto 1 l da bir necha grammgacha bo'lishi mumkin.

Sulfatlarning miqdori aerob sharoitlarda o'zgarmaydi, lekin anaerob sharoitlarda (masalan, yuqorida aytib o'tilgan metantenkalarda sulfatlarni qaytaruvchi maxsus bakteriyalar ta'sirida sulfatlar va sulfidlarga qadar qaytarilib temir sulfid shaklida cho'kmaga tushishi mumkin. Bu jarayon ba'zan kam foydalaniladigan hamda uzoq vaqt qolib ketadigan vodoprovod tarmoqlarida uchraydi.

Xloridlar ko'pchilik tabiiy suvlarning tarkibiy qismini tashkil etadi. Tabiiy kelib chiqishga ega bo'lgan xloridlarning miqdori chegarada o'zgarib turadi. Lekin daryo suvlarida xloridlar konsentratsiyasi katta emas, u, asosan, 10 mg/l ga yaqin. Shu sababdan suvda xloridlar miqdorining ortiqchaligi suv manbayining oqova suvlar bilan ifloslanganidan darak beradi. Markazlashgan suv bilan ta'minlash manbalarining suvlarida xloridlarning konsentratsiyalari 350 mg/l dan ortmasligi kerak.

Ichimlik suvda xlorid va sulfatlarning eng yuqori chegara miqdori davlat sanitariya nazorati organlari tomonidan mahalliy sharoitga qarab belgilanishi kerak.

Oqova suvlardagi xloridlarning miqdori suv tozalashning fizik-kimyoviy va biokimyoviy jarayonlarida muhim ahamiyatga molik emas. Suvda bakteriyalar mavjud bo'la oladigan xloridlarning eng yuqori konsentratsiyasi haqida gapirish mumkin. Turli tadqiqotchilarning keltirgan natijalariga qaraganda, mikroorganizmlar mavjud bo'la oladigan xloridlarning eng yuqori konsentratsiyasi 5000—20000 mg/l ni tashkil qiladi. Shahar oqova suvlarida xloridlarning bu qadar yuqori konsentratsiyalari uchramaydi; bunday konsentratsiya, ba'zi (xususan neft-kimyo) ishlab chiqarish korxonalari oqova suvlaridagina uchraydi. Shahar oqova suvlarining tarkibida xloridlar konsentratsiyasi 150—300 mg/l atrofida bo'ladi.

Suvning KKT sini, ya'ni kislorodga kimyoviy talabini aniqlashda, albatta, suvdagi xloridlar konsentratsiyasini bilish kerak. Xloridlar konsentratsiyasi 200 mg/l dan ortiq bo'lsa, yoxud suvdagi ba'zi moddalarning miqdoriga oid tuzatma kiritish, yoki xlorid ionlarni oldinroq AgCl holda cho'kmaga tushirish kerak.

Oqova suv tozalash inshootlaridan o'tganida xloridlar konsentratsiyasining o'zgarmay qolishi sababli bu ko'rsatkichning inshootlarda suvni qancha vaqt turishining nazorati sifatida, ya'ni inshootga kiruvchi va inshootdan chiqib ketuvchi namunalarning nomutanosibliigi haqida xabar berishi mumkin.

Silikatlar eritmasi faqat tabiiy suvlardagina aniqlanadi, chunki suvda silikatlar miqdori geologik sharoitlar va suvda ba'zi organizmlarning bor-yo'qligi haqida ma'lumot bera oladi. Tabiiy suvda silikat kislota metasilikat kislota H_2SiO_3 ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), ortosilikat kislota H_4SiO_4 ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) va polisilikat kislota $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_4$ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) holatlarida bo'lishi mumkin. Bu kislotalar tabiiy sharoitda oz erib, suvda kolloid eritmalar hosil qiladi. Ishlab chiqarish qozonlarini ta'minlovchi suv tarkibida silikatlarining mavjudligi — noxush hodisa hisoblanadi, chunki ular qozonning ichki sirtlari (devorlar)da quyqalar hosil qiladi.

Tabiiy suvlarda erimaydigan silikat quyqasi(qum)ning bo'lishiga sabab yuvindi, axlat va oqova suvlarning toza suvga tushirilishidir. Oqova suvlarda ko'p miqdorda qum uchraydi. Uning miqdori

20—150 mg/l miqdorga yetadi; uni bevosita aniqlash qiyin, chunki bir xildagi namuna olish mumkin emas. Namuna oluvchi asbob yo'liga qum to'planib, oqova suvdan namuna olishga imkon bermaydi. Qumning miqdori — tozalagich inshootlari ishini texnologik nazorat qilish orqali aniqlanadi.

Azotli va fosforli birikmalar

Azot suvda oqsil va boshqa azot tutgan organik birikmalar va ammoniyli, nitritli va nitratli noorganik birikmalar holida bo'lishi mumkin.

Azotning tabiiy suvda organik moddalar va ammoniyli moddalar shaklida ko'p miqdorda uchrashi tabiiy suvning oqova suvlar bilan ifloslanganini ko'rsatadi. Bunday oqova suvlar kundalik uy-ro'zg'or ehtiyojlari va ishlab chiqarish chiqindilaridan kelib chiqadi. Shu sababli ichimlik suvlarda organik va ammoniyli birikmalarning bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi. Suvda oksidlangan shakldagi azot birikmasi, ayniqsa, nitratlarning borligiga asosanib uchta xulosa chiqarish mumkin: birinchisi — suvga tushgan iflos moddalarning, ya'ni ammoniy birikmalarining reaksiyaga kirishib bo'lganligini, ikkinchisi mavjud azot birikmalarining, aslida, noorganik birikmalardan kelib chiqqanligini va nihoyat, uchinchisi suvga, umuman, hech qanday noorganik iflos modda tushmaganligini ko'rsatadi.

Daryo suvlarida ammoniyli tuzlar tarkibidagi azot miqdori suvlarning oqova suvlar bilan ifloslanganlik darajasiga qarab 0 dan 1 mg/l gacha bo'lishi mumkin.

Oqava suvlarda azotli va fosforli birikmalarni aniqlashga nihoyatda katta e'tibor beriladi, chunki azot va fosfor bakteriyalar uchun eng muhim oziqlanish elementlari hisoblanadi. Ma'lumki, oqova suvlarni tozalashda asosiy usullardan biri mikroorganizmlar (bakteriyalarda sodda va suv o'simliklari) tomonidan amalga oshiriladigan biologik tozalanish hisoblanadi, buning uchun, albatta, mikroorganizmlarning yashashiga va ko'payishiga zarur sharoit (oziqa miqdori, harorat, kislorod) yaratilishi zarur. Biologik qurilmalarda bakteriyalar uchun beriladigan yetarli oziqa element-

larining miqdori analiz natijasida topiladigan $KBT_{to'yin} : N : P$ nisbati shaklida aniqlanadi (KBT биологическая потребность кислорода, ya'ni kislorodga biokimyoviy talab).

Bunda: N — ammoniy holatdagi azotning, P — erigan fosfatlar shaklidagi fosfor miqdorini ifodalaydi. $KBT_{to'liq} : N : P$ nisbat har qaysi aniq holat uchun o'ziga xos qiymatga ega. Uni quyidagicha yozish mumkin:

$$KBT_{to'liq} : N : P = 100 : 5 : 1.$$

Agar azot va fosfor miqdorlari yuqorida keltirilgan qiymatdan kam bo'lsa, aralashmaga azot ammoniy xlorid holatida hamda fosfor fosfatlar holatida qo'shiladi. Suvni tuz qo'shish bilan biologik tozalash ishlab chiqarishdagi oqova suvlarni qayta ishlash vaqtida amalga oshiriladi. Lekin bakteriyalari yetarli miqdorda mavjud bo'lgan ichimlik suvlarda azot va fosfor birikmalari yetarli darajada uchraydi. Azotning ammoniyli birikmalari karbamid (mochevina) gidrolizlanganida ham yetarli miqdorda hosil bo'ladi. Bundan tashqari, oqsillar tarkibidagi azot birikmalari ham ammoniylashuv oqibatida ammoniyli birikmalarga aylanadi. Oqova suvlardagi iflos moddalarning biooksidlanish jarayonlarida azotning o'zgarishi sxemasi 6-jadvalda keltirilgan.

6- jadval

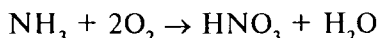
Azotning oqova suvlarda o'zgarishi sxemasi

Azot birikmalarning shakllari		O'zgarish sharoitlari	Inshoot
Dastlabki moddalar	Hosil bo'lgan moddalar		
Mochevina	Ammoniyli azot	Fakultativ	Kanalizatsiya tarmog'i
Oqsil azoti (fekaliy)	Aminokislotalar, ammoniyli azot	Fakultativ	Aerotenklar, biofiltrlar, metantenklar va hokazo
Ammoniyli azot	Oqsil azoti, bakterial hujayralar, suv o'simliklari	Fakultativ	Biofiltrlar, metantenklar, suv havzalari, buloqlar va hokazo

Bakterial hujayralarning oqsil azoti	Aminokislotalar, ammoniyli azot	Fakultativ	
Ammoniyli azot	Nitritlar, nitratlar	Aerob	Nitrifikstrlar
Nitritlar, nitratlar	Azot	Anaerob	Denitrofikatorlar
Nitritlar, nitratlar	Suv o'simliklarining hujayralari	Fakultativ	Suv havzalari, buloqlar

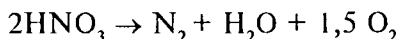
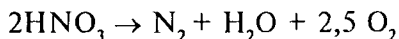
6- jadvalga ko'ra, suv havzasiga qaytarilgan holatda ham, oksidlangan holatda ham azot tushmasligi kerak. Shu sababdan hozirgi vaqtda kanalizatsiya inshootlari zimmasiga oqova suvlarni faqat organik qo'shimchalaridangina emas, balki ortiqcha azot birikmalarining barcha ko'rinishlaridan ham tozalash vazifasi qo'yilmoqda.

Ammoniyli azotni nitrit va nitratlarga aylantirish uchun katta miqdorda kislorod talab qilinadi:



Bu tenglamadan ko'rinadiki, 1 mg azotni oksidlash uchun 4,57 mg O_2 kerak.

Denitriflash vaqtida 1,73 mg nitrat azotga parchalanganida 2,86 mg kislorod ajralib chiqadi (1 mg azot bo'yicha hisoblanganida)



Denitrirlash ko'p bosqichli murakkab jarayon bo'lgani sababli sharoitga qarab turli sxemalar bo'yicha sodir bo'ladi. Yemirilishning oxirgi mahsulotlari sifatida yoxud molekular azot, yoki ammiak, yoxud azot oksidlari hosil bo'ladi; oqova suvlarda bu jarayon natijasida, asosan, molekular azot ajralib chiqadi. Fosfor birikmalari inson organizmidan chiqadigan fiziologik

ishlandiq moddalar tarkibida juda ko'p uchraydi. Keyingi yillarda oqova suvlarda fosfatlarning miqdori juda ham ko'payib ketdi, uning sababi ko'pchilik sintetik sirt-faol moddalar tarkibining 90%ini polifosfatlar tashkil etadi. Ichimlik suvdagi fosfatlarning miqdorini geksafosfat va tripolfosfat holatdagi PO_4^{3-} ionlar miqdori bilan normallashtiriladi, norma uchun bu miqdor 3,6 mg/l bo'lishi kerak.

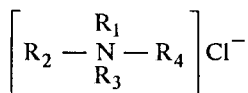
Sintetik sirt-faol moddalar (SSFM)

Sintetik sirt-faol moddalar (SSFM)ning suvda mavjud bo'lishi suv havzasining sanitariya holatini yomonlashtiradi va suvni ifloslovchi inshootlar ishiga keskin ravishda salbiy ta'sir ko'rsatadi. SSFMlarning oqova suvlarda namoyon bo'lishiga sabab kundalik uy-ro'zg'or ehtiyoji va sanoatdagi yuvindi suvlarning suv havzasiga tushishi va ho'llovchi, emulsiyalovchi, muvofiqlashtiruvchi, ararsizlantiruvchi preparatlarning qo'llanilishidir. SSFM lar ayniqsa neft, to'qimachilik va teri oshlovchi sanoatlarda ko'p ishlatiladi. Kundalik uy-ro'zg'or ehtiyojlari uchun ishlatiladigan yuvuvchi vositalarda sirt faol moddaning miqdori 20—30% ni tashkil etadi.

Ko'pchilik SSFM lar — gidrofob va gidrofil nomli ikki qismdan iborat. Uning gidrofob qismi ko'pincha bitta gidrofil guruh bilan tarkib topadi. Gidrofil qismining fizik-kimyoviy xossalriga qarab, ular uchta turda: anion-faol kation-faol, noionogen va amfoterga bo'linadi. SSFM larning har qaysi turi o'z navbatida gidrofob qismining kimyoviy tarkibiga ko'ra turlarga bo'linadi.

Anion-faol moddalarning o'zi besh turkumga bo'linadi; ular bo'ylovchilarga alkilsulfatlar, alkilaril sulfonatlar, karbon kislotalar alkilsulfatlar, neft sulfonatlar kiradi. Alkilsulfatlarning shartli formulasi $\text{R} - \text{SO}_3\text{Na}$ bilan ifodalanadi; bunda R — uglevodorod radikali (uglerod atomlarning soni 5—7 dan 8—23 gacha bo'ladi va turli darajada tarmoqlangan radikallar). Alkilarilsulfonatlar alkilsulfatlardan farqli o'laroq, aril guruhga ega, ya'ni ular benzol ($\text{R} - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_3\text{Na}$ tarkibli) halqa bor. Sulfonatlarda esa $\text{R} - \text{O} - \text{SO}_3\text{N}$ ko'rinishdagi moddalardir.

Kation — sirt-faol moddalar kation-faol turdagi uch turkumga bo'linadi. Birinchi va ikkinchi turkumlardagi moddalar tarkibida azot birikmalari ham mavjud, birinchi turkumdagi moddalarda azot — to'rtlamchi shaklda uchramaydi; ikkinchisi da — aynan to'rtlamchi shaklda uchraydi. SSFM tarkibida azot birikmasining shartli formulasi quyidagicha bo'ladi:

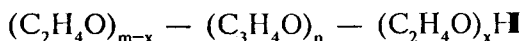


bunda: R_1 , R_2 , R_3 va R_4 — turli tarzda tarmoqlangan va turli sondagi uglerod atomlariga ega bo'lgan organik radikallar.

Kation-faol moddalarning uchinchi turkumida azot uchramaydi.

Noionogen turdagi sirt-faol moddalar yettita asosiy turkumga bo'linadi:

- oksietillangan moy kislotalar $R - COO(C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan moy spirtlar $R - O - (C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan fenollar — $R - C_6H_4O - (C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan amidlar — $R - CONH(C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan aminlar — $R - N(C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan merkaptanlar — $R - S - (C_2H_4O)_nH$
- oksietillangan polipropilenglikollar —



Polietilen va polipropilenglikol noionogen turdagi birikmalarda ayni moddaning gidrofil qismi rolini bajaradi. Oksietilen zarrachalarining soni keng chegarada o'zgarishi mumkin, ularning miqdori butun birikma molekular massasining 20% dan 70% gacha va undan ham ortiq miqdorini tashkil etishi mumkin.

Sirt-faol moddalarning to'rtinchi turi o'zining tuzilishi jihatidan kation-faol moddalarga yaqin bo'lgan amfoter moddalardir. Ularning molekularlari tarkibida kation-faol moddalarning tarkibidagi asosiy guruhlardan tashqari yana COOH kislota guruhi ham bordir.

An ion-faol moddalar butun dunyoda ishlab chiqariladigan SSFMlarning taxminan toʻrt dan uch qismini tashkil etadi. Ishlab chiqarilishi va foydalanilishi jihatidan ikkinchi oʻrinda noionogen SSFMlar turadi. Shaharliklarning oqova suvlarini tozalashda bu kiki turdagi SSFM (anionfaol va noionogen SSFM)lar qoʻllaniladi.

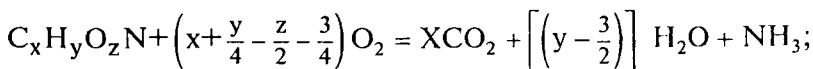
Oqova suvlarda SSFM larning ishtirok etishi zararli moddalarning choʻkish qobiliyatini pasaytiradi, biokimyoviy jarayonlarga am-xa laqit beradi, ular inshootlarda va suv havzalarida koʻpiklar hosil boʻlishiga yordamlashadi. Suv havzalarida SSFM larning mavjudligi ularga toza suv bilan birga tushadigan iflosliklar oʻz-oʻzicha tozalanish jarayonini boʻshashtiradi. Tabiiy va ichimlik suvlarda anion SSFM larning miqdori 0,5 mg/l dan ortiq boʻlishiga oʻl qoʻyilmaydi.

SSFMlar qanday turda boʻlishidan qatʼi nazar, ularning biokimyoviy oksidlanish darajasiga qarab ular quyidagi uch kategoriyaga boʻlinadi: 1) yumshoq SSFMlar; ular biologik inshootlarda yoʻq boʻlib ketishi va oksidlanishi jihatidan 75 — 85% ga boradi; 2) „oraliq“ SSFMlar; ularda bu xususiyat 60% ni tashkil etadi; 3) qattiq SSFMlar — ularda bu xususiyat 60 % dan kam boʻladi. Biologik inshootlarga faqat „yumshoq“ va miqdori 10—20 % dan ortiq boʻlmagan „oraliq“ SSFM larni tushirish meʼyor hisoblanadi (yaʼni ularni kanalizatsiyaga tushirish mumkin). Lekin „qattiq“ SSFM larni kanalizatsiyaga tushirish mumkin emas.

Oksidlanuvchanlik xillari. Oksidlanuvchanlik deganda, suvdagi barcha organik va noorganik oksidlovchilar bilan reaksiyaga kirishadigan tiklovchi (qaytaruvchi)larning umumiy miqdorini tushunmoq kerak. Tabiiy suvlarda ham, oqova suvlarda ham, organik qaytaruvchilar miqdori jihatidan ustun turadi; shu sababdan, suvning barcha oksidlanuvchanlik kattaligi organik qaytaruvchilar qiymati bilan ifodalanadi. Yana kimyoviy va biokimyoviy oksidlanuvchanliklar tushunchasi ham kiritilgan. Agar oksidlovchi sifatida kimyoviy oksidlovchi qoʻllanilsa, unda oksidlanuvchanlik — kimyoviy oksidlanuvchanlik deb ataladi; agar oksidlanish jarayoni aerob bakteriyalar yordamida amalga oshirilsa, bunday jarayonni biokimyoviy oksidlanuvchanlik deb yuritiladi.

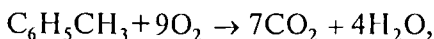
Kimyoviy oksidlanuvchanlikni amalga oshirishda ikki turli kuchsiz va kuchli oksidlovchilardan foydalaniladi; kuchsiz oksidlovchi sifatida kaliy permanganat KMnO_4 ishlatiladi, buni „permanganat oksidlanuvchanlik“, yoki oddiy oksidlanuvchanlik deb ham yuritiladi. Kuchli oksidlovchi sifatida kaliy bixromat $\text{K}_2\text{Sr}_2\text{O}_7$ yoki kaliy yodat KJO_3 qo'llaniladi ($\text{K}_2\text{Sr}_2\text{O}_7$ ning oksidlash qobiliyati KJO_3 nikiga yaqin). Bunday oksidlanishlar aniq ifoda qilish maqsadida $\text{K}_2\text{Sr}_2\text{O}_7$ bilan olib borilgan oksidlanishni „bixromat oksidlanuvchanlik“, KJO_3 vositasida olib boriladigan oksidlanish „yodat oksidlanuvchanlik“ deb yuritiladi. Bixromat va yodat oksidlanuvchanliklarning boshqacha nomlari quyidagicha: „Kislorodga kimyoviy talab“ yoki KKT (XPK — химическая потребность кислорода) deb yuritiladi, shunga o'xshatib, bakteriyalar ishtirokida sodir bo'ladigan oksidlanuvchanlikni „kislorodga biokimyoviy talab“ yoki KBE deb yuritiladi.

„Kislorodga kimyoviy talab“ — KKT (XPK) va „kislorodga moliyaviy talab“ — KBT (BPK) degan nomlar oksidlanuvchanlikning haqiqiy ma'nosini ifodalaydi, chunki bu vaqtda sodir bo'ladigan reaksiyalar suvdagi organik va mineral moddalarning oksidlanishi uchun kerak bo'lgan preparatlar miqdorini aniq ko'rsatadi, bunda $\text{S} \rightarrow \text{TSO}_2$ ga, $\text{N} \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ ga, $\text{N} \rightarrow \text{NH}_3$ ga, $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$ ga, $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$ ga o'tadi. Endi tabiiy va oqova suvlarning eng muhim tavsiflarini ko'rib chiqamiz. Nazariy KKT va tarkibida aniqlanadigan bir necha turda mavjud: masalan, nazariy KKTni buni hisoblash uchun oksidlanish reaksiyaning stexiometrik tenglamasi bo'yicha hisoblanadi (buning uchun aralash moddalarning kimyoviy tarkibi aniq bo'lishi kerak), eksperimental KKT permanganat yoki kaliy yodat eritmalarini yordamida aniqlanadi. $\text{C}_x\text{N}_y\text{O}_z\text{N}$ tarkibli organik moddalarning nazariy yoki hisob-kitobli KKTsi quyidagicha hisoblanadi. Avval moddaning oksidlanish tenglamasi tuziladi, so'ngra 1 mg moddani oksidlash uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori topiladi (uni $\text{M}_2\text{O}_2/\text{mg}$ shaklida yoziladi):



$$KKT = \frac{\left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2} - \frac{3}{4}\right) 32}{12x + y + 16z + 14}$$

Eksperimental KKT ko'p hollarda nazariy KKTdan kichik bo'ladi, chunki ba'zi turdagi organik birikmalar (bo'yoqlar, SSFmlar, murakkab uglevodorodlar va hokazo organik moddalar) KKT ni aniqlash sharoitida bixromat va kaliy yodat ta'sirida oksidlanmay qoladi. Masalan, toluolning hisob-kitobli KKT $C_6H_5CH_3$ (mg O_2 /mg) quyidagicha hisoblanadi.



$$KKT_{C_6H_5CH_3} = \frac{9 \cdot 32}{12 \cdot 7 + 1 \cdot 8} = 3,14$$

Toluolning tajribada aniqlangan $KKT = 1,86$ mg O_2 /mg ga teng'. Bu qiymatlarning bir-biriga teng bo'lmaganliklarining sababi shundaki, KKTni aniqlash vaqtida benzol halqa oxiriga qadar yemirilmaydi.

Permanganatning oksidlanuvchanligi. $KMnO_4$ ning oksidlovchilik qobiliyati $K_2Sr_2O_7$ yoki KJO_3 larning oksidlovchilik qobiliyatiga qaraganda ancha kichik bo'lganligi sababli, aniqlash sharoitida organik moddaning hammasi oksidlanishga ulgurmaydi, oksidlanish reaksiya oxiriga qadar bormaydi. Bu kabi aniqlashning ahamiyati u qadar yuqori emas, shunga qaramasdan bu usul suv bilan ta'minlash amaliyotida keng tarqalgan, chunki bu usul juda sodda; undan foydalanilganda tez natijaga erishiladi. Permanganat bilan oksidlashning bir necha ko'rinishlari mavjud: oksidlashni ishqoriy, kislotali, sovuq muhitda va biroz qizdirilgan sharoitda amalga oshirish mumkin. Lekin bu ko'rinishlarning har birida ham sulfidlar, nitritlar, ikki valentli temir, ba'zi gumin kislotalar kabi suvda oson oksidlanadigan moddalarning borligini aniqlashda bu usul yaxshi natijalar beradi. Deyarli barcha tabiiy yoki oqova suvlar uchun permanganat oksidlanuvchanlik KKTdan kichik bo'ladi.

KBT. KBTni aniqlashda oksidlovchilik rolini bakteriyalar bajaradi. Bakteriyalarning ko'pgina turi — obligat — aeroblar va fakultativ anaeroblar — ovqat sifatida suvdagi iflosliklar hisobiga yashaydi. Buning natijasida suvdagi organik moddalarning bir qismi energetik ehtiyojlar uchun sarflansa, qolgan qismi bakteriyalar tanasida hujayralar sintezi uchun sarflanadi. Energetik ehtiyojlar uchun sarflanadigan modda qismi hujayra ta'sirida oxiriga qadar oksidlanadi, ya'ni SO_2 , N_2O , NH_3 kabi moddalar hosil bo'lishi uchun ishlatiladi. Oksidlanish mahsulotlari — metabolitlar hujayralardan tashqi muhitga ajralib chiqadi. Hujayra moddasining sintezi jarayoni ham kislorod ishtiroki bilan sodir bo'ladi. Mikroorganizmlarning barcha sikllardagi sintez reaksiyalari va energiya talablari uchun kerak bo'ladigan kislorod miqdori aynan KBTga tengdir.

Bakteriyalarning hayotiy jarayonlari oqibatida oqova suv dastlabki organik qo'shimchalardan tozalanadi, lekin bakteriyalar o'zlashtira olmaydigan ba'zi organik moddalar suvda qolib ketadi, bundan tashqari, suv organik va noorganik moddalar ko'rinishida yangi qo'shimchalar metabolitlarni qabul qiladi.

KBTni analitik o'lchashning bir qancha usullari mavjud. Ular jumlasiga suyultirish, nitratlash, xloratlash, respirometrik va boshqa usullar kiradi. Amaliyotda ko'pincha suyultirish usulidan foydalaniladi. Oqova suvdan 1 qism olib, uni n qism suv bilan suyultiriladi. Hosil qilingan aralashmani oxiriga qadar kislorod bilan to'yintiriladi; buning uchun suyuqlikka kislorod puflanadi yoki kislorodga to'yingan suv bilan chayqatiladi; so'ngra tayyorlangan eritma inkubatsion shisha idishlarga solinib, shishaning og'zini havo o'tmaydigan darajada mahkam berkitiladi. Bu yo'l bilan tayyorlangan shisha idishlarni 25°C da ushlab turadigan termostatda 5 sutka va undan ko'proq vaqt qoldiriladi. Shisha idishlar ichida mikroorganizmlar bir-birlari bilan to'dalashadi, bu to'dalashuv rivojlanishi natijasida shisha ichidagi kislorodning miqdori kamayadi. Agar kamayish qiymatini suyultirish darajasiga ko'paytirilsa, KBTning son qiymati kelib chiqadi.

Kislorodning suvda mumkin bo'lgan maksimal eruvchanligi haroratga bog'liq ravishda o'zgaradi. Masalan, harorat 20°C ga

teng bo'lganida distillangan suvda kislorodning eruvchanligi 9,17 mg/l ga teng bo'ladi. Inkubatsion shishada nisbatan oz qo'shimchalar bo'lsa, ularning borligi KBT kattaligiga ta'sir etmaydi. Agar inkubatsion shisha idishdagi aralashmada ishning pirovardida 3,5 mg O₂/l kislorod qolsa, KBT to'g'ri aniqlangan hisoblanadi. Agar inkubatsiya oxirida 4 mg/l dan kamroq kislorod yutilgan bo'lsa, navbatdagi aniqlashlarda kamroq suv qo'shiladi, agar kislorodning yutilishi 6 mg/l dan ortiq bo'lsa, ko'proq suv qo'shiladi. Agar aniqlanishi kerak bo'lgan KBT taxminan ma'lum bo'lsa, suyultirish darajasini sodda yo'l bilan hisoblash qiyin emas. Ishlatiladigan kislorodning o'rtacha miqdori taxminan 5 mg/l bo'lishi kerak. Kutilgan KBT kattaligini 5 ga bo'lish natijasida tekshiriluvchi namunadagi suyultirish darajasi topiladi. KBTsi 5 mg/l dan kichik bo'lgan toza suvlarni yana suyultirishga zaruriyat yo'q. KBT so'zi tagiga uning qiymati yozib qo'yilishi kerak. Masalan, agar KBT 5 bo'lsa, uni 5 sutkada (inkubatsiyada) sarflangan kislorod miqdori deb tushunmoq kerak. Agar KBT so'zi yozilgan bo'lsa, bu belgi t sutkada sarflangan kislorod miqdorini ko'rsatadi. Ba'zan $1/(n+1)$ nisbat shaklida suyultirish darajasi ko'rsatiladi, bunday qilganda namuna to'g'ri olinganligini tekshirish qulay bo'ladi. Masalan, agar KBT₅ (1:100) shaklli belgi qo'yilgan bo'lsa, bu belgi tarkibida 1 qism oqova suv va 99 qism suyultiruvchi toza distillangan suvdan iborat besh sutkalik KBTni ko'rsatadi.

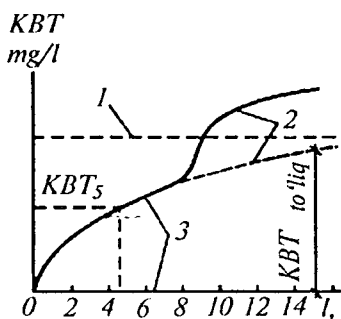
Suyultirish uchun distillangan suv ishlatiladi, bunda suvga fosfatli va ammoniyli tuzlar, temir (III) xlorid, kalsiy xlorid va magniy sulfat qo'shiladi. Bu tuzlarning yig'indisi barqaror bufer sistemani tashkil qiladi. Bu sistemadagi pH qiymati istagan inkubatsiya davomida va eritmadan CO₂ chiqishi bilan ham o'zgarmaydi. Fosfatli va ammoniyli tuzlar bufer muhit hosil qilishdan tashqari, agar tarkibida bu elementlar yo'q bo'lgan ishlab chiqarish suvlari yoki tabiiy suvlar analiz qilinadigan bo'lsa, fosfatli va ammoniyli tuzlar ovqat elementlari sifatida ham xizmat qiladi.

Suyultiruvchi suvning muhim qismi (elementi) bakterial xamirturush (achitqi) deb ataladigan modddir. Bakterial

xamirturush deganda tekshirilayotgan suvdagi organik moddalarni yemirishga qobil bo'lgan bakteriyalar urug'i yoki bakterial urug'lar aralashmasini tushunmoq kerak. Agar shahar suvlari analiz qilinadigan bo'lsa, unga bakterial xamirturush solish kerak emas, chunki shahar suvlarida har doim, qo'shimcha moddalar hisobiga rivojlanadigan saprofitlar ko'p miqdorda uchraydi. Kimyoviy toza moddalar ishlab chiqarish jarayonining oqova suvlari yoki tabiiy va ko'p tozalangan oqova suvlar analiz qilinadigan bo'lsa, suvni sun'iy usulda „ifloslamoq“ zarur. Odatda, „ifloslovchi suv“ sifatida birmuncha tozalangan xonaki suvdan (ya'ni, 1 litrida 0,5—1 mg iflos moddalar bo'lgan oqova suvdan) foydalaniladi. Xamirturush suv bilan birga qo'shilgan iflos moddalarni oksidlash uchun sarf bo'ladigan kislorod miqdori umumiy sarflanadigan kislorod miqdoridan ayirib tashlanadi, binobarin, qo'shimcha suvdan kelib chiqqan iflos moddalarni oksidlash uchun sarflanadigan kislorod miqdori tekshirilayotgan suvning KBT qiymatiga kirmaydi.

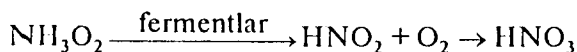
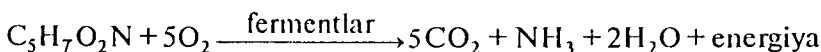
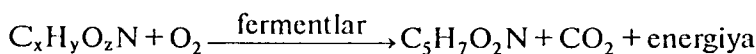
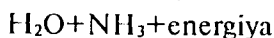
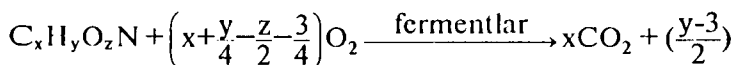
Suyultiruvchi suvning yana bir elementi sifatida nitrifikatsiya jarayonining ingibitori ishtirok etadi. Nitrifikatsiya (ya'ni ammiak azotini oksidlash) uchun sarflanadigan kislorod miqdori KBT qiymatiga kiritilmaydi. Lekin tarkibida C bo'lgan moddalarning konsentratsiyasi kichikligi bilan tavsiflanadigan, kam darajada ifloslangan oqova suvlarni analiz qilishda, inkubatsiya davrining 5-sutkasi oxirida bu iflos moddalar batamom sarflanib ketib, shisha idish ichida avtotrof mikroflora tomonidan amalga oshiriladigan N — oksidlanish jarayonlari sodir bo'ladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, tarkibida azot bo'lgan moddalarni oksidlash uchun ko'p miqdorda kislorod sarflanadi, lekin tarkibida S bo'lgan iflos moddalarning konsentratsiyasi kichikligi sababli ularni oksidlash uchun kislorod kam sarflanadi. Shu sababdan nitrifikatsiya tufayli kislorod sarflashni hisoblashda katta xatoga yo'l qo'yilishi mumkin. Bu xatodan qutilish uchun inkubatsion shisha idishga mikrofloraning S — oksidlanishiga qarshi turadigan, mikroflora (*Nitrosomonas* va *Nitrobacter*)larning N oksidlanishini ingibirlaydigan moddalar qo'shiladi. Ingibitorlar sifatida metilen-zangori, tiokarbamid va boshqa moddalar ishlatiladi. Lekin N — oksidlanish ingibitorlari doimo S — oksidlanish jarayonlarini susaytiruvchi vosita sifatida

ta'sir etadi. Bu hodisalarning oqibati tarzida sinalayotgan modda uchun topilgan KBT qiymati uning haqiqiy qiymatidan kichik bo'ladi, chunki inkubatsion shisha idishlarda C — oksidlanishiga olib boruvchi bakteriyalar kuchsiz rivojlanadi. Shu sababdan ko'pincha tajribalarni inhibitor kiritmay amalga oshiriladi, faqat KBTning vaqt bo'yicha o'zgarish dinamikasini o'rganish asosida, grafikdan foydalanib zaruriy KBT qiymati hisoblab topiladi (18- rasm).



18- rasm. KBTning to'liq grafik usulida aniqlash: 1 — KBT to'liq; 2 — kislorodning nitrifikatsiya uchun sarflanishi; 3 — S-oksidlanish uchun kislorodning sarflanishi.

Agar oqova suvdagi barcha organik moddalarni $C_xH_yO_zN$ orqali belgilasak, biologik oksidlanish vaqtidagi barcha reaksiyalar yig'indisini reaksiyalarning boshlanishi va uning oxirini ifodalovchi quyidagi sxema tarzida ko'rsatish mumkin:



bunda, $C_5H_7O_2N$ — bakteriyalar hujayra moddalarining asosiy elementlari orasidagi o'rtacha nisbatga muvofiq keladigan formula.

Yuqorida yozilgan birinchi va ikkinchi reaksiyalarning tenglamalari oqova suvdagi ($C_xH_yO_zN$ tarkibli) iflos moddaning biokimyoviy tozalash jarayoni vaqtida sodir bo'ladigan reaksiyalarning sxemasini ifodalaydi. Bu jarayon KBT, biofiltr, aeroteka, bio-

buloq va hokazolarda sodir bo‘ladi. Birinchi reaksiya hujayraning energiyaga bo‘lgan ehtiyoji uchun modda oksidlanishini ko‘rsatadi, ikkinchi reaksiya hujayra moddasi. $C_5H_7O_2N$ ning sintezi jarayonini ifodalaydi. Bu ikki reaksiyalar uchun sarf bo‘ladigan kislorod miqdori $KBT_{10'liq}$ ni ko‘rsatadi. Agar jarayon yana davom ettirilsa, dastlabki organik modda sarflangandan keyin bakteriyalarning hujayra moddasi oksidlanadi, undan keyin esa ammiak azoti oksidlanadi.

$KBT_{10'liq}$ qiymati suvning amaldagi inshootlarida tozalanishi uchun amalda sarflanadigan kislorod miqdoriga tengdir. Oksidlanish jarayoni shisha idishlarda bir necha sutka davom etadi. Inshootlarda esa bu jarayon faqat bir necha soatda tugaydi. Buning sababi sistemalarda mikroorganizmlar konsentratsiyalari orasida katta ayirma borligidir. Mikroorganizmlar konsentratsiyasi shisha idishlarda mikro miqdorda bo‘lsa, inshootlarda makromiqdorda mavjuddir. Konsentratsiyalar orasidagi ayirma bir necha millionga teng.

Shunday qilib, $KBT_{10'liq}$ har qanday bioksidlovchilarda suvning biologik tozalanish jarayonini ifodalovchi muhim texnologik tavsifidir.

Tajribada $KBT_{10'liq}$ ni nitrit va nitratlar borligi namoyon bo‘lmaguncha aniqlanadi. $KBT_{10'liq}$ ni aniqlash uchun uzoq vaqt davom etadigan inkubatsion davr talab qilinadi: uning uzoq vaqt davom etishi tekshirilayotgan qo‘shimcha xiliga, uning tabiatiga, bakteriyalar konsentratsiyasiga va ularning adaptatsiya darajasiga bog‘liq. Odatda, u besh sutkadan ortiq bo‘ladi: hatto 30—40 kungacha davom etadi. Shaharlardagi oqova suvlar uchun 8—15 kunni tashkil qiladi. Inshootlarning ishi ustidan muolijaviy taftish olib borish uchun 8—15 kun davomida analiz ishlarini bajarish nihoyatda noqulay, shu sababdan KBT_5 aniqlanadi va bu kattalik deyarli butun dunyo mamlakatlarida (faqat Finlandiyada KBT_7 dan foydalaniladi). $KBT_{10'liq}$ uchun standart tavsifi sifatida qabul qilingan. Yana shu narsani unutmaslik kerakki, $KBT_{10'liq}$ — suvning ifloslik darajasini tavsiflovchi obyektiv kattalikdir.

$KBT_{10'liq}$ topishni tavsiflovchi vaqtning uzun-qisqaligi inkubatsiya sharoitiga ham bog‘liq; lekin $KBT_{10'liq}$ ning kattaligi bu

sharoitlarga bog'liq emas. Shu bilan birga KBT_5 esa $KBT_{to'liq}$ ning noaniq qismidir; albatta, uning kattaligi namunaning inkubatsiya sharoitlarida oksidlanish tabiatga bog'liq.

KBTni aniqlashda qo'llaniladigan kislorod iste'mol qilish jarayonining matematik tasviri.

KBT egri chizig'ining inkubatsiya vaqtiga bog'liqligini ko'rsatuvchi diagrammalar murakkab tabiatga ega. Texnologik nazoratni qulaylashtirish uchun bu egri chiziqning tasvirini oddiygina ifodalashdan foydalaniladi. Bu ifoda (nitrifikatsiya boshlanmasidan avval) quyidagi tenglamadan iborat:

$$KBT_t = KBT_{to'liq} (1.10^{-kt}), \quad (1)$$

bunda: K — reaksiya tezligi konstantasi (sutka — 1 hisobida); t — inkubatsiya qancha vaqt davom etganligi, sutka.

(1) tenglamani k va t ga nisbatan quyidagicha ko'chirib yozish mumkin:

$$K = \frac{1}{t} \lg \frac{KBT_{to'liq}}{KBT_{to'liq} - KBT_t}; \quad (1)$$

$$t = \frac{1}{k} \lg \frac{KBT_{to'liq}}{KBT_{to'liq} - KBT_t}. \quad (2)$$

(3) tenglamadan qancha vaqtdan keyin $KBT_t = KBT_{to'liq}$ bo'lishini topamiz:

$$t = \frac{1}{k} \lg \frac{KBT_{to'liq}}{0} \rightarrow \infty.$$

Shunday qilib, ko'ramizki, (1) formuladan foydalanib, aniq bir vaqtga muvofiq keladigan $KBT_{to'liq}$ ni hisoblab topish mumkin emas. Bu holat tajribada kuzatiladigan natijalarga muvofiq kelmaydi; bu esa jarayonni matematik jihatdan aniq tasvirlashning yetarli emasligi natijasidir.

(1), (3) tenglamalarni amalda qo'llash uchun ma'lum chegara topishga to'g'ri keladi. $KBT_{to'liq}$ uchun uning kattaligining 99% ini

qabul qilsak, ya'ni KBT to'liq qiymatini 99% ga teng deb olsak, qancha vaqtdan keyin jarayon 99% tugashini topsak, quyidagi ifodani yoza olamiz:

$$KBT_t = 0,99 \ KBT_{to'liq}$$

$$t = \frac{1}{k} \lg \frac{KBT_{to'liq}}{KBT_{to'liq} - 0,99 \ KBT_{to'liq}} = \frac{2}{k}$$

ni topamiz.

KBT_{to'liq} ga erishish vaqti oksidlanish jarayoni tezligining funksiyasi ekanligini ko'ramiz, lekin bu bog'lanish teskari proporsiya bog'lanishli, binobarin giperbola shaklida bo'lishi kerak. Eksperimental kuzatishlarning ko'rsatishiga qaraganda, K ning qiymati oksidlanadigan moddalarning tabiatiga bog'liq. Shaharlardagi oqova suvlar uchun bu kattalik, har doim, 0,15 dan 0,25 sutka 1 ga qadar, biologik jihatdan tozalangan suvlar uchun 0,08 dan 0,12 sutka 1 ga qadar o'zgaradi.

K ning qiymatiga nisbatan KBT_{to'liq} ga erishish vaqti quyidagi miqdorga ega:

kun, sutka⁻¹ 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,4

KBT_{to'liq} ga erishish

Vahti (sutka hisobida): 40 20 13,3 10 8 6,7 5

Oqova suvlarni tozalash amaliyotida: „KBT_{to'liq} har doim KBT 20 ga teng“ degan tasavvur o'rin olgan. Bu tasavvur birgina holda (ya'ni K = 0,1 sutka⁻¹ bo'lganidagina) haqiqatga to'g'ri keladi. Faqat tozalangan suv uchun bu fikrni aytish mumkin.

K ning o'lchamligini faqat KBT_t = 0,9 KBT_{to'liq} bo'lgandagina (2) tenglama asosida aniqlanishi mumkin:

$$K = \frac{1}{t} \lg \frac{1}{1 - 0,9} = \frac{1}{t}$$

$$K = \frac{KBT_{to'liq}}{KBT_5} = \frac{1}{1 - 10^{-5k}}$$

Agar shahar oqova suvlari uchun K = 0,17, toza suvlar uchun K = 0, deb qabul qilinsa, shahar oqova suvi uchun qayta hisoblash koeffitsiyenti:

$$K = \frac{1}{1 - 10^{-5,0,17}} = 1,16$$

tozalangan oqova suvlar uchun:

$$K = \frac{1}{1 - 10^{-5,0,08}} = 1,67$$

ekanligini topamiz.

Suv tarkibidagi maxsus qo'shimchalar

Suvdagi maxsus qo'shimchalar turkumiga kiradigan organoleptik, gigiyena va kimyoviy xossalariga ta'sir ko'rsatadigan qo'shimchalarini, shuningdek, tabiiy va oqova suvlarni texnologik usullar bilan qayta ishlashda (ko'pincha salbiy) ta'sir ko'rsatuvchi qo'shimchalarni kiritish kerak. Zaharli moddalar ham shu turkumga kiritiladi.

Tabiiy va ichimlik suvlarni tavsiflashda suvda ftor va yod birikmalarining mavjudligi gigiyena jihatidan ahamiyatga ega. Ichimlik suvda ftorning konsentratsiyasi 0,5 mg/l dan kam va 1,5 mg/l dan ortiq bo'lmasligi kerak; shunga ko'ra, agar tabiiy suvda ftorning miqdori ko'p bo'lsa, bu suv ftorsizlantiriladi (ftor kamaytiriladi), agar ftor konsentratsiyasi 0,5 mg/l dan kam bo'lsa, unga ftor birikmasi qo'shiladi.

Suvdagi konsentratsiyasi ma'lum chegara qiymatdan ortiq bo'lmasligi kerak bo'lgan zaharli moddalar qatoriga berilliy, molibden, mishyak (margimush), qo'rg'oshin, selen, stronsiy, kadmiy, simob birikmalari, sianidlar, poliakrilamid, polisiklik uglevododorodlar ham kiritiladi.

Yana shuni aytib o'tish kerakki, suvda bir necha zaharli yoki zaharli bo'lmasa ham, suvning ta'miga ta'sir ko'rsatadigan bir necha moddalar bor bo'lsa, ularning „yo'l qo'yish mumkin bo'lgan konsentratsiyalari“ (PDK) normativiga nisbatan yig'indisi 1 dan katta bo'lmasligi kerak. Bu talabga javob beradigan hisob-kitob quyidagi ifoda bo'yicha olib boriladi:

$$\frac{C_1}{C_1} + \frac{C_2}{C_2} + \dots + \frac{C_n}{C_n} = 1 \quad (4)$$

bunda: $C_1, C_2, \dots, C_n$ lar suvdagi moddalarning konsentratsiyalari, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ lar shu moddalarning suvdagi „yo‘l qo‘yish mumkin bo‘lgan“ mg/l hisobidagi normativ konsentratsiyalari.

Ko‘p hollarda oqova suv joylashgan manbalardan xo‘jalik uchun ichimlik suv olib ishlatiladigan bo‘lsa, bunday suvni murakkab tabiatdagi turli-tuman moddalardan tozalash muammosi mushkul masala bo‘lib qoladi. Bunday suvda yuqorida aytib o‘tilgan moddalardan (komponentlardan) tashqari pestitsidlar, gerbitsidlar, saraton (rak) kasalligi tarqatuvchi moddalar va hokazo qo‘shimchalar bo‘lishi mumkin. Bu iflosliklarning ko‘pchilik qismi ma‘lum usullar bilan suvga ishlov berish natijasida yo‘qotiladi.

Oqova suvlarni, ayniqsa, ishlab chiqarishdan hosil bo‘ladigan suvlarni tavsiflashdagi zararli qo‘shimchalar jumlasiga qayta ishlash sohasida uchraydigan qo‘shimcha moddalar (neft, moy, fenollar) neftni qayta ishlash sanoati chiqindilarida bo‘lishini, xrom, sulfidlar terizavodlaridan chiqadigan oqova suvlarda borligini, bo‘yoq SSFM kiyim-kechakka bo‘yoq-pardoz beradigan fabrikalardan chiqadigan oqova suvlarda bo‘lishini va zaharli metall hamda metallmaslar borligini e‘tiborga olish kerak. Ishlab chiqarishlarning oqova suvlarini shahar kanalizatsiya tarmog‘iga yoki oqova suvini biologik tozalash uchun aerob va anaerob inshootlarga tushirish vaqtida har qaysi elementning suvdagi miqdori yo‘l qo‘yilgan normativdan ortib ketmasligiga e‘tibor berish kerak, aks holda, bakterial metabolizm izdan (chegara qiymatlaridan) chetga chiqib ketishi mumkin.

Yuqorida ko‘rib o‘tilgan elementlarning suvdagi chegarasi yoki bo‘lishiga yo‘l qo‘yilgan konsentratsiyalari (PDK) deyarli kichik qiymatlarga ega. Masalan, suvni aerob tozalash inshootlarida qo‘rg‘oshin uchun yo‘l qo‘yilgan konsentratsiya 0,1 mg/l, uch valentli xrom uchun 2,5 mg/l, rux uchun 1 mg/l. Agar suvda bir xil ta‘sir ko‘rsatadigan bir necha moddalar yig‘indisi bor bo‘lsa, har birining yo‘l qo‘yiladigan konsentratsiyasi (4) formula bo‘yicha hisoblanadi.

Suvda erigan holatdagi gazlar. Tabiiy manbalar suvida ko‘p uchraydigan gazlar jumlasiga, asosan, kislorod, karbonat angidrid (SO_2) va vodorod sulfid (H_2S) kiradi. Suvda kislorod va karbon

dioksidning bor bo'lishligi ichimlik suvning sifatiga ta'sir etmaydi, lekin suvdagi metall va betonda korroziyani kuchaytiradi.

Ochiq ifloslanmagan suv havzalarida erigan kislorod miqdori 8—9 mg/l bo'lib, to'yinish darajasiga yaqin qiymatga ega. Ba'zan kislorod miqdori ayni haroratda to'yinish darajasidan ortiq miqdorlarda uchraydi; bu holat suv kislorod bilan o'ta to'yingan va suvda erimagan erkin kislorod borligidan xabar beradi. Yer yuzidagi suv manbalarining sirtqi va sirtga yaqin qismlarida kislorodning miqdori o'sha manbaning chuqur joylaridagiga qaraganda ortiqroq bo'ladi: buning sababi shundaki, suv sirtida kuchli aeratsiya va samarali darajada fotosintez jarayonlarining sodir bo'lishidir.

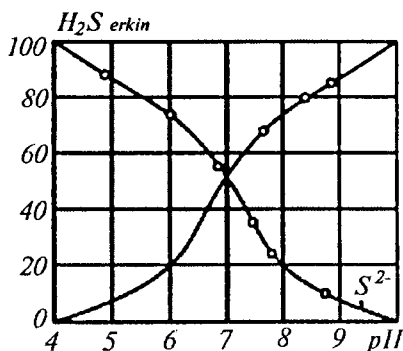
Ifloslangan oqova suvlarda kislorod butunlay uchramasligi ham yoki uning konsentratsiyadan 0,5—1 mg/l dan ortiq bo'lmisligi ham mumkin. Suvda erigan kislorod miqdorini aniqlash — tozalangan oqova suvlarni tavsiflashda va biooksidlovchining erigan kislorodga to'yinganlik darajasini bilishda muhim ahamiyatga ega. Mikroorganizmlarning normal darajada hayot kechirishi uchun zarur bo'lgan minimal miqdori 2 mg/l ni tashkil etadi. Ayrim mualliflar fikriga qaraganda, kislorodning minimal miqdori 2 mg/l dan kam bo'lishi kerak; lekin bu fikrlar qabul qilinmagan.

Tozalanib suv havzalariga chiqariladigan oqova suvlarda erigan kislorod miqdori, odatda, 4—8 mg/l ni tashkil etadi.

Ba'zi yer osti suvlarda vodorod sulfid uchraydi, uning Yer yuzidagi suv havzalarida topilishi o'sha manba suvining oqova suvlarga qo'shilishidan ifloslanganligi haqida xabar beradi.

Suvda vodorod sulfid erigan molekular H_2S , gidrosulfid ion HS^- va sulfid ion S^{2-} lar ham bo'lishi mumkin. 19-rasmda bu shakllardagi H_2S birikmalarining turli pH dagi miqdorlari diagramma shaklida keltirilgan.

Agar suvda H_2S va temir bor bo'lsa, temir (II) sulfid FeS ning juda yupqa cho'kmasi hosil bo'ladi. Bu hodisa ba'zan vodoprovod naylarining suv kam almashinib turadigan nuqtalarida kuzatiladi. Sulfatlar qaytaruvchi bakteriyalarining hayotiy amaliyoti oqibatida sulfidlarga aylanadi, sulfidlar temir ionlari bilan reaksiyaga kirishib temir sulfidni hosil qiladi.



19-rasm. Suvda pH qiymatiga bog'liq darajada H_2S , HS^- va S^{2-} larning mavjudligini ko'rsatuvchi diagramma

Vodorod sulfid — zaharli gaz, suvni badbo'y qiladi, xo'jalik-ichimlik suvlarda H_2S ning bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi.

VII. 5. Biologik ifloslantiruvchilar va tabiiy hamda oqova suvlar sifatining sanitariya-bakteriologik ko'rsatkichlari

Tabiiy va oqova suvlarning mikrofonusi nihoyatda xilma-xil. Uning sifat va miqdor tarkibi, birinchi navbatda, suvning tarkibiga bog'liq. Yerning chuqur joylaridagi juda toza artezian suvlarda butunlay deyarlik bakteriyalar uchramaydi, chunki bu suv manbalari yuqorisida bo'lgan qavatlar suv manbayini gorizontol holatdagi qavatlar bilan uchrashishdan himoya qiladi.

Ochiq havzalar suvi tarkibining o'ziga xos xususiyati yil fasllarida o'zining miqdoriy va mikronufuz turlarini o'zgartirishdan iboratdir. Yer sirtidagi manba suvlarining bakterial ifloslanishi, asosan, bu suv havzasi tarkibida organik, mineral moddalar mikroorganizmlar bor bo'lgan joylardan iflos va oqova suvlarning kelib tushishidan iborat.

Kundalik ehtiyoj oqova suvlarning mikroflorasi (o'simliklar olami), asosan, inson ichaklaridan va tanasidan chiqadigan mikroorganizmlardan va turli jism sirtlaridan yuvilib tushadigan iflosliklardan tashkil topadi. Insondan chiqadigan fiziologik iflosliklar bilan birga 1 sutkada bir necha trillion mikroblar oqova suvlarga tushadi. Ular ichida

ko'pchilik qismini ichak tayoqchalari, laktobatsillar, entrokokklar, zamburug'lar, eng sodda ibtidoiy jonivorlar tashkil etadi. Ba'zi ishlab chiqarishlarning chiqindilari shahar kanalizatsiyasiga tushirilganida ular bilan birga sanoatda ishlatilishi mumkin bo'lgan moddalar, maxsus mikroorganizmlar (zamburug', aktinomitsetlar, achitqilar va hokazolar) ham oqova suvlarga o'tib ketadi.

Sanitariya mikrobiologiyasi nuqtayi nazaridan qaraganda, suvning sifatini aniqlashdan maqsad odamlar sog'lig'i uchun sanitariya-epidemiologiya jihatdan xavotirlik bor yoki yo'qligini bilib olishdan iborat. Suv odam organizmida turli xastaliklar, asosan, ichak kasalliklarini bunyodga keltiradigan mikroorganizmlarni uyg'otuvchi vosita rolini bajaradi. Odamlardan, hayvonlardan chiqadigan, kir yuvganda, hayvon (qoramol)larni sug'organda ajraladigan chiqindilar bilan birga patogen mikroorganizmlar ham suvga tushib qoladi.

Suv orqali ichki terlama, dizenteriya, vabo, infeksiyon gepatit va boshqa kasalliklar tarqaladi.

Suvning sifatini nazorat qilish maqsadida barcha tur infeksiya tarqatuvchi, uyg'otuvchi mikroorganizmlarni bevosita miqdoriy aniqlashni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki ularning xili ko'p bo'lganidan analiz nihoyatda katta qiyinchiliklar tug'diradi. Shu sababli amaliy sanitariya mikrobiologiyasida turli xil infeksiyalarining patogen mikroorganizmlar ta'siridan zararlanishi potensial imkoniyatini bevosita yo'llar bilan aniqlashdan foydalaniladi.

Suvning sifatini sanitariya-bakteriologiya jihatdan tavsiflash uchun ikkita asosiy ko'rsatkich aniqlanadi: biri — mikroblar soni va ikkinchisi — Koli guruhidagi bakteriyalar sonidir.

Birinchi ko'rsatkich suvdagi aerob saprofitlarning barcha xillari haqida umumiy tasavvur beradi; shu sababdan u ko'pincha aerob saprofitlarning umumiy hisobi yoki to'g'ridan-to'g'ri umumiy hisob deb ataladi. Mikroblar sonini aniqlash uchun standart go'sht-pepton yelim (MPA) muhiti „ekin ekish“ usulidan foydalaniladi. MPA go'sht pishirilgan sho'rvadan tayyorlanadi, buning uchun 1 l 10 g peptonga 5 g NaCl va 20 g yelim (agar-agar) qo'shiladi, natijada zich gel (zich iviq) hosil bo'ladi. Ana shunday MPA — muhit standart sifatida qabul qilingan, buning sababi shundaki, MPA ning tarkibi ko'pchilik saprofitlarning tanovul

qiladigan ozig'i tarkibiga muvofiq keladi. Unga ekilgan „mikroorganizm urug'i“, ya'ni „ekin“ 37°C da 24 soat inkubatsiya qilinadi. Mikroblar soni 1 ml suvda hosil bo'lgan sirtidagi hujayralar soni bilan ifodalanadi. Oqova, tabiiy va vodoprovod suvidagi mikroblar soni bir xil usulda aniqlanadi. Lekin tarkibida mikroorganizmlar ko'p bo'lgan oqova va ko'pchilik tabiiy suvlarni analiz qilishda suv namunasi avval ma'lum darajada suyultirilib, so'ngra analiz qilinadi.

Aerob saprofitlar suvdagi umumiy mikroblar sonining faqat bir qismini tashkil etadi, lekin ular suv sifatining sanitariya ko'rsatkichi hisoblanadi; buning sababi shundaki, suvning organik moddalar bilan ifloslanish darajasi bilan suvdagi mikroblar soni orasida to'g'ri proporsional bog'lanish mavjud. Undan tashqari, tadqiqotchilar fikriga qaraganda, suvning mikroblar soni qanchalik yuqori bo'lsa, bunda suvda patogen mikroorganizmlarning mavjud bo'lish ehtimolligi shunchalik yuqori qiymatga ega bo'ladi. ГОСТ 2874 — 73 ga muvofiq vodoprovod suvining mikroblar soni 100 dan katta bo'lmasligi kerak. Tabiiy suvlarga kelganda, bu ko'rsatkich turli suv havzalari uchun juda katta chegarada o'zgaradi, undan tashqari biror havzadagi mikroblar soni yil fasllarida ham o'zgarib turadi. Toza havzalarda aerob saprofitlar soni o'nlar yoki yuzlar bilan ifodalansa, ifloslangan va juda iflos havzalarda aerob saprofitlar soni yuz ming va millionlarni tashkil etadi.

Suv sifatining ikkinchi xarakterli ko'rsatkichi, ya'ni Koli (ichak tayoqchalari) guruhiga kiruvchi bakteriyalar soni ayni suvda istiqomat qila oladigan patogen mikroorganizmlar borligi bilan tavsiflanadi.

Koli guruhidagi bakteriyalar enterobakteriyalar oilasiga kiradi. Ular sporasiz tayoqchalar, fakultativ anaeroblar bo'lib, 37°C da laktozani achitib glukozaga aylantiradi; natijada oksidaz aktivlikka ega bo'lmaydi. Ular inson va hayvonlarning ichaklarida doimo yashovchi mikroorganizmlardir. Ular doimo ko'p miqdorda tashqi muhitga chiqadi. Ularning bu muhitdagi umri patogen mikroorganizmlar umriga qaraganda ancha uzun bo'ladi. Ular ko'pchilik infeksiya uyg'otuvchi mikroorganizmlarga qaraganda xlor ta'siriga ko'proq chidamli bo'ladi. Koli guruhidagi bakteriyalar o'zlarining ana shu xossalari tufayli sanitariya-ko'rgazma mikroorganizmlar sifatida ishlatiladi. Suvda koli — bakteriyalarning mavjudligi bu suvning

fekal ifloslanganini ko'rsatadi. Koli shakllarni miqdoriy analiz qilish uchun fuksinsulfat agar-agar (yelim) ishlatiladi (ya'ni Endo muhit tayyorlanadi). Endo muhit tayyorlash uchun olovda (yoki plitada) qizdirilib suyuqlantirilgan MPAning 10 millimetriga fuksinasosning 10 ClH_2 eritmasi, 5 g kimyoviy toza laktoza qo'shiladi (laktoza qo'shilishdan avval bir necha millimetr suvda eritilgan bo'lishi kerak), so'ngra unga natriy sulfitning suvdagi 10% li eritmasidan och-qizil (pushti) rang paydo bo'lguncha qo'shiladi.

Oqova yoki ifloslangan tabiiy suvni analiz qilishda Endo muhitiga oldin suyultirilgan mikroob namunasi ekiladi, so'ngra 37°C da 24 soat inkubatsiya qilingandan keyin, unib chiqqan „ekindagi“ xarakterli turkum (koloniya)lar soni hisoblab topiladi.

Vodoprovod va toza tabiiy suvlarni analiz qilishdan ilgari suvni membranali filtrdan o'tkazib, suvdagi mikroorganizmlarning konsentratsiyasi kattalashtiriladi, so'ngra analizga o'tiladi. Analiz natijalarini koli-indekslar, ya'ni 1 l suvda bo'lgan bakteriyalar soni tarzida ifodalanadi. Ba'zan qayta hisoblab, analiz natijalarini koli-titrlar bilan ifodalanadi; koli-titr deganda, o'zida bitta ichak tayoqc hasi tutuvchi minimal (ml lar hisobidagi) suvning hajmini tushun moq kerak: koli-titr = koli-indeks.

ГОСТ 2874-73 ga muvofiq vodoprovod suvining koli-indeksi 3 dan ortiq bo'lmasligi kerak. Suv bilan ta'minlovchi manbalar uchun ruxsat etilgan koli-indeks suvning qanday usulda tozalashga mo'ljallanganligiga bog'liq. Agar suvni tozalash faqat xlorlash bilangina chegaralansa, ayni manbadagi suvning koli-indeksi 1000 dan ortiq bo'lmasligi kerak; agar suv to'liq tozalanadigan bo'lsa, unday manbaning koli-indeksi 10000 ga teng bo'ladi.

Ayrim hollarda sanitariya-epidemiologiya ko'rsatkichlari zarur bo'lganida, suvda qancha enterokokklar, enteroviruslar, salmonellalar borligini aniqlash zarur bo'lganida suvdagi patogen mikroflorani tekshirish zarurati tug'iladi.

Yer sirtiga joylashgan suv manbalari uchun sanitariya-bakteriologiya testlaridan tashqari, yana gidrobiologik kuzatishlar ham talab qiladi.

Suv namunasini mikroskop bilan qarab fito va zooplanktonlarning hujayralari soni topiladi. Bu ko'rsatkichlar yil fasllari o'zgarishi bilan o'zgaradi; bu o'zgarishlar mikroorganizmlarning miqdorida ham, turlarida ham yuz beradi.

Bahor-yoz fasllarida suvo'tlari (suv havzalari gullab), Yer sirtidagi havzalarda fitoplanktonlar miqdori ortadi; ularning soni 1 ml suvda 50 ming hujayraga yetadi. Yoz faslida zooplankton turli ko'rinishlarga ega bo'ladi: unda qisqichbaqa shaklidagi ibtidoiy kolovratkalar, dreysen molluskalari shaklidagi lichinkalar bo'ladi. Suvda bentos organizmlar: chuvalchang, hasharotlar lichinkasi ham bo'lishi mumkin. Qish mavsumida suvda, asosan, eng sodd qisqichbaqasimon bakteriyalar uchraydi. Zooplankton organizmlar sonini, odatda, 1 m³ suvda bo'lgan ekzemplyarlar soni bilan ifodalanadi. Sobiq SSSRning Yevropa qismidagi o'rta mintaq daryolarida zooplanktonlarning konsentratsiyasi suvning 1 m³ da 100—10000 ekzemplarlarini tashkil qilardi. Suv manbalarda qurolsiz ko'zga ko'rinadigan organizmlar ham uchraydi. Ularning sonini ham 1 m³ suvda bo'lgan ekzemplyarlar soni bilan ifodalanadi. Ularning soni zooplankton organizmlar soniga qaraganda kam bo'ladi.

Ichimlik suvlarda plankton organizmlar ham, qurolsiz ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan organizmlar ham bo'lmazligi kerak.

Oqova suvlarni sanitariya-epidemiologiya jihatdan to'liq ravishda tavsiflash uchun mikroob soni va koli-testlardan tashqari, uchinchi ko'rsatkich — gelmintlar tuxumlari soni nomli o'lchov belgisi kiritilgan.

Oqova suvda gelmintlar tuxumlari miqdori barcha turdagi bionufuslarning umumiy sonini va ayrim bionufuslarning gelmintlar bilan zararlanganini, binobarin, o'sha nufuzli joyning sanitariya holati qay darajada ekanligini tavsiflaydi. Oqova suvlarda askaridalarining tuxumlari eng ko'p uchraydi. Ular suvdagi umumiy gelmintlar tuxumlari sonining deyarli 92 % ini tashkil etadi. Qolgan 8% ni vlasoglav, ostritsa, keng lentes tuxumlari egallaydi.

Savol va topshiriqlar:

1. *Suvning sifati deb nimaga aytiladi?*
2. *Qanday usulda tabiatda suv aylanadi?*
3. *Qanday suv turlarini bilasiz? Misollar keltiring.*
4. *Suvning sifatini sanitariya-bakteriologiya jihatdan necha usul bilan aniqlash kerak?*

VIII bob. SUV SIFATIGA BAHO BERISH

Avval aytib o'tilganidek, uning sifati suvning u yoki bu xossalari aniqlaydigan turli-tuman ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi. Suvning sifatini tavsiflovchi ko'rsatkichlarning umumiy sonidan ko'pchiligi suvning kelib chiqishi va qanday maqsad uchun ishlatilishiga qaratilgan bo'ladi. Lekin shuni ham aytib o'tish kerakki, suvning ifloslanganlik darajasiga va qayerda (va qaysi maqsadda) ishlatilishiga qarab suvning sifatini tavsiflovchi ko'rsatkichlar yig'indisi tubdan o'zgarishi mumkin.

VIII. 1. Tabiiy va ichimlik suvlar

Suvning sifatini tavsiflovchi ko'rsatkichlarning ba'zilari, asosan, tabiiy va ichimlik suvlari hamda sanoat-vodoprovod suvlari uchun muvofiq keladi. Bu kabi ko'rsatkichlar jumlasiga suvdagi ionlar tarkibi, tuzlarning umumiy miqdori, hidi va ta'mi, qattiqligi, suvdagi ishqor miqdori, temir va marganes miqdori kiradi.

Suv qanday maqsadda ishlatilishiga qarab, undan turlicha sifatlar talab qilinadi. Masalan, qattiqlik konsentratsiyasi 7 mg-ekv/l bo'lgan tuzlar ichimlik suvining sifatiga ta'sir etmaydi. Lekin shunday qattiqlikka ega bo'lgan suv bug' qozonlari uchun ishlatilishi mumkin emas. Agar suvning loyqalik ko'rsatkichi 1,5 mg/l dan ortiq bo'lsa, bunday ichimlik suvining organik xossalari yomonlashgan bo'ladi: u faqat estetik nuqtayi nazardangina emas, balki sanitariya jihatidan ham xavfli hisoblanadi. Lekin sovutkichlar sistemasidan chiqqan suvning loyqaligi bu suvnikidan 10 marta ortiq bo'lsa-da, undan sanoatda sovutkich sifatida foydalanish mumkin.

Texnologik jarayonlarda ishlatiladigan suvning sifatiga qo'yilgan talablar turli-tuman bo'lib, ishlab chiqarish turiga muvofiq kelishi kerak. Masalan, teri ishlanishining dastlabki bosqichlarida tabiiy

suvlardan hech qanday tozalamasdan foydalanish mumkin; bu yerda faqat bittagina shartni e'tiborga olish kerak: unday suvda erimagan moddalarning konsentratsiyasi 500 mg/l dan ortiq bo'lmashligi kerak, oziq-ovqat sanoatida faqat ichimlik suvdan foydalaniladi; dori moddalar ishlab chiqarishda esa tarkibida tuzi bo'lmagan distillangan suv talab qilinadi.

Ayniqsa ichimlik suvni normalashga qattiq talab qo'yiladi. Maishiy-vodoprovod suvlarining sifatini standartlash — infeksiyon va noinfektsion kasalliklarning kelib chiqishi va xalq orasida rivojlanishiga qarshi ko'riladigan eng muhimi profilaktik choralaridan biri hisoblanadi. ГОСТ 2874-73 ga muvofiq ichimlik suvining sifati uch normativdan kompleks ravishda foydalanish bilan tavsiflanadi; bu uch normativga me'yorga rioya qilish suvga ajoyib organoleptik xossalarni bag'ishlaydi:

1) ularga organoleptik ko'rsatkichlar — xossalarni berish; 2) suvning kimyoviy tarkibini zararsizlantirish (bu chora sanitariya toksikologik ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi); 3) suvni epidemiologik jihatdan xatarsiz qilish (buni bakteriologik ko'rsatkichlar deyiladi).

Ichimlik suvning organoleptik xossalari quyidagi tartibda normalashtiriladi: Odam sezgi organlariga ta'sir etishi asosida normalashtirish:

hidi, ta'mi	≤ 2 ball
rangi	≤ 20 gradus
loyqaligi	≤ 1,5 mg/l

Suvga organoleptik yaxshi xossalarni beradigan moddalar konsentratsiyasi:

quruq qoldiq	≤ 1000 mg/l
xloridlar	≤ 350 mg/l
sulfatlar	≤ 500 mg/l
temir	≤ 0,3 mg/l
umumiy qattiqligi	≤ 7 mg-ekv/l

Ayrim hollarda quruq qoldiqlari 1500 mg/l va qattiqligi 10 mg-ekv/l bo'lgan suvlardan foydalanishga ruxsat etiladi.

Suvdagi kimyoviy moddalarning sanitariya-toksikologik normativlari quyida keltirilgan mg/l lar hisobidagi konsentratsiyalar bilan ifodalanadi:

tabiiy suvlarda uchraydigan elementlar uchun:

berilliy	0,0002 mg/l,
molibden	0,5 mg/l,
mishyak	0,05 mg/l,
nitratlar	10 mg/l,
qo'rg'oshin	0,1 mg/l,
stronsiy	2 mg/l,
selen	0,001 mg/l,
ftor	0,7—1,5 /iqlim zonasiga qarab.

Suvni qayta ishlashda qo'shiladigan moddalar:

poliakrilamid 2

Suvning sanitariya-epidemiologik xavfsizligi saqlanib qolishi uchun quyidagi talablar ta'minlanishi kerak:

suyultirilmagan suvning 1 ml da

bor bo'lgan bakteriyalar soni ≤ 100 ,

ichak tayoqchalari (Endo usuli bilan

membrana filtrlar yordamida aniqlangan

bakteriyalar konsentratsiyasi) ≤ 3 .

Suv sifatiga nisbatan qo'yilgan talablar faqat suvni tozalash usullari to'g'ri tanlanganida va suv bilan ta'minlash havzalari bu talablarga muvofiq ravishda tayyorlanganida qanoatlanarli darajada bajarilishi mumkin. Ichimlik suvi bilan ta'minlash manbalarida tayyorgarlik ishlari shundan iborat bo'lishi kerakki, bu yerda suvda uchrashi mumkin bo'lgan xloridlar, sulfatlar va, umuman, barcha tuzlar (quruq qoldiq usuli bo'yicha) GOCT 2874-73 ga muvofiq ravishda normallashtiriladi; buning sababi shundaki, suvni tozalash kommunal vodoprovod stansiyalarda suvni qaytadan chuchmal holatga keltirilmaydi.

Agar suv bilan ta'minlash manbalarida suv mikroorganizmlardan zararsizlantirilganidan keyin, vodoprovodlarga berilishidan avval yana tozalanmaydigan bo'lsa, suv manbayining kolli-indeksi

1000 dan ortiq bo'lmisligi kerak. Agar suv to'liq tozalangan bo'lsa, suv bilan ta'minlash manbayining kolli-indeksi 10000 ga qadar bo'lishi mumkin. Suv bilan ta'minlash manbayidan suvning sifatini pasaytiradigan, lekin hozirgi zamon usullari bilan tezda suvdan yo'qota olmaydigan moddalar bo'lmisligi kerak. Agar tabiiy suvdagi iflos moddalarni u yoki bu usullar bilan yo'qotish mumkin bo'lsa, bu suvlardagi iflos moddalar konsentratsiyalari tozalash uchun qo'llaniladigan usulning samaradorligiga muvofiq kelishi kerak.

Agar bu talabga bitta xossasi bo'yicha javob bera olmasa, GOCT 2761-57 talablariga muvofiq kolli-indeksi 10000 dan ortiq bo'lsa, bunday suvni maxsus usul bilan qaytadan tozalashga to'g'ri keladi.

Turli tarkibga ega bo'lgan bir necha xil suvning sifatini tavsiflashga oid bir necha misollarni ko'rib chiqamiz.

Misol. Suv ion tarkibi natijalariga asoslanib, suvni ichishga loyiq-loyiqmasligini aniqlang (uning boshqa barcha ko'rsatkichlari GOCT 2874-73 talablariga javob beradi, deb faraz qiling).

Mg/l da ifodalangan konsentratsiyalar:

Na ⁺	23	Cl ⁻	42,5
K ⁺	1,2	SO ²⁻	52
Ca ²⁺	46,8	HClO ⁴⁻ ₃	124,6
Mg ²⁺	12,2	—	—

Yechish. Suv tarkibidagi ionlar aniq bo'lsa, suvning sifatini tavsiflovchi bir qator ko'rsatkichlarni hisoblab topish mumkin. Birinchi navbatda, suvdagi barcha kation va anionlarning yig'indi massasi bo'yicha zich qoldiq va ionlarning miqdori hisoblanadi. Uni hisoblashda analitik usul bilan topilgan bikarbonat konsentratsiyasining yarmi olinadi, chunki $2\text{HCO}_3 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ reaksiya tenglamasiga muvofiq bikarbonatlar karbonatlarga o'tganida CO₂ chiqib ketadi. U holda massasining zich qoldig'i:

$23 + 1,2 + 46,8 + 12,2 + 42,5 + 52 + 124,6/2 = 240$ mg/l ga teng bo'ladi (bu qiymatga asoslanib suvni ichish mumkin bo'lgan suv hisoblanadi chunki tuz miqdori 1 g/l dir). Bu suvning minerallanish darajasi 200—500 mg/l.

Suvda kalsiy va magniy kationlarining borligi tufayli bu suvning qattiqligini hisoblab topish mumkin. Suvning umumiy qattiqligi kalsiy va magniy kationlarining mg-ekv/l hisobidagi yig'indisiga teng: $46,8/20,04 + 12,2/12,16 = 3,34$ mg-ekv/l. Analiz qilinayotgan ushbu suvning qattiqligini asosan kalsiy ionlari tashkil etadi. Agar HCO_3^- ionlari konsentratsiyasini mg-ekv/l lar bilan ifodalasak, $[\text{HCO}_3^-]$ ning qattqlik tavsifi quyidagicha bo'ladi: $[\text{HCO}_3^-]_{\text{qattqlik}} = 124,6/61,018 = 2,04$ mg-ekv/l ga teng. Kalsiy va magniy ionlari konsentratsiyasi (3,34) bikarbonatlar konsentratsiyasidan katta. Bu sharoitda suvning karbonat qattiqligi $[\text{HCO}_3^-]$ ionlar konsentratsiyasiga, ya'ni 2,04 mg-ekv/l ga tengdir. Suvning nokarbonatli qattiqligi umumiy qattqlikdan karbonat qattiqligini ayirib tashlanganida qoladigan miqdoriga teng:

$3,34 - 2,04 = 1,3$ mg-ekv/l. Agar suvning umumiy qattiqligi 2,04 mg-ekv/l ga teng bo'lsa, bunday suv yumshoq suv hisoblanadi. Bunday karbonat va nokarbonat qattiqligi (3,34 va 2,04) bo'lgan suv qaynatilsa, suvning karbonat qattiqligi yo'qolib ketib, suv yumshab qoladi. Suvning ishqoriyligi ayni misolda bikarbonatlar konsentratsiyasiga, ya'ni 2,04 mg-ekv/l ga tengdir, chunki bu misolda boshqa (kuchsiz) kislota anionlari yo'qdir.

Suv elektrneytral modda shu sababli anionlarning yig'indi konsentratsiyasi kationlarning yig'indi konsentratsiyasiga teng bo'lishi kerak. Bu konsentratsion kattaliklar, mg-ekv/l bilan ifodalanisa, quyidagi qiymatlar kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} 23/22,997 + 1,2/39,1 + 46,8/20,04 + 12,2/12,16 &= 4,37 \\ 124,6/61,018 + 52/48,033 + 42,5/35,46 &= 4,32. \end{aligned}$$

Topilgan natijalar ko'rsatkichiga ko'ra suvning analizi nihoyatda to'g'ri bajarilgan; xulosa qilib aytsak, bu suv ichish uchun yaroqlidir.

Misol. Quyidagi jadvalda suv tozalash stansiyasining bir oy ichida ishlashi natijasida uch sutkalik o'rtacha hisob ko'rsatkichlari keltirilgan (suv tozalash stansiyasiga kuchli yomg'ir yog'magan). Siz shu jadvalda keltirilgan oqova suvga doir sanitariya-kimyoviy ko'rsatkichlarni analiz qilib chiqing.

Ko'rsatkich	Oqova suv			
	stansiyaga kelganda		tozalangandan keyin	
	qo'shim-chasiz	qo'shim-chali	me-xa-nik usul	biolo-gik usul
1	2	3	4	5
Harorat, °C	15,1	—	14,5	14,5
(pH)	7,4	—	7,6	7,7
Cho'kadigan moddalar, mg/l hajmi bo'yicha	5,3	—	1,9	—
Massasi bo'yicha	126	154	54	—
Muallaq moddalar, mg/l (105°C da)	199	224	115	13,5
Qattiq cho'g'latilganda	147	—	84	8
KBT ₅ , mg O ₂ /l	—	—	—	—
Tabiiy namuna	192	—	154	12,4
Silindrda cho'ktirilgan namuna	126	—	118	9,2*
KKT, mg O ₂ /l	380	—	—	178
Fosfor (P ₂ O ₅ hisobida), mg/l	8,1**	—	7,1	1,8
Azot, mg/l (umumiy)	36**	—	—	29
Azot, mg/l (ammoniyli)	28	—	27	25
Nitritli	0	—	—	1,1
Nitratli	0	—	—	0
Erigan kislorod, mg/l		—	—	1,7

Efirda eriydigan moddalar, mg/l	63	—	—	12
Sirt-faol moddalar, mg/l	3,5	—	—	2,1
Koloniylar soni (ming/ml hisobida) MPA	950	—	424	58
„Endo“dan	75	—	24	5,4
Xloridlar, mg/l	108	—	108	115
Temir, mg/l	5,6	—	4,9	0,8
Erigan kislorod, mg/l O ₂	—	—	—	5,7

* — qog‘oz filtrdan o‘tkazilgan namuna.

** — silindrda qoldirilgan namuna.

Yechish. Suvni tozalash stansiyalariga o‘rtacha ifloslikka ega bo‘lgan suvlar tushgan; muallaq moddalar va KBT₅ ning dastlabki suv konsentratsiyasi 200 mg/l dan ortiq bo‘lmagan.

Birinchi navbatda kundalik uy-ro‘zg‘or ehtiyojlari va ishlab chiqarishdan suv tozalash stansiyasiga suv oqimi bilan birga keladigan iflosliklar tarkibini ko‘zdan kechiraylik. Odatda, tozalash stansiyasiga keladigan suvning tarkibi ma‘lum, lekin uning tarkibi doimo o‘zgarib turadi, chunki korxonalar oqova suvlarni bir tekisda chiqarmaydi; ishlab chiqarish texnologiyasining o‘zgarishi va boshqa sabablar bunga yo‘l qo‘ymaydi. Shunday qilib, suv tozalash stansiyasiga aholi va muassasalardan keladigan suvdagi iflosliklarning haqiqiy nisbati noma‘lumligicha qoladi. Tozalash stansiya ishlayotgan vaqtda tozalash jarayoni izdan chiqishi mumkin.

Berilgan masala uchun qat‘iy yechim topish mumkin emas. Lekin oqova suv tarkibi haqida mulohazalar yuritishga intilish muayyan qiziqish uyg‘otadi. Bu masalani yechish uchun bir odamga ajratiladigan suvdagi iflos suvning normasini aniqlash haqidagi ma‘lum qoidadan foydalanamiz. Bu qoidaga muvofiq hisob-kitoblar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Ko'rsatkich	Ifloslik	Bir odam uchun norma	
		Ifloslik, mg/l	Beriladigan suv, l/sutka
Muallaq moddalar	199	65	330
KBT* _{to'liq} (keladigan suv uchun)	222	75	340
Mexanik tozalashdan keyin	179	40	260
Xloridlar	110	9	82
Fosfatlar	81	33	410
Azot (ammiakli)	25	8	290
Sintetik sirt-faol moddalar	3,5	2,5	720

Bu jadvaldan ko'ramizki, hisoblab topilgan 1 odamga beriladigan suvning shartli normasi suv iflosligining qaysi ko'rinishlari asosida hisoblanishiga ko'ra katta chegarada (82— 720 l/sutkagacha) o'zgarib turadi. Xloridlar va sirt-faol moddalar asosida hisoblangan shartli suv normalari orasidagi ayirma eng katta qiymatga ega. Xloridlar asosida hisoblangan eng kichik qiymatga ega bo'lgan shartli normaning paydo bo'lishi sababi shundaki, oqova suvda xloridlar konsentratsiyasi yuqori bo'ladi, chunki FOCT ruxsat etishiga muvofiq ba'zi ishlab chiqarishlar shahar kanalizatsiyasiga juda ko'p miqdorda namakob eritmalarini tashlab yuborishi mumkin: undan tashqari vodoprovod suvida xloridlar konsentratsiyasi yuqori bo'lishi ham mumkin: bu holat asosiy sababni tashkil etadi, chunki vodoprovod suvida, ya'ni ichiladigan suv tarkibida xloridlarning fon konsentratsiyasi 50—100 mg/l ga yetadi.

* $KBT_{to'liq} = KBT_5 = K$; bunda $K = 1,16$.

Suvning sintetik sirt-faol moddalar asosida hisoblab topilgan 1 ta odamga beriladigan shartli normasi nihoyatda katta qiymatga ega; hattoki sanoat korxonalari uchun ham bu qiymat juda ulkandir. Bir odam uchun mo'ljallangan normadagi suv shahar kanalizatsiyasiga tushib ketadi. Bu hodisa shuni ko'rsatadiki, sintetik sirt-faol moddalar bu qadar katta miqdorlarda aholi tomonidan ishlatilmasa kerak.

Agar bu qiymatlar (82—720 l/sutkani) mulohazadan chiqarib tashlansa, boshqa ko'rsatkichlar bo'yicha hisoblangan shartli normalar 1 kishi uchun 260—410 l/sutkagacha qiymatni tashkil qiladi. Shunda ham eng katta va eng kichik norma orasidagi ayirma 150% ga to'g'ri keladi. Shunday ayirmaning mavjudligi kanalizatsiya sistemasiga faqat uy-ro'zg'or oqovalarigina emas, balki ishlab chiqarish oqovalari tushishini ham isbot qiladi. Darhaqiqat, agar 1 kishi uchun hisoblab topilgan eng katta va eng kichik normalar orasidagi ayirma kichikroq, masalan, 25% ga teng bo'lganida edi, u holda kanalizatsiyaga faqat uy-ro'zg'ordan chiqadigan oqova suvlari tushadi deb o'ylash mumkin bo'lar edi.

Xulosa qilib aytsek, kanalizatsiyaga uy-ro'zg'or oqova suvlari bilan birga ishlab chiqarish muassasalarining oqova suvlari ham (ya'ni ikki xil suvlarning aralashmasi) tushadi.

Bu ikki xil suv qanday nisbatda bir-biri bilan aralashganligini aniqlash ham muhim ahamiyatga ega. Bu masalani yechish uchun avval faqat uy-ro'zg'or oqova suvidagi iflosliklar oqimining tarkibini bilish kerak. Biz qarab chiqayotgan misolda eng katta norma fosfatlar bo'yicha topilgan (410 l/sutkaga teng) normadir. Fosfatlar kanalizatsiya suvlariga insondan chiqariladigan fiziologik iflosliklar va kir yuvishda ishlatiladigan yuvish vositalari tufayli oqova suvlari holida tushadi; kir yuvish vositalari massasining 40% ini polifosfatlar tashkil etadi. Yuvuvchi vositalar sanoatda ham ishlatiladi, lekin ularning miqdori, boshqa ishlab chiqarish tarmog'idan chiqariladigan iflosliklar miqdoriga qaraganda katta emas (to'qimachilik sanoatidan chiqadigan iflosliklar bundan mustasno).

Fosfatlar kanalizatsiyaga faqat uy-ro'zg'or chiqindi suvlari bilanгина kelib tushadi, deb faraz qilsak, boshqa ko'rsatkichlar, masalan, KBT₃ tufayli kanalizatsiyaga tushadigan iflosliklar

miqdorini aniqlay olamiz. Bir kishiga tegishli normativning eng ishonchlisi KBT₃ bo'yicha topilib mexanik usulda tozalangan suv uchun 35 g/sutkaga teng'. Endi quyidagicha proporsiyani tuzamiz:

$$C_{\text{bit}} = \frac{35000 \cdot 8,1}{3300} = 86 \text{ mg / l.}$$

Bu yerda: C_{bit} — oqova suvdagi umumiy iflosliklarning uy-ro'zg'or iflosliklariga tegishli qismi.

Shunday qilib, KBT₃ kattaligi bilan hisobga olinadigan iflosliklar massasining $(154 - 86) / 154 = 0,44$ yoki 44% ini ishlab chiqarish muassasalaridan keladigan iflosliklar tashkil qiladi.

Bajarilgan hisob-kitob shartli ekanligini hisobga olsak, analiz uchun olingan misolda tozalanishga uy-ro'zg'or va ishlab chiqarish muassasalari chiqindi suvlari aralashgan holatda tushgan. Bunda ishlab chiqarish oqova suvlarining ulushi katta (yarmiga yaqinini tashkil etadi).

Hisobot ma'lumotlari natijalarini qarab chiqishni yana davom ettiraylik.

Tozalanish uchun kelgan oqova suvlarda erimay qolgan qattiq qo'shimcha moddalarning borligi aniqlanadi. Muallaq moddalarning konsentratsiyasi 199 mg/l ni tashkil etdi. Bundan 126 mg/l yoki 63,5% ini cho'kuvchi moddalar tashkil etdi; bular laboratoriya sharoitida, tinch sharoitda tindirgich tubiga cho'ka oladi.

199 ml muallaq moddaning cho'g'lantirilgandan keyingi hajmi 147 ml ni tashkil etdi. Bu taxminan 26% $[(199 - 147) = 0,26]$ cho'kmaning kulga aylanganini ko'rsatadi. Cho'kmaning kulsimonligi qayd etilgan qiymatdan salgina ortiq bo'ladi, chunki unga aralashib qolgan mayda qum qumtutqichda tutib qolinmaydi, u dastlabki tindirgichlarda cho'kma bilan birga cho'kadi. Binobarin, analiz uchun olinadigan namunada mayda qum bo'lmaydi. Suvning analizi uchun olinadigan namunada qum bo'lmasligi tufayli hisoblash natijasi bilan analizda topilgan miqdorlar orasida kichik farq namoyon bo'ladi. Barcha boshqa omillarda ham analiz natijasi bilan hisob-kitob qilish natijasi orasida 5—6% farq kuzatiladi.

Tindirib analiz qilinganida muallaq moddalarning kulli va kulsiz namunalari analiz natijasi bilan hisob-kitob natijasi orasida farq borligi amalda topilmadi. Biologik tozalanishga kiruvchi modda-

larning kul tutish qiymati $\left(\frac{115 - 84}{115} = 0,27 / 27\% \right)$ ga teng.

Shahar oqova suvlarida hosil bo'ladigan faol balchiqning kul tutishi ayni suvda muallaq holatda bo'lgan moddalarnikidan 25—30% farq qiladi. Hisobot jadvalidan olingan ma'lumotlarga qaraganda $13,5 - 8 / 13,5 = 0,41$ (41%) ni tashkil qiladi. Bu sonlar orasida katta ayirma kelib chiqdi. Buning sababi shundaki, juda oz miqdordagi muallaq massada, ko'lining miqdorini analiz qilish qiyinligidan kelib chiqqan bo'lishi kerak.

Agar KBT₅ kattalikni va mexanik tozalash inshootlariga kirib olgan suvdagi muallaq moddalar miqdorini bir-biri bilan taqqoslab ko'rsak, yuqorida keltirilgan nisbat birmuncha kattalashadi.

Bu belgi shuni ko'rsatadiki, suv tindirilganida suvda qolmaydigan muallaq moddalar biologik jihatdan suvda qiyinlik bilan oksidlanadi (lekin aerob sharoitda bu jarayon kuchayadi). KBT eng ko'p qismi suvda mayda-dispers, ya'ni kolloid-dispers va haqiqiy eritmalar holatida bo'lgan qo'shimchalar ko'rinishidagi iflosliklar uchun sarflanadi.

Quyida keltirilgan jadval asosida yuqorida aytilgan fikrlarning to'g'ri ekanligiga va turli fraksiyadagi iflosliklar uchun KBTning sarflanishini hisoblab topish mumkin.

9-jadval

Oqovasuv muallaq moddalar	Muallaq moddalar, mg/l	KBT, mg/l	KBT ning muallaq moddalarga nisbati
Stansiya tushadigan suv	199	192	0,97
Laboratoriya sharoitida tindirilgan suv	$199 - 126 = 73$	126	1,73
Birlamchi tindirgichlarda tindirilgan suv	115	154	1,34
Cho'kkan muallaq moddalar	$224 - 115 = 109$	$192 + 6^* - 154 = 44$	0,4
Silindrlarda tindirilganida cho'kkan muallaq moddalar	126	$192 - 126 = 66$	0,52
Tindirilgan suvdan cho'kkan moddalar faol balchiq	154 13,5	$154 - 118 = 36$ $12,4 - 9,2 = 3,2$	0,67 0,24

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan hisob-kitob natijalaridan ko'ramizki, suvdagi muallaq moddalarning laboratoriya sharoitida cho'kishi tabiiy sharoitda cho'kishi bilan miqdor va sifat jihatidan farq qiladi; bundan tashqari, suvga tushadigan modda qanchalik yirik va og'ir parchalardan iborat bo'lsa, aerob sharoitda shunchalik qiyin va kam miqdorda biologik oksidlanadi. Balchiqning solishtirma KBTsi boshqa sabablar bilan tushuntirildi. Nitrifikatsiya sodir bo'layotgan aerotenklardan (nitrifikatsiya sodir bo'layotganligi u yerda nitritlar borligi bilan tasdiqlanadi). Olingan balchiqda biologik jihatdan minerallashgan (ya'ni yuqori darajada) va uning oksidlanishi yanada qiyin.

Dastlabki suvning umumiy KBT₅ si 192 mg/l ga teng; bularning 66 mg/l yoki 34% cho'kkan yirik zarrachalarga tegishli. 73 mg/l cho'kmagan moddalar uchun $73 + 0,52 \cdot 38 = 88$ mg/l (yoki 20%) ga to'g'ri keladi. Shunday qilib, erigan va kolloid holatdagi qo'shimchalar uchun $192 - (66 + 38) = 88$ mg/l (yoki 46%) qoladi. Tindirilgan va balchiq qo'shilishi tufayli o'z tarkibini qisman o'zgartirgan oqova suv uchun yuqorida keltirilgan nisbatlar o'zgaradi. Masalan, umumiy KBT₅ = 154 mg/l ga teng bo'lgan cho'kmadan taxminan 36 mg/l miqdori yupqa cho'kkan moddalarga 41 mg/l ($61 + 0,67$) cho'kmaganlarga, 77 mg/l yoki 50% eritma va kolloid fraksiyalarga muvofiq keladi.

Yuqorida keltirilgan hisob-kitoblarga muvofiq biz quyidagi xulosaga kela olamiz: ketma-ket ishlovchi inshootlarning ishini kuchaytirish uchun shahar oqova suvlarini tindirish muhim ahamiyatga ega, chunki buning natijasida aerob sharoitda biologik jihatdan oksidlanishi qiyin bo'lgan moddalar yo'qotib yuboriladi.

KKT (kislorodning kimyoviy talabi) nuqtayi nazaridan qaraganda tozalanish uchun stansiyaga kelgan va tozalangan suvlar haqida shuni aytish mumkinki, suv biologik tozalanganidan keyin, undagi iflosliklarning deyarlik katta qismi aerotexnikalarda faol balchiq tufayli sistemadan chiqarib yuborilmaganligi natijasida

* — $0,24 \cdot 25 = 6$; ya'ni 1 l ga 25 mg balchiq qo'shilganida KBT₅ ning hisoblanishiga oid qo'shimcha.

tozalanmay qoladi. Umumiy miqdori 178 mg/l bo'lgan KKT balchiq zarrachalariga to'g'ri keladigan qismi $13,5 + 1,4 = 19$ mg/l ni tashkil qiladi (bu yerda: 1,4 — faol balchiqning solishtirma KKTsi $(178 - 19) = 159$ mg/l ga teng). Ayirma tozalangan suvda erigan organik qo'shimchalar borligini ko'rsatadi; ulardan faqat $9,2 / 159 = 0,06$, ya'ni 6 %i biologik ravishda oksidlanadi. Bu holat shuni ko'rsatadiki, tozalangan suv tushadigan oqova suv havzalarida qiyin oksidlanadigan moddalar suv oqimi tushadigan joydan ancha uzoqda bo'ladi.

Quyida keltirilgan o'xshatish diqqatga sazovordir. Suv havzasiga tushadigan suvda biologik oksidlanmaydigan qattiq moddalar miqdori KKT—KBT_{to'liq} ayirmaga teng bo'ladi. Yuqorida aytilganidek, KBT_{to'liq} ni topish uchun KBT₅ ni 1,16 ga ko'paytirish kerak. U holda KBT_{to'liq} = $192 + 1,16 = 220$ mg/l. Biologik oksidlanmaydigan qo'shimchalarning miqdori (kislorod birliklari bilan hisobga olinadigan miqdori): $380 - 220 = 160$ mg/l; bu qiymat KKTning analizida topilgan qiymatga teng. Analiz bo'yicha topilgan va tajribada aniqlangan qiymatlar hamma vaqt uchrayvermaydi. Ko'pincha, 15—20% ayirma uchraydi. Binobarin, tozalangan suvning KKTni 0 dan 25% ga qadar xato orasida oldindan aytish mumkin.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, tozalangan suvga shu qadar katta qoldiq XPK beradigan organik moddalar tarkibi haqida to'liq tasavvur olib bo'lmaydi: faqat shuni ko'rish mumkinki, biologik tozalangan suvda — efirda eriy oladigan uglevodorodlar, shuningdek, barcha inshootlarda 40% dan (kam miqdorda suvda yo'q qilinadigan) sintetik sirt-faol moddalar tozalangan suvda qolib ketadi. Bu guruh moddalar yig'indisi 30—50 mg/l atrofidagi KKTni joriy etadi. Binobarin, biologik usulda tozalangan suvda yetarli miqdorda (noaniq tarkibi) organik qo'shimchalar qoladi. Biooksidlanish jarayoni yetarli darajadagi sur'at bilan sodir bo'lishi uchun KBT : N : P lar orasidagi munosabatlar 100 : 5 : 1 nisbatda zohir bo'lishi kerak.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga qarasak, biologik tozalanishga tushadigan suvdagi KBT₅ 154 mg/l, ammoniy tuzlar holdagi azot miqdori 27 mg/l va fosfor miqdori (P₂O₅ hisobida) 7,1 mg/l

ga teng. Keltirilgan bu qiymatlardagi KBT₅ ni ($K = 1,16$) ga ko'paytirish; fosfor miqdorini P_2O_5 da olmasdan uni P ga aylantirish kerak. Buning uchun P_2O_5 miqdorini 0,437 ga ko'paytirib (molekular hisobida) olish kerak. U holda fosforning P shaklidagi miqdori $7,1 + 0,437 = 3,1$ mg/l bo'ladi.

Shunday qilib, analiz qilinayotgan holat uchun $KBT_{to'liq} : N : P$ orasidagi nisbat $179 : 27 : 3,1 = 100 : 15 : 1,7$ ga teng bo'ladi. Bu nisbatdan ko'ramizki, mikroorganizmlarning azot va fosforga bo'lgan talab-ehtiyojlari o'ta (normadan ortiq darajada qondirilgan). Binobarin, kanalizatsiya sistemasiga azot va fosfor bo'lmagan ishlab chiqarish muassasalarining oqova suvlarini tushirish mumkin.

Agar fosfor uchun tegishli norma sonlar bilan fosfor konsentratsiyasining haqiqiy pasayishini solishtirib ko'rsak, fosforning kamayishi ruxsat etilgan miqdordan ancha kam ekanligini ko'ramiz: $(7,1 - 1,8) + 0,437 = 2,3$ mg/l; shu vaqtda $KBT_{to'liq}$ $178 - 12,4 + 1,67 = 157$ mg/g ga teng bo'ladi (bu yerda 1,67 — biologik ravishda tozalangan KBT dan KBT ga o'tish koeffitsiyenti. Binobarin, $157 : 2,3 = 100 : 1,5$ ga ega bo'lamiz. Demak, har qaysi 100 mg/l $KBT_{to'liq}$ uchun normadagi 1 mg/l o'rniga 1,5 mg/l fosfor sarf bo'ladi.

Bu xulosa qonunga xilof xulosa emas, chunki fosfor suvning biologik tozalanishida biokimyoviy jarayonlar uchun ham, shuningdek, xemosorbsiya jarayonlari uchun ham sarf bo'ladi. Yana shuni aytib o'tamizki, suvni biologik tozalashda fosfatlarning yo'qolishi 75% ga teng bo'lgani holda suvni oddiy tindirishda atigi 12% ni tashkil qiladi. Azotning yo'qotilishiga kelganda esa, bu masalani to'liq mulohaza qilish uchun zaruriy ma'lumotlar (ya'ni balchiq og'irligining ortishi, organik moddalar holdagi azot, ammoniy, nitrit va nitrat hamda oqsil shaklidagi azot miqdorlari) berilmagan. Taxminiy hisob-kitob olib borish (mulohaza qilish) shuni ko'rsatadiki, azotning ortiqcha balchiq bilan yo'qotilishi taxminan 9 mg/l ni tashkil etadi, bu kattalik azotning kutilgan kamayishiga deyarli to'g'ri keladi va 8 mg/l ga yaqindir.

Tahlil ma'lumotlariga qarasak, tozalash stansiyasiga tushayotgan suvda ruxsat etilgan chegaradan tashqari miqdordagi jarayon ingibitorlarining ishtirok etishi haqida ma'lumot berilmagan.

Masalan, sun'iy sirt-faol modda (SSFM)larning konsentratsiyalari uchun ruxsat etilgan normalar keltirilmagan: temir konsentrat-siyasi aerosdevorga tushayotgan suv uchun 4,9 mg/l ga teng; temirning ruxsat etilgan konsentratsiyasi (PDK) 8 mg/l ekanligi e'tiborga olinmagan.

Tozalangan suvda yetarli miqdorda erigan kislorod zaxirasi bo'ladi, shu sababli sanitariya qoidalariga muvofiq ochiq suv havzalariga oqova suvlarini tushirish mumkin. Lekin tozalangan suvlarda baribir bakterial iflosliklar qolishi mumkin, shu sababdan suvni zararsizlantirish zarur. Tozalash stansiyalarida bakterial iflosliklar keskin kamayadi — u 93% ni tashkil qiladi; birlamchi tindirgichlarda cho'kma bilan birga 50—60% har turdagi (shu jumladan, ichak tayoqchalari) bakteriyalari ham suvdan chiqib ketadi. Shunga ko'ra, suv tozalash stansiyasidan chiqadigan barcha xildagi cho'kmalarni zararsizlantirish maqsadida qayta ishlash zarur.

Hisobot ma'lumotlaridan ko'rish mumkinki, suv tozalanish jarayonida salgina soviydi: bunday bo'lishi tabiiy hodisa, chunki qish vaqtida stansiyaga tushayotgan suvning harorati tashqi havo haroratidan yuqori bo'ladi; tozalovchi inshootlar katta sirtli bo'lib, ochiq havoga joylashtirilgani uchun albatta suv sovib ketadi. Biologik suv tozalash jarayonida esa harorat biroz ko'tarilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, tozalash natijasida zarur sifatga ega toza suv olish mumkin (kam tozalangan suvning BPK₅ past 9,2 mg/l). Bu yerda yana shu narsa qayd qilinganki, hozirda suvni biologik oksidlash — nitrifikatsiya nomli ikkinchi bosqichi qad ko'tardi.

Oqova suvlarni tozalashdan avvalgi va tozalashdan keyingi holatini qarab chiqish natijasida shunday xulosaga kelish mumkin: suv tarkibiga oid har bir ko'rsatkich faqat mustaqil ahamiyat-gagina ega emas, balki boshqa ko'pchilik ko'rsatkichlar bilan alohida munosabatda bo'ladi. Turli ko'rsatkichlarni kompleks tarzda qarab chiqish suvning tozalanish jarayonining samaradorligi uchun katta ahamiyatga ega, bundan tashqari, suv tozalash inshootining har bir qismi suvdagi turli fraksiyadagi iflosliklardan qutulishda o'z hissasini qo'shadi (bu yerda faqat suv tarkibining o'zgarishi haqida mulohaza yuritildi, lekin inshootlarning texnologik analizi haqidagi masala tilga olinmadi).

Keltirilgan yechimni laboratoriya analizi haqidagi to'la-to'kis yechim deb qarash kerak emas, balki shu yerda qo'yilgan masalalarni hal qilishda buni bir uslubiy qo'llanma sifatida qabul qilish mumkin.

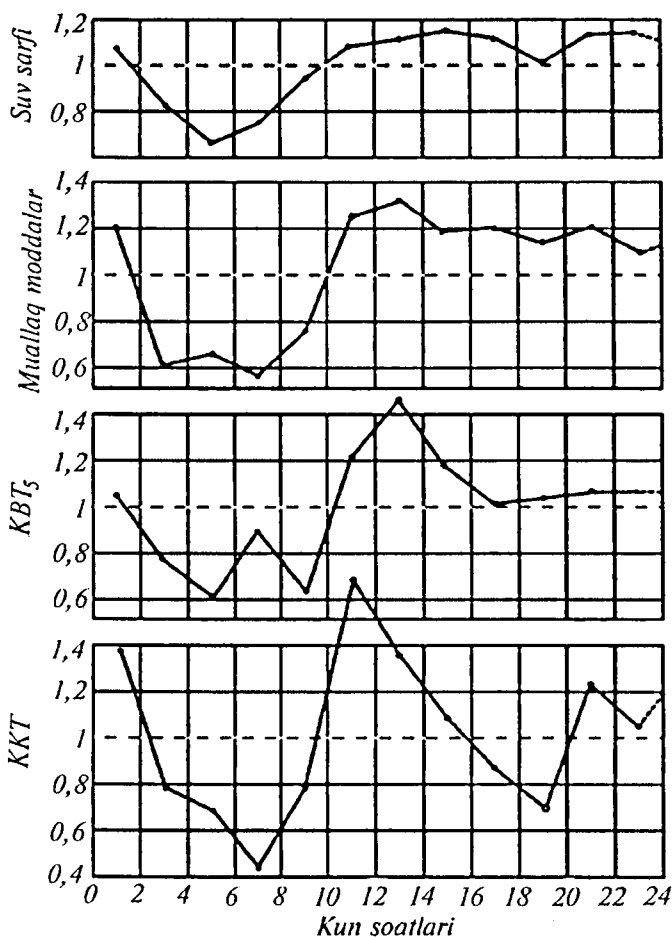
Misol. Oqova suvni tozalash stansiyasiga tushgan suvning asosiy tarkibi haqidagi ko'rsatkichlari va uni tozalashga sarflangan sarmoyalar quyidagi jadvalda keltirilgan. Shu suvni tozalash jarayonida suv tavsiflarining o'zgarishi suvning ko'rsatkichlariga qanday ta'sir etadi?

10-jadval

Sutka soatlari ko'rsatishi	O'rtacha sutkali qiymatlari-ning ayrim ko'rinishlari				O'rtacha sutkali qiymatlarning ayrim ko'rinishlari				
	suv sarfi	muallaq moddalar	KBT ₅	KKT	sutka soatlari	suv sarfi	muallaq moddalar	KBT ₅	KKT
0—2	1,07	1,21	1,06	1,36	12—14	1,11	1,31	1,48	1,34
2—4	0,83	0,61	0,77	0,78	14—16	1,15	0,16	1,17	1,09
4—6	0,67	0,66	0,62	0,68	16—18	1,13	1,19	1	0,87
6—8	0,73	0,56	0,89	0,43	18—20	1,01	1,12	1,04	0,69
8—10	0,95	0,76	0,63	0,78	20—22	1,13	1,19	1,06	1,25
10—12	1,08	1,26	1,22	1,68	22—24	1,14	0,98	1,07	1,05

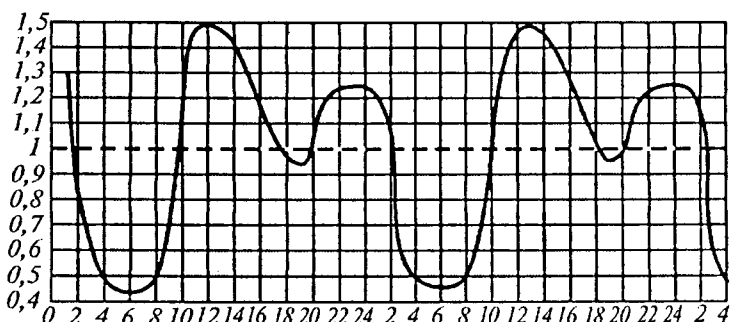
Yechimi. Jadvalda berilgan qiymatlarni grafik shaklda ko'rsatamiz (20- rasm). Grafikdan ochiq ko'rinib turibdiki, sutka mobaynida suv sarfi va uning sifati notekis o'zgaradi.

Barcha egri chiziqlarning tebranish tavsifi o'ziga xos bo'lgani holda ularda juda ko'p umumiylik ham namoyon bo'ladi: kechalari (kechki soatlarda — soat 2 dan 8 gacha) suv sarfi va iflosliklar konsentratsiyasi barcha ko'rsatkichlar uchun kechki soatlarda umumiy sutkali qiymatdan birmuncha kam bo'ladi; bunda barcha ko'rsatkichlar minimumi soat 4—6 ga to'g'ri keladi. Soat 9 dan



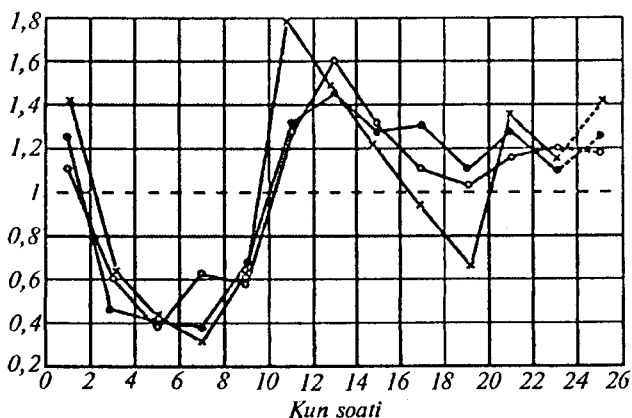
20- rasm. Oqova suv tavsifi

11—12 gacha suv sarfi ortib ketib, iflosliklar konsentratsiyasi keskin ko'payadi. Soat 10 dan boshlab sutkaning oxirigacha barcha ko'rsatkichlar o'rtacha sutkali qiymatdan ortiq bo'ladi (ba'zan istisno bo'lishi mumkin). Bu davr ichida suv sarfi maksimumdan asta-sekin pasayadi.



21- rasm. Iflos moddalar massasining o'zgarishi

Endi iflosliklar massasini hisoblab chiqamiz, buning uchun suvning muvofiq ravishda sarflanishi va iflosliklar konsentratsiyasini (har qaysi ko'rsatkich bo'yicha) hisoblab topamiz. Topilgan qiymatlar asosida grafik chizamiz (21- rasm). Absissalar o'qiga vaqt (sutka soatlari) va ordinatalar o'qiga har qaysi ko'rsatkich bo'yicha suvning sarflanishi va iflosliklar konsentratsiyasini qo'yamiz. Grafikda notekis chiziqlar hosil bo'ladi. Bu notekislikning umumiy tabiatini ko'rsatish uchun eng muhim ko'rsatkichlardan birini (masalan, KBT yoki muallaq moddalar miqdorini)



22- rasm. Iflos moddalar massasining o'rtacha o'zgarishi

olib, diagrammani (22- rasm) tekislaymiz, bu ishni bir necha marta, eng kamida ikki marta qaytaramiz. 21- rasmdan ko'ramizki, xususan, iflosliklar massasining minimumi soat 4—6 da kuzatiladi; maksimumi soat 12 ga to'g'ri keladi; yana bir nuqtada maksimum kuzatiladi (bu soat 23°). Agar minimum kuzatiladigan nuqtada iflosliklar massasini 100% deb qabul qilsak, maksimumlar kuzatiladigan soatlarda iflosliklar massasi 4 marta ortib ketadi; bu holat deyarlik qisqa vaqt, taxminan 6 soat mobaynida sodir bo'ladi.

Bu holat tindirgich inshootlarning ishiga o'z ta'sirini ko'rsatadi: sutkaning kechki va kunduzgi soatlarida ajralib chiqadigan cho'kmalar miqdori keskin o'zgaradi, biologik inshootlar ishida esa — yetarli darajada tozalangan suv sifati keskin yaxshilanadi. Bakterial flora o'zining oksidlovchilik qobiliyatini keskin va tez o'zgartira olmaydi, shu sababdan, tozalangan suv sifatidagi o'zgarishlarni tabiiy bir hodisa deb qarash mumkin.

Cho'kmalarni biologik qayta ishlash inshootlarida bu holat deyarli amalda o'z ta'sirini ko'rsatmaydi, chunki cho'kmalarning shirish vaqti (taxminan 6—15 sutka) ichki tebranishlar vaqtiga qaraganda bir qancha marta ortiqdir. Bu holda inshoot taqsimlovchi vazifasini ham bajaradi. Agar cho'kmalar mexanik usullar bilan qayta ishlanadigan bo'lsa, bir tekisda ishlashi uchun to'plovchi rezervuarlar kerak bo'ladi; yoki apparatlar sonini oshirishga to'g'ri keladi.

Savol va topshiriqlar:

1. *Suvning sifatini aniqlash uchun nimaga ahamiyat berish kerak?*
2. *Texnologik jarayonlarda ishlatiladigan suvning sifatiga qanday talablar qo'yiladi?*
3. *Ichimlik suvini normallashtirishga qanday talablar qo'yiladi?*

IX bob. MATERIALGA SUVNING TA'SIRI

IX. 1. Suvli muhitda metallar korroziyasi

Suv tayyorlash va oqova suvlarni tozalash jarayonlarida har xil materiallar doimo suv bilan **kontaktda** bo'ladi. Bular — qurilish uchun gidrotexnika inshootlari hamda vodoprovod va kanalizatsiya inshootlarida ishlatiladigan materiallar, turli tarkibdagi suvlarni uzatish uchun quvurlar, suv bilan sovitiladigan mashina va mexanizm materiallari va hokazo. Suv bilan ta'minlash va kanalizatsiya amaliyotida cho'yan, po'lat va temirbeton keng miqyosda ishlatiladi. Bu metallarga metallarning korroziyasida suv faol ta'sir etadi.

IX. 2. Elektrokimyoviy korroziya to'g'risida umumiy tushuncha

Metallni atrof-muhitga kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'siri natijasida metall sirtining yemirilishi jarayoni **korroziya** deyiladi. Suvli muhitda metallarning korroziyasi — tabiatiga ko'ra elektrokimyoviy jarayondir. Bu yerda korrozion agent vazifasini elektrolit eritmalar bajaradi.

Kimyoviy jihatdan toza suv eng kuchsiz elektrolit hisoblanadi. Tabiiy va oqar suvlar tarkibida suvda ionlarga dissotsilanadigan xilma-xil tuzlar bo'lganligi uchun ularning elektr o'tkazuvchanligi yuqoriroq bo'ladi.

Metallarning elektr o'tkazuvchanligi kristall tarkibidagi erkin yoki juda harakatchan elektronlarning borligi bilan tushuntiriladi. Metall sirtiga suvning kontaktda metallarning zaryadlangan zarrachalari (kationlar) eritmaga o'tishi mumkin, elektronlar metallda qoladi. Natijada metall bilan kontaktda bo'ladigan suvli qavat musbat zaryadli bo'ladi, metallda qolgan — kompensatsiya

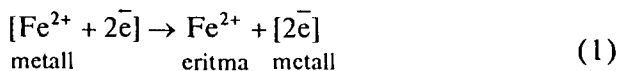
qilinmagan elektronlar manfiy zaryadli bo'ladi. Elektrostatik ta'sir natijasida suvli qavat va metall sirtidagi turli zaryadlangan metall kationining eritmasiga o'tadigan zarrachalar metall sirtidan ma'lum masofada ushlab qolinadi.

Bu sistemada hech qanday boshqa elektrokimyoviy jarayonlar sodir bo'lmaganida, metall ionlari eritmaga o'ta olmas edi, ya'ni korroziya jarayoni to'xtar edi. Biroq fizik-kimyoviy holatdagi metall sirtining ayrim qismlarida (farq kabi) hosil bo'ladigan, shuningdek, elektrolit konsentratsiyasidagi hamda ularda erigan gazlarning biroz to'planishi, turli nuqtalarda fizikaviy sharoitlarning turli-tumanligi bois metall-elektrolit chegarasiga elektrokimyoviy har xillik kuzatiladi. Buning natijasida metall sirtining ayrim qismlarida eritmadagi mol miqdordagi musbat ionlar metall dan mol miqdor manfiy ionlar — elektronlar bilan o'zaro ta'sirlashishi mumkin. Zaryadlangan eritma bilan metall o'zaro elektrostatik ta'sirlashmaydi, metall ionlari esa yana qaytadan eritmaga qaytishi mumkin.

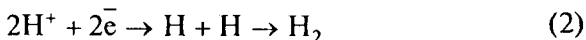
Elektr zaryadga ega bo'lgan metall va elektrolit murakkab sistema bo'lganligi uchun metall-eritma chegarasida elektr potensialning o'zgarishi vujudga keladi, buni *elektrod potensial* deyiladi. Metall-elektrolit chegarasida elektrokimyoviy bir jinslimaslik uning ayrim qismlarida vujudga keladigan elektrod potensialning har xil bo'lishiga olib keladi. Metall-elektrolit chegarasining ayrim qismlarida elektrod potensiallarda korrozion tok o'tadigan elektrokimyoviy juftlarning (anod va katod qismlarida) hosil bo'lishiga olib keladi.

Elektrokimyoviy korroziya ikkita mustaqil jarayon kabi sodir bo'ladi:

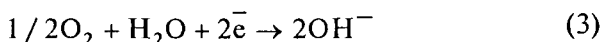
1) anod jarayonida metall ioni eritmaga o'tadi. Temir uchun bu jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:



2) katod jarayoni metallning mol miqdordagi elektronlarini qandaydir atom yoki ionlar bilan o'zaro ta'sirlashuvidan iborat; protonning gaz holatdagi vodorodgacha qaytarilishi:



hamda kislorodni qaytarib gidroksil ionlarni hosil bo'lishi katodda asosiy reaksiya hisoblanadi:



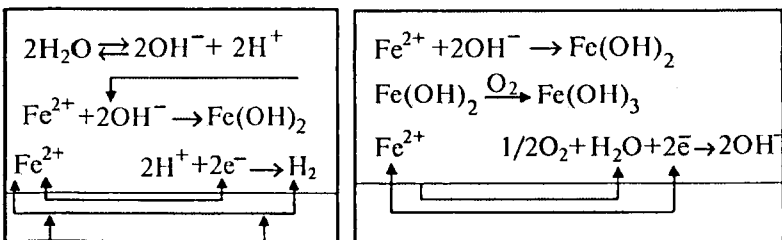
Anod va katod qismlar metall kabi chegaralari bo'lingan bo'lishi mumkin, bundan eritma o'tkazgich hisoblanadi; birinchisi elektron o'tkazuvchanlikka, ikkinchisi esa ion o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Metalldagi elektronlarning hamda eritmadagi ionlarning harakati natijasida zaryad belgisiga mos holda anod bilan katod orasidan tok o'tadi. Elektrokimyoviy korroziyada faqat anod qismlarda metallning yemirilishi sodir bo'ladi, katodda metallning yo'qolishi kuzatilmaydi.

Anod va katodning qutblanishi natijasida korroziya jarayoni sekinlashadi. Anod va katod potentsiallar farqining kamayishidan qutblanish namoyon bo'ladi, bunda tok kuchi kamayadi. Metall ionlari elektrolit tubigacha yig'ilishga imkoni bo'lmay, anod sirtida to'planadi, buning natijasida anodli qutblanish sodir bo'ladi.

Katodga qaytarilish xususiyatiga ega bo'lgan ionlar kelish jarayoni to'xtaganda, katodning qutblanishi sodir bo'ladi va unda reaksiya mahsuloti hosil bo'lmaydi.

Qutblanishni kamaytirish xususiyatiga ega bo'lgan, demak korroziyani tezlashtiruvchi har qanday modda, ion yoki atom **depolarizatorlar** deyiladi. (1) va (2) reaksiyalar katod depolarlanishining asosiy reaksiyalari hisoblanadi. (1) va (2) ifodaning yig'indisi korroziya jarayonining vodorodli depolarlanishini ifodalaydi. Bunday holda vodorod atomlari katodda H_2 molekullarini hosil qiladi, bu molekullar pufakchalar holida yig'ilib, keyingi boradigan korroziyani to'xtatadi. (38) va (40) tenglamalar yig'indisi oksidlash yoki kislorodli qutbsizlanish bilan korroziya jarayonini ta'riflaydi.

23- a rasmda aeroziyalanmagan muhitda temir korroziyasining sxemasi ko'rsatilgan. Korroziya jarayoni vodorodli qutbsizlanish bilan borib, katodda H^+ ionlarining razryadi natijasida pH ortadi. Nazariy jihatdan olganda, $\text{pH} > 5,5$ bo'lganda $\text{Fe}(\text{OH})_2$ hosil bo'lishi hamda korroziyaning tarqalishi uchun qarshilik



23- rasm. Korroziya jarayonining sxemasi

ko'rsatadigan himoya qatlam hosil qilib metall sirtida u cho'kishi mumkin. Amalda ikki valentli temir gidroksidning himoyalovchi kossalari juda past, chunki u tokli suv bilan oson yuviladi. Ishqoriy muhitda H^+ ionlarining konsentratsiyasi katodli reaksiya uchun yetarli bo'lmasa, kislotali muhitdagi kabi korroziya jarayoni xavfli bo'lmaydi.

Aeroziyalangan muhitda korroziya (1) va (3) tenglamalarga mos holda boradi. Uzlaksiz gidroksil ionlarining hosil bo'lishi natijasida katodda muhit ishqoriy bo'ladi. Bu muhitda erigan kislorod bo'lsa, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gacha oksidlanadi. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ga nisbatan barqarorroq himoya parda hosil qilish xususiyatiga ega.

Kislorod korroziya jarayonida ikki yoqlama funktsiyani bajaradi: bir tomondan, u faol depolarizator bo'lib, korroziya jarayonini tezlashtiradi, ikkinchi tomondan, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ oksidlanishida ishtirok etib $\text{Fe}(\text{OH})_3$ himoya parda hosil qilish xususiyatiga ega (anodda), ya'ni korroziya sekinlashadi. Shunday sabablarga ko'ra, korroziya jarayonining rivojlanishiga kislorodning ta'siri sharoitga qarab turlicha bo'lishi mumkin. Vodorodli qutbsizlanish bilan korroziyalanishi kabi pH qiymati ko'tarilganda korroziya jarayoni sekinlashadi.

Suv bilan kontaktdagi temir sirtida hosil bo'ladigan elektrod potentsialining qiymati ma'lum darajada kislorod konsentratsiyasiga bog'liq, chunki temir passivlashtirish xususiyatiga ega.

Metall sirtining har xil qismlariga kislorodning kelishida ozgina farq bo'lsa ham, turli bosqichli aeroziyalanish zonasi vujudga keladi,

binobarin, turli elektrod potentsialli zona hosil bo'ladi. Yuzasida kislorod oqimi ko'p bo'lgan qism passivroq bo'lib qoladi, potentsiali yuqori bo'ladi, demak, u katod kabi ishlaydi. Aeroziyasi kuchsiz bo'lgan qism anod bo'ladi.

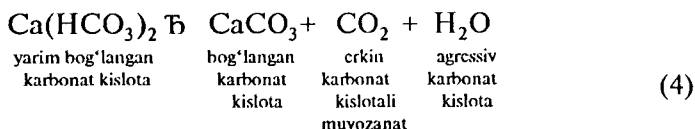
Shunday qilib, metall sirtida aeroziya bosqichining farqi natijasida differensial *aeratsiya jufti* deb ataladigan elektrokimyoviy juft hosil bo'ladi. Bunday juftlardagi elektrod potentsiallarining farqi juda katta emas hamda u bir necha millivoltni tashkil etishi mumkin, biroq ularda hosil bo'ladigan korroziya kam emas, temir uchun oddiy elektrokimyoviy juftga nisbatan ko'proq ham.

IX. 3. Korroziya jarayoni tezligiga ta'sir etuvchi omillar

Metall sirtiga yaxshi ishlov bermaslik, tashqi muhit ta'siri, korroziyaga chidamli qotishmalardan tayyorlamaslik korroziyani tezlashtiradi. Metallning sirti yomon ishlansa, tez korroziyalanadi, u vaqtda korroziyaga qarshi metall buyumlar sirti lak, bo'yoqlar, emallar bilan qoplanadi. Metall sirtiga himoya oksid qoplamalar qoplanganda ham korroziya jarayoni kamayadi. Metall kuchli oksidlovchilar, shu jumladan, kislorod bilan kontakt da bo'lganda ham korroziya jarayoni susayadi.

Suvli muhitda karbonat kislotali muvozanat hamda erigan kislorodning konsentratsiyasi korroziyani asosiy aniqlovchi omillaridan hisoblanadi. Korroziya jarayonining tezlashishiga suvda erigan tuzlar konsentratsiyasi hamda unda mikroorganizmlarning bo'lishi ta'sir etadi.

Karbonat kislotali muvozanat. Karbonat kislota ning suvdagi har xil birikmalari dinamik muvozanat holatida bo'ladi. Karbonat-kalsiyli sistema muvozanati amaliy ahamiyatga ega, suvning bunday xususiyati barqarorlik va agressivlikka yordam beradi.



Muvozanat sharoitida suvda erkin karbonat kislota konsentratsiyasi eritmadagi kalsiy gidrokarbonatning muayyan konsentratsiyasini saqlab turish uchun zarur bolgan miqdoriga mos keladi. Bu karbonat kislota muvozanati. Agar SO_2 miqdori muvozanat konsentratsiyasiga mos kelsa, suv barqaror hisoblanadi, karbonat cho'kmaga tushmaydi.

Agar CO_2 konsentratsiyasi muvozanat konsentratsiyadan kam bo'lsa, (4) reaksiya chapdan o'ngga boradi, natijada kalsiy karbonat — kam eriydigan birikma himoya xossasiga ega bo'lgan parda hosil qilib, metall sirtiga yig'iladi.

Muvozanat konsentratsiyasidan ortiqcha CO_2 *agressiv karbonat kislota* deyiladi. Metallga nisbatan suvning karbonat kislotali aggressivligi suv pHining kamayishiga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, kalsiy karbonatning himoya pardasi agressiv suv bilan kontaktida bo'lganida korroziya tezlashadi.

Suvning barqarorligi usul qatori bilan baholanadi, bulardan, tekshirilayotgan suvning (pH_0) pH qiymati farqini aniqlash hamda karbonat kislota birikmalarining (pH_3) muvozanat konsentratsiyadagi suv bilan aniqlash. Bu qiymatlar orasidagi farq *to'yinganlik indeksi* deyiladi. $I = \text{pH}_0 - \text{pH}_3$. Agar $I = 0$ bo'lsa, suv barqaror hisoblanadi; $I > 0$ bo'lganda suv kalsiy karbonatni ajratib chiqarish xususiyatiga ega; $I < 0$ bo'lganda suv korroziya xususiyatiga ega.

Tuzning suvdagi konsentratsiyasi. Juda ham toza deionlangan suvda kislorod bo'lganida temirning korroziya tezligi sezilarli darajada bo'lmaydi. Umumiy tuz miqdorining ortishi suvning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi va shunday qilib, korroziya jarayonini tezlashtiradi. Biroq tuz konsentratsiyasi ko'proq orttirilsa, korroziya tezligi kamayishi mumkin, natijada kislorodning eruvchanligi kamayadi.

Suvdagi ba'zi bir kation va anionlar korroziya stimulatori vazifasini bajaradi. Masalan, xlorid-ionlar oksid pardada kislorod o'rnini bosib olishi mumkin. Sulfatlar bevosita elektr o'tkazuvchanlikni oshirib korroziyani tezlashtiradi hamda biologik korroziyaning rivojlanishiga bevosita yordam beradi. Shuningdek, korroziya stimulatorlari qatoriga o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega bo'lgan metall ionlari ham kiradi, masalan, $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$, $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$. Ular katodda depolarizator vazifasini bajarib reaksiyani tezlashtiradi:



Eritmada Fe^{2+} kislorod bilan yana Fe^{3+} gacha oksidlanadi. Xromatlar, silikatlar, gidroksil ionlar qarama-qarshi korroziya jarayonining tezligini kamaytiradi, metallda himoya parda hosil qiladi.

IX. 4. Metallar korroziyasida mikroorganizmlarning roli

Ko'pincha bakteriya turlari faol korroziya agenti hisoblanadi. Temir va oltingugurt o'zgarishlarida ishtirok etuvchi bakteriya guruhlari katta ahamiyatga ega.

Korroziya jarayonida mikroorganizmlarning vazifasi quyidagilardan iborat: elektronlarning fermentativ yo'l bilan katodda qutbsizlanishini tezlashtirish, almashgan korroziya mahsulotlarini ajratish, differensial aeratsiya juftining hosil bo'lishi. Sharoitga qarab mikrobiologik korroziya mexanizmini sanab o'tilgan jarayonlar yoki ularning yig'indisiga qarab tushuntirish mumkin.

Temirbakteriyalar. Suvli muhitda temir korroziyasida *Gallionella*, *Grenothrix*, *leptothrix* turidagi temir bakteriyalar faol ishtirokchi hisoblanadi. Ularning faoliyati bilan vodoprovod quvurlarining mikrobli-aerobli korroziyani bog'lash mumkin. Bakteriyalar quvurlarga o'tirib qolib, quvurlarning devorlarida shilimshiq narsalar yig'iladi, ular mexanik mustahkam va shuning uchun suv bilan yuvilmaydi. Bu narsalarning mustahkamligi temir bakteriya qobiqlarining tolali strukturasi bilan tushuntiriladi.

Korroziya-quvurning sirtidagi uch valentli temir gidroksiddan iborat sariq yoki to'q-jigarrang zang (kovak hosil bo'lganda korroziya boshlanadi). Kovak quvurning notekis joyida hosil bo'ladi. Kovaklar tagidagi quvur qismlari suvdan izolatsiya qilingan; ularga kislorodning kelishi qiyin. Suvda parchalanadigan qismi yaxshi aeroziyalanadi. Shunday qilib, temir bakteriyalarning rivojlanishi sirtida turli darajada aeratsiyalangan zona hosil bo'ladi. Kovak tagidagi qismlar anod kabi funksiyalanadi, ularda korroziya jarayoni(l)

tenglarna bo'yicha bayon etiladi. Yaxshi aeroziyalanadigan qismlarda yuqori potensiallar bilan (2) tenglama bilan bayon etiladigan qutbsizlanishning katodli reaksiyasi boradi.

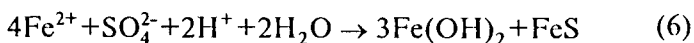
Anod qismlarda temir bakteriyalarining faoliyati F^{2+} ni F^{3+} ga qadar oksidlanishga va uni gidrolizga olib keladi. Uch valentli temir gidroksidning hosil bo'lishi pH ni 5—6 gacha kamayishi bilan boradi, ya'ni korroziya muhiti hosil bo'ladi. Bundan tashqari, temir bakteriyalarning kislorodni jadal ishlatishi hamda $Fe(OH)_3$ ning yig'ilishini o'sishi natijasida anod qismlarida anaerob sharoit chuqurlashadi, bu katod va anod o'rtasidagi potensiallar farqining ortishiga olib keladi, korroziya jarayoni tezlashadi. Shunday qilib, temirning bakteriyalar ishtirokidagi mikrobiologik korroziyasi mexanizmi yuqorida sanab o'tilgan uchta jarayonning yig'indisidan iborat.

Oltingugurtning aylanishida ishtirok etuvchi hamda metall konstruksiyali mikrobiologik korroziyani chaqiruvchi bakteriyalar sulfat reduksiyalangan guruhlar hamda oltingugurt oksidlovchi bakteriyalar, bakteriya guruhlari bilan berilgan.

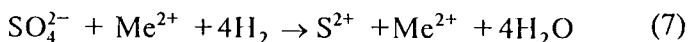
Sulfat reduksiyalangan bakteriyalar korroziyaning asosiy initsiatorlari bo'lib, *Desulfovibrio* turi bakteriyalari molekula holdagi vodoroddan foydalanib, sulfatlarni qaytarish xususiyatiga ega bo'lgan anaeroblar hisoblanadi.

Ular uchun organik moddalar uglerod manbayi bo'lib xizmat qiladi. Bu tipdagi mikrobiologik korroziya qoidasiga ko'ra, tekislanmchi jarayon hisoblanadi hamda elektrokimyoviy korroziyadan keyin rivojlana boradi. Bu yerda zang qavati tagida — korroziya mahsulotida — sulfat reduksiyalangan bakteriyaning rivojlanishi uchun anaerob sharoit yaratiladi. Jarayonni boshlash uchun sulfat bo'lishi shart. Tabiiy va oqova suvlarda sulfatlar doimo bo'ladi.

Desulfovibrio turidagi bakteriya ishtirokida mikrobiologik korroziya jarayonining yig'indisi quyidagicha ifodalanadi:



Bunda katodda quyidagi reaksiya boradi:

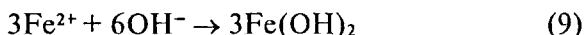


Me^{2+} — ishqoriy yoki ishqoriy-yer metall,

SO_4^{2-} — kompensatsiya qiluvchi ion.

(5) tenglamadan, bir mol sulfat-ion qaytarish uchun katod qismida metall sirtidan olish mumkin bo'lgan sakkizta vodorod talab qilinadi.

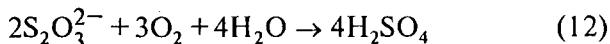
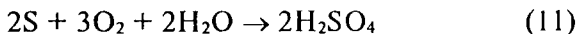
Sulfat reduksiyalangan bakteriya ishtirokidagi reaksiya elektronlarni ko'chirish fermentativ jarayoni (Bunkerga ko'ra) oddiy korroziyaga nisbatan 19,5 marta tez boradi, shuning uchun katodli qutbsizlanish juda ham tez boradi va korroziya jarayonining tezligi ortadi. Jarayon korroziyaning ikkilamchi mahsulotini hosil bo'lishi bilan boradi:



Sulfat reduksiyalangan bakteriyalar ko'pincha temir bakteriyalar massasi tagida rivojlanadi, temir bakteriyalar anaerob sharoit yaratadi. Bu holda sulfatlarni qaytarib, ajralib chiqqan vodorod sulfid temir gidroksid bilan reaksiyaga kirishganda — temir bakteriyalari — temir bakteriya faoliyati.

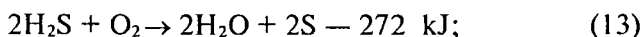


Oltingugurtli birikmalarni oksidlaydigan bakteriyalar ichida *tion* bakteriyalar va rangsiz oltingugurtli bakteriyalar mikrobiologik korroziyani qo'zg'atuvchisi bo'lib hisoblanadi. Dastlab, oltingugurt tiosulfatlar va tionatlar hosil bo'lib, so'ngra u sulfat kislotagacha oksidlanadi, muhitga ajralishi korroziya jarayoniga olib keladi:



Bundan tashqari, ba'zi bir tion bakteriyalar ishtirokida temir (II) oksid temir (III) oksidgacha oksidlanadi, metall sirtidan elektronlarni qabul qilib, katodning depolarizatori rolini o'ynaydi.

Rangsiz oltingugurtli bakteriyalar muhitni kislotali holatga keltiradigan hamda korroziya uchun yaxshi muhit yaratishga olib keluvchi



reaksiyalari amalga oshirildi.

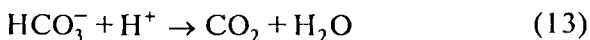
IX. 5. Metall quvurlari va konstruksiyalarni korroziyadan saqlash

Metall sirtiga himoya qoplamalarini qo'llash hamda saqlashning elektrokimyoviy usullari metall sirtini korroziyadan saqlashning asosiy usuli hisoblanadi.

Quvurlarni himoya qilish uchun, odatda, birinchi usul qo'llaniladi. Quvurning yuzasini korroziyadan himoya qilish uchun uning sirtiga toshko'mir smolasi qoplanadi. Cho'yan quvurlarning ichki qismini korroziyadan saqlash uchun bitum yoki polimer qoplanadi, bu qoplama zavodda qoplanadi.

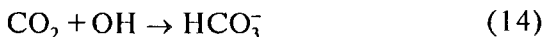
Korroziyaning oldini olish yoki uni sekinlatish uchun quvurlarda tashiladigan suvga oldindan ishlov beriladi. Bu holda suvga tegishli reagent qo'shiladi. Bu reagent quvurning ichki yuzasida erimaydigan himoya parda hosil qiladigan birikma hosil bo'ladi. Suvga stabil ishlov berish — vodoprovod quvurlarining korroziyasiga qarshi samarali kurash usullaridan biridir. Dastlabki davrlarda vodoprovod sistemasi ekspluatatsiyasida suvda $1 = 0,5 + 0,7$ to'yinish indeksi ushlab turiladi. Quvurlardan suv uzatilganda hamma perimetrlariga kalsiy karbonat qavati qoplanadi, bu qavat suvning metall bilan bevosita kontaktining oldini oladi. Hosil bo'lgan himoya pardasini saqlash uchun iste'molchiga beriladigan suvning to'yinish indeksi nolga yaqin bo'lishi zarur. Buning uchun suvga stabil ishlov beriladi, yarim bog'langan va erkin karbonat kislota nisbatlari suvda o'zgaradi.

Musbat to'yingan indeksda suv xlorid yoki sulfat kislota bilan ishlanadi. Bunda suvdagi HCO_3^- ionlari miqdori kamayadi, CO_2 ning konsentratsiyasi quyidagi reaksiyaga muvofiq ortadi:



Natijada suvdan kalsiy karbonatning cho'kishi to'xtaydi.

$I < 0$ bo'lganda suv ohak yoki soda bilan ishqorlantiriladi. Natijada shiddatli karbonat kislota quyidagi reaksiya bo'yicha HCO_3^- ioniga bog'lanadi:



bunday ishlov berish natijasida suv korroziyalı bo'lishdan to'xtaydi.

Suvga modda qo'shilganda himoya pardasi hosil qiladigan va korroziya jarayonini to'xtatadigan moddalar qatoriga natriy geksametafosfat hamda suyuq shisha kiradi. Suv geksametafosfat bilan ishlanganida $\text{Ca}[\text{Ca}_2(\text{PO}_3)_6]$ tipidagi kam eruvchan birikma hosil bo'ladi. Bular bilan korrozion qatlamlar sementlanadi, ularni zichlashtiradi va suv hamda kislorodni kam o'tkazadi. Korroziyadan himoya qilish uchun suyuq shishaning qo'llanilishi uning kalsiy va magniy ionlari bilan o'zaro ta'sirlashuv xususiyatiga hamda berilgan metallarning silikatlaridan tuzilgan himoya parda hosil qilishiga asoslangan.

Elektr kimyoviy himoya mohiyati, himoya qilinayotgan metallga nisbatan maniyroq elektrod potentsiali metall dan tayyorlangan anod (protektor)larning (31) reaksiya bo'yicha sistemaga birikib anod qismda temirning erishini oldini olishdan iborat. Po'lat konstruksiyani himoya qilish uchun rux, aluminiy va ularning qotishmalaridan tuzilgan anodlardan foydalanish mumkin. Himoya qilinayotgan inshoot katod vazifasini o'taydi, protektor va inshoot potentsiallarining farqi anod va katod qismlardagi metall yuzasiga nisbatan katta, erish reaksiyasi anod-protektorda boradi.

Mikrobiologik korroziyaga qarshi universal himoya vositalari yo'q. Yuqorida ta'rif etilgan himoya qoplamalarni yaratish usullari metall sirtini suvdan izolatsiya qiladi. Demak, mikrobiologik ta'sirlashuvdan ham asraydi. Ba'zi bir hollarda bakteritsid yoki baktermostatik moddalar ham ishlatilishi mumkin. Sulfat reduksiyalangan bakteriyalar uchun kislorod samarali bakterioostat hisoblanadi, shuning uchun aeratsiyani kuchaytirish sulfat reduksiyalangan bakteriyalar hosil qilgan korroziyani sekinlashish xusu-

siyatiga ega bo'ladi. Bu tipdagi mikrobiologik korroziyaning oldini olish uchun muhit ishqorlantiriladi (mumkin bo'lgan vaqtlarda) sulfat reduksiyalangan bakteriyalar $pH = 9$ bo'lganda batamom to'xtaydi.

IX. 6. Suv ta'sirida beton va temir-betonning yemirilishi

Beton va temir-beton vodoprovod hamda kanalizatsiya inshootlari qurilishda ishlatiladigan asosiy material hisoblanadi. Suv bu materiallarga faol ta'sir etib ularni yemiradi, bu texnologik jarayonlarning buzilishiga, quvurlarning o'tkazish xususiyatini pasayishiga, suv sifatining yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

IX. 7. Suv ta'sirida beton va temir-betonning yemirilish sabablari

Suv ta'sirida beton va temir-betonlarning yemirilish tezligi hamda ehtimolligi ularning tarkibi va betonning strukturasi, uning zichligi va suv o'tkazuvchanligi, shuningdek, kontaktdagi suv tarkibi hamda bu kontaktning sharoitiga bog'liq.

Suv sizmaydigan mustahkam beton qavatini yemirilmaguncha temir-beton armaturasi korroziyaga uchramaydi. Yoriq paydo bo'lishi hamda asta-sekin betonning yemirilishi natijasida armaturada muhit hosil bo'lib, korroziya rivojlanadi. Temir-betonning armaturasining korroziyasi elektr-kimyoviy tabiatga ega. Korroziya rivojlanishi bilan hosil bo'lgan zang asta-sekin kattalashadi, bu, o'z navbatida, beton qavatining armatura bo'ylamasiga parchalanishiga olib keladi.

Betonli qurilmalarning yemirilishiga asosiy sabab, beton sifatining qoniqarsizligi hamda uning yetarli darajada joylashtirilmaganligi, materialning haddan tashqari kuchlanishi, mexanik ta'sirlar, suvning yuqori tezlikdagi harakati hamda haroratning keskin o'zgarishidir. Kuchli karbonat kislota, kuchli kislotali yoki kuchli ishqoriy muhit, turli tuzlar va hokazolar ta'sirida betonning

kimyoviy degradatsiyasi hosil bo'ladi. Bakterial jarayonlar ham betonning yemirilishiga ta'sir etadi.

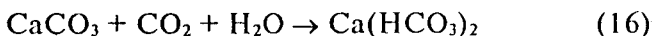
Betonning kimyoviy yemirilishi uchta tip jarayonda sodir bo'ladi: 1) beton komponentlarining suvli muhitda erishi; 2) beton komponentlarining suvda ishtirok etuvchi moddalar bilan o'zaro ta'sirlashuvi, betonning mexanik mustahkamligini susayishi; beton mahsulotlarida betonning parchalanishi va yemirilishi sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishi.

Agressiv karbonat kislota ta'siri. Beton qotgan vaqtida taxminan 10% sof kalsiy gidroksid betonda qoladi. Buning natijasida kuchli ishqoriy muhit ($\text{pH} = 14$) yuzaga keladi. Natijada hosil bo'lgan beton armaturani himoya qilish qobiliyatiga ega bo'ladi.

Karbonat kislota ta'siri beton tarkibidagi ohakni eritib, uni chiqarib yuborishdan iborat. Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, bu jarayon — beton yemirilishining asosiy sabablaridan biridir. Ohakning erib betondan chiqib ketishi, boshqacha aytganda, betonning karbonizatsiyasi quyidagi reaksiya bilan ifodalanishi mumkin:



Betonda karbonizatsiya jarayoni (beton sirtida ham) sodir bo'lishi mumkin; buning natijasida betonning barqarorligi (pishiqligi) ortadi, chunki beton sirtida hosil bo'lgan CaCO_3 qavati betonni himoya qilish xossasiga ega. Lekin hujumkor karbonat kislota bilan beton uzoq vaqt kontaktda bo'lganida CaCO_3 qavati quyidagi reaksiyaga muvofiq erib keta boshlaydi:



(12) va (13) tenglamalar bilan ifodalangan reaksiyalar birgalashib, betondan ohakning erib chiqib ketishini ta'minlaydi, chunki buning natijasida suvda yaxshi eruvchan kalsiy bikarbonat $\text{Ca(HCO}_3)_2$ hosil bo'ladi.

Betonning karbonizatsiya jarayoni faqat uning sirti bilan chegaralanmaydi; karbonizatsiya betonning ichki qismida ham sodir bo'la oladi. Buning natijasida betonning mexanik pishiqligi pasayib, armaturada darzlar, bo'shliqlar va boshqa salbiy holat (defekt)lar paydo bo'ladi.

pH ning ta'siri. Beton bilan kontaktda bo'lgan suvli muhitning pH kattaligi 6—9 chegarasidan boshqacha bo'lmasligi kerak. Kislotalarning betonni yemirishga ta'siri o'sha kislotalarning kalsiy tuzlari eruvchanligiga bog'liq ravishda o'zgaradi: sulfat kislotaning kalsiy tuzlaridan kalsiy nitratga, undan kalsiy xloridga o'tilgan sari eruvchanlik kuchayib boradi (binobarin, betonning yemirilishi ham kuchayadi).

Oqova suvlardagi kuchli ishqoriy birikmalar — beton tarkibidagi aluminiyli komponentlarning erishini tezlashtiradi; shu yo'l bilan ular betonning strukturasi buzib yuboradi.

Suvdagi ionlar tarkibining ta'siri. Betonning yemirilish tezligi suvdagi ionlar tarkibiga ham bog'liq. Masalan, agar suvda ammoniyli birikmalar ko'p bo'lsa, bular kuchli ishqoriy muhit bilan kontaktda bo'lganida beton moddasidan ammiakning ajralishi kuzatiladi; bu jarayon ohakning erishini tezlatib betonni yemirilishga yo'liqtiradi. Magniy tuzlari va ohakdan kuchsizroq asoslar shunday ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, tarkibida ammoniy, magniy va sulfat ionlari katta konsentratsiyada bo'lganida beton qattiq hujumga uchraydi.

Agar suvdagi biologik jarayonlarda ishtirok etishga qobiliyatli ba'zi ionlar mavjud bo'lsa, bu sharoitda betonni yemirilishga undovchi hayot tuzimiga ega bo'lgan mikroorganizmlar avj olib, ularning hayotiy mahsulotlari betonni yemirilishga olib boradi. Bunday mikroorganizmlar jumlasiga, masalan, nitrofikator va sulfatlik tion bakteriyalar kiradi; beton joylashgan muhitga kislotalarning qo'shilishi esa bunday bakteriyalarning rivojlanishiga yordam beradi.

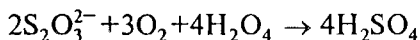
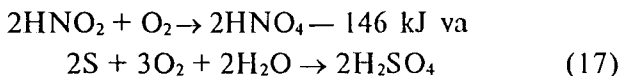
Mikroorganizmlarning ta'siri. Beton yemirilishining mikrobial jarayonlari, ko'pincha, oltingugurtning o'zgarishini amalga oshiradigan bakteriyalarning amaliyoti bilan bog'liq bo'ladi. Bu jarayonlar asosan, kanalizatsiya kollektorida kuzatiladi.

Oqova suvning kanal va quvurlarda (suvning o'z-o'zicha tozalanish tezligidan) kichik tezliklar bilan harakatlanishi natijasida suvdagi qo'shimcha moddalar cho'kmaga tushadi. Bu cho'kmalar suv tagida anaerob (havosiz) sharoitda qolib chiriy boshlaydi. Bunday sharoitda „sulfatlarni qaytaruvchi“ bakteriyalarning

rivojlanishi kuchayadi; natijada organik moddalar oksidlanish jarayoni bilan bir qatorda vodorod sulfid H_2S ning hosil bo'lishini amalga oshiradigan qaytarilish jarayonlari ham sodir bo'ladi.

Betonning yemirilishi, asosan, truboprovod (quvur)ning yuqori qismidagi suv ostida sodir bo'ladi.

Bu zonadagi sharoit (kislorodning borligi, H_2S ning mavjudligi, namlik) bu yerda tion bakteriyalar va rangsiz oltingugurt bakteriyalarining reaksiyalarini amalga oshiruvchi bakteriyalarning rivojlanishiga juda yordam beradi:



Bundan tashqari, ba'zi tion bakteriyalar 2 valentli temirni 3 valentli temirga qadar oksidlay oladi; bu holda uch valentli temir, katod sirtidagi elektronlarni o'ziga qabul qilib, depolarizatorlik vazifasini bajaradi (5 reaksiya tenglamasiga qarang).

Rangsiz oltingugurt bakteriyalar (13) va (14) tenglamalarga muvofiq, muhitni oksidlab, korroziya uchun maqbul sharoit yaratadi.

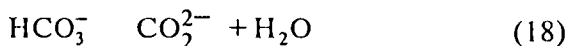
IX. 8. Metall quvur va metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilish

Metall sirtini korroziyadan himoya qilishning asosiy usullari — metall sirtini himoya qavat bilan qoplash va elektrokimyoviy himoya qilishdan iborat.

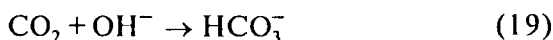
Quvurlar, odatda, birinchi usul bilan himoya qilinadi. Quvurlarning tashqi sirtini korroziyadan himoya qilish uchun sirt toshko'mir smolasi bilan qoplanadi. Cho'yan quvurlarning ichki sirti himoya qilish uchun bitum yoki polimerlar bilan qoplanadi, bu ish zavodda quvurlar tayyorlash vaqtida amalga oshiriladi.

Korroziyani butunlay to'xtatish yoki sustlashtirish uchun bu quvurlarga yuboriladigan suvni oldindan qayta ishlashdan ham foydalanish mumkin. Buning uchun suvga shunday muayyan

reagentlar qo'shiladiki, ular quvurning ichki sirtida himoya pardalar hosil qiladigan cho'kmalarga aylanadi. Vodoprovod quvurlarini korroziyadan saqlashda nihoyatda samarador usul — suvni stabil qayta ishlatishdan iborat. Vodoprovod sistemasidan dastlab foydalanish davrida suvning to'yinish indeksi $J = 0,5 \div 0,7$ bo'lishi va uni shu holatda saqlab turish kerak. Bunday suv quvurlar uzunasiga harakat qilganida, quvurning hamma ichki sirtlarida uzunasiga (perimetri bo'yicha) kalsiy karbonat qavati hosil bo'ladi; bu qavat hosil bo'lgani sababli suv bilan quvur metalli orasida bevosita kontakt bo'lmaydi. Hosil bo'lgan kalsiy karbonat qavati saqlanib turishi uchun iste'molchiga beriladigan suvning to'yinish indeksini nolga yaqin qiymatda tutib turish kerak. Agar shunday qilish zarur bo'lsa, bu maqsad uchun suvni qayta ishlashga to'g'ri keladi. Buni amalga oshirish uchun suvdagi yarimbog'langan va erkin holatdagi karbonat kislota konsentratsiyalari ma'lum nisbatda bo'lishi kerak. Agar suvning to'yinish indeksi musbat qiymatga ega bo'lsa, suvdagi tuzlar xlorid va sulfat kislota bilan qayta ishlanadi. Shunday qilinganda, suvdagi HCO_3^- ionlari konsentratsiyasi kamayib, CO_2 konsentratsiyasi quyidagi tenglamaga muvofiq ravishda ortadi:



Buning natijasida suvda kalsiy karbonatning cho'kishi to'xtaydi. $J < 0$ bo'lganida suvga ohak yoki soda solinadi. Shunda hujumkor karbonat kislota CO_2 albatta OH^- ionlari bilan birikib HCO_3^- ionlariga aylanadi:

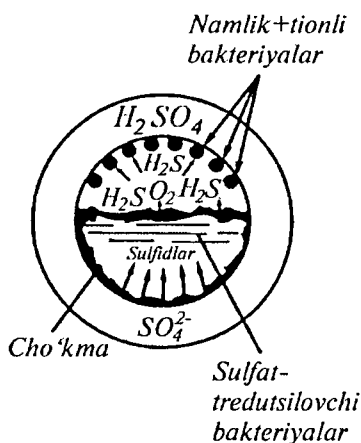


Shunday qayta ishlash natijasida suv o'zining korrozion xususiyatini yo'qotadi.

Natriy geksametafosfat va suyuq shisha suvga qo'shilganida suvda himoya parda hosil qilib, korroziya jarayonini to'xtatadigan moddalar jumlasiga kiradi. Suvni natriy geksametafosfat bilan qayta ishlaganda, suvda kam eriydigan birikmalar turiga kiruvchi $\text{Ca}[\text{Ca}_2(\text{PO}_3)_6]$ turidagi yomon eriydigan birikmalar hosil bo'lib,

ular korroziya cho'kmalarni sementlaydi; ularning zichligini kamaytirib, suv va kislorodni o'tkazmaydigan holatga keltiradi. Quvurlarni korroziyadan himoya qilish uchun suyuq shisha ishlatishning mohiyati suyuq shishaning kalsiy va magniy ionlari bilan reaksiyaga kirishib, suvdagi Ca va Mg metallarining silikatlaridan iborat himoya parda hosil qilish qobiliyatiga asoslangan.

Korroziyaga qarshi elektrokimyoviy himoyaning mohiyati temirning anod uchastkasida (1) reaksiyasiga muvofiq erib ketishdan saqlashdan iborat, buning uchun anod uchastkasini elektrod potentsiali himoya qilinadigan metallning elektrod potentsialiga qaraganda manfiyroq qiymatga ega bo'lgan metallardan tayyorlangan anodlar (protektorlar) sistemasiga ulanadi. Po'lat konstruksiyalarni himoya qilish uchun anodlar sifatida rux, aluminii va ularning qotishmalaridan foydalanish mumkin. Himoya qilinadigan metall katod rolini o'ynaydi; protektorlar bilan inshoot orasidagi potentsiallar ayirmasi, metallar sirtining anod va katod uchastkalari orasidagi potentsiallar ayirmasidan kattaroq bo'lganligi sababli erish reaksiyasi protektor sifatida olingan anodda sodir bo'ladi.



24- rasm. Kanalizatsiya kollektorida bakteriologik jarayonining sxemasi

Mikrobiologik korroziyadan himoya qilish uchun universal vositalar mavjud emas. Himoya parda (qoplama)lar yaratishda yuqorida bayon etilgan usullar — metall sirtining suvga tegib turishidan, binobarin, mikroblar ta'siridan saqlaydi. Ba'zi hollarda bakteritsid yoki bakteriostatik moddalardan ham foydalanish mumkin. Sulfatlarni qaytaruvchi bakteriyalarga qarshi kurashishda kislorodni qo'llash mumkin. Shu sababdan sulfatlarni qaytaruvchi bakteriyalar tomonidan yuzaga chiqariladigan korroziya tez-tez aeratsiya bo'lib

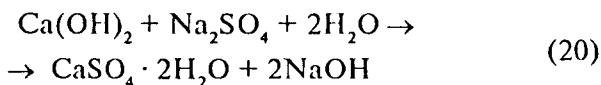
turgan sharoitda korroziya sust boradi. Bu turdagi mikrobiologik korroziyaning oldini olish uchun chora sifatida ishqorlashgan muhitdan foydalanish mumkin, chunki sulfatlarni qaytaruvchi bakteriyalar pH=9 bo'lgan muhitda batamom yo'qolib ketadi (24-rasm).

IX. 9. Dengiz suvining betonga ta'sir etishida o'ziga xoslik

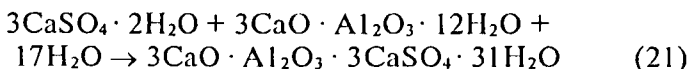
Dengiz suvi tarkibining o'ziga xosligi shundaki, dengiz suvida tuzlarning miqdori 25—40 g/l ni tashkil etishidir.

Dengiz suvi yer sirtidagi oqar suvlardan o'zining ion tarkibi bilan keskin farq qiladi: yerning ust qismidagi suvlarda Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , HCO_4^{2-} ionlari mavjud bo'ladi; dengiz suvida esa, asosan, xlorid ionlari; kationlardan — natriy ionlari ko'p uchraydi. Dengiz suvida ionlar konsentratsiyasi yer ustidagi chuchuk suvlardagi ionlar konsentratsiyasiga qaraganda juda yuqori bo'ladi.

Dengiz suvining betonga kimyoviy ta'siri tuz va ionlari bilan beton tarkibidagi komponentlar orasida bo'ladigan o'zaro ta'sirlashishdan iborat. Masalan, sulfat ionlar ta'sirida betondagi erkin kalsiy gidroksidda sulfatlanish sodir bo'ladi:

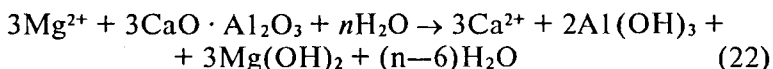


So'ngra kalsiy sulfat sementning aluminatlari bilan reaksiyaga kirishadi:

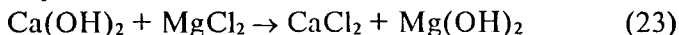


Bu reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan kalsiy-sulfoaluminatni „sement batsillasi“ deb ataladi; bu modda o'z hajmini 2,5 marta kattalashtira oladi, natijada beton yemiriladi.

Magniy ionlari ham betonga yemiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Magniy ionlari kalsiy aluminat bilan o'zaro ta'sirlashib, betondan kalsiyni chiqaradi:



Betondagi erkin kalsiy gidroksid magniy sulfat yoki magniy xlorid bilan reaksiyaga kirishib yaxshi eruvchan tuzlarga aylanib, betondan chiqib ketadi:



(21) va (22) reaksiyalar hosil bo'ladigan $\text{Al}(\text{OH})_3$ va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tarkibli gidroksidlar amfoter iviqsimon moddalar bo'lib, asta-sekin betondagi darz, bo'sh (g'ovak) va mikrog'ovaklarni to'ldirib betonni qovushqoqmas massaga aylantiradi, chunki ular qovushtirish qobiliyatiga ega bo'lmagan moddalardir.

Dengizlarda betonning kimyoviy yemirilishiga dengiz suvining ko'tarilishi yoki pasayishi, to'lqinlarning kelib urilishi tezlatuvchi ta'sir ko'rsatadi.

Dengiz suvi — turli-tuman hayvon va o'simlik organizmlarining tabiiy yashash makonidir. Shunga ko'ra, ba'zi hayvon va o'simlik turlari dengiz tagiga cho'kkan jismlarda (beton va temir betonlarda o'zlariga vatan qurib) ajoyib hayot kechiradi.

Keyinchalik shunday xulosaga kelindiki, dengiz suvida betonning kimyoviy yemirilishiga hayvonlar organizmidan tashkil topgan o'simtalar, asosan, mediyalar va dengiz mavjudotlari yordam ko'rsatadi. Dengiz mavjudotlari nafasidan chiqqan uglerod (IV) oksid ta'siridan betonda CaCO_3 qavati erib ketadi. O'simlik organizmlar betonni yemirmaydi, chunki ular fotosintez jarayonida uglerod (IV) oksidni yutib, uning konsentratsiyasini pasaytiradi.

Shunday qilib, betonning dengiz suvi ta'sirida yemirilishi — kimyoviy, mexanik va biologik jarayonlar ta'sirlarida sodir bo'ladi.

IX. 10. Beton va temir-beton qurilmalarini yemirilishdan himoya qilish

Betonni yemirilishdan va temir-beton armaturalarni korroziyadan saqlash uchun bir necha himoya usullari qo'llanilgan.

Armaturani muvaffaqiyatli himoya qilish uchun beton tarkibini to'g'ri tanlash, himoyaviy beton qalinligini to'g'ri topish, uni pishiq ishlash kabi choralar katta ahamiyatga ega.

Maxsus chora sifatida eng avval armaturani sement bilan aralashtirilgan bitum bo'yoq qavati bilan qoplash va elektrokimyoviy himoya qo'llaniladi. Betonni himoya qilish uchun bitum qoplama va laklardan foydalaniladi. Past sifatli (past markali) betonni himoya qilishda beton sirtidagi kapillar g'ovak, darz va beton ichiga suv kirishi mumkin bo'lgan teshiklarni polimerlovchi moddalardan tuzilgan yelim bilan berkitiladi.

IX. 11. Quvur o'tkazgich (quvur) va inshootlarda cho'kmalar hamda biologik o'simtalarning hosil bo'lishi

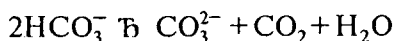
Vodoprovod va kanalizatsiya inshootlari doimo yer sirtidagi suv havzasiga ulangan bo'ladi. Masalan, shahar vodoprovodi uchun bunday suv havzasi sifatida — shaharni suv bilan ta'minlovchi suv havzasini (masalan, daryoni) ko'rsatish mumkin; kanalizatsiya ulanadigan tarmoqlar sifatida oqova suv to'planadigan chuqurliklar xizmat qiladi. Yer sirtidagi suv manbayida suv sifati unda rivoj topgan biologik mavjudotlar quvur va gidrotexnik inshootlarda hosil bo'ladigan cho'kmalar hamda biologik mavjudotlarning paydo bo'lishini amalga oshiradi. Shu bilan birga, oqova suvlarning suv havzasiga tashlanishi natijasida suv havzasi tagida va uning sohillarida cho'kmalar hamda biologik mavjudotlarning rivojlanishi havzadagi suvning sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, suv havzasi bilan vodoprovod yoki kanalizatsiya inshooti o'zaro bir-biriga bog'liq sistemani tashkil etadi. Bunday sistemalardan birida cho'kmalar va biologik mavjudotlar hosil bo'lishini va uning sabablarini ko'zdan kechiramiz.

IX. 12. Quvurlardagi cho'kmalar, ularning kelib chiqish sabablari va ularga qarshi kurashish

Suv o'tkazadigan quvurlarning ichki sirtida ko'pincha shunday cho'kmalar hosil bo'ladiki, ularning tabiati suvning xossalari va uning harakat rejimi (tartibi)ga bog'liq ravishda o'zgaradi. Quvur ichida cho'kmalar hosil bo'lganida quvur teshigi torayadi va uning suvni o'tkazish qobiliyati susayadi.

Iflos suvning quvur ichida sekin harakati tufayli quvur suvida qo'shimcha moddalarning dag'al dispers sistemalar, quvur tagida esa cho'kmalar hosil bo'ladi. Organik moddalardan kelib chiqqan cho'kmalar tezda chirib suvning sifatini yomonlashtiradi; temir-beton quvurlarni yemirilishiga sabab bo'ladi. Anorganik cho'kmalar, masalan, suvda temir moddasi ko'payib ketishi natijasida hosil bo'ladigan temir gidroksid asta-sekin zichlashib, suvda hosil bo'ladigan boshqa moddalar cho'kmalari bilan birga qattiq sistemalar holida suv tagiga yig'iladi (sementlashadi). Korroziya tufayli paydo bo'lgan temir gidroksid cho'kindilar g'adir-budir sirtlarni hosil qiladi. Quvur ichida g'adir-budir zaminda cho'kmalarning hosil bo'lishi natijasida suvning oqish tezligi pasayadi; undan tashqari, bu moddalar cho'kib, suv bilan kelgan muallaq zarrachalarni o'z sirtiga tortadi, chunki g'adir-budir sirtiga zarrachalar yaxshi cho'kadi. Agar quvurdan o'tadigan suvda cho'kmaga tushadigan moddalar ishtirok etsa, borib-borib quvur teshigi zich bekilib qolishi ham mumkin. Nihoyat, suv bilan sovitiladigan sistemalarda issiq almashtirgich sirtlarida suvdan yig'ilgan cho'kmalar hosil bo'lishi ham mumkin. Suv tagiga tushgan cho'kmalar, asosan, kalsiy karbiddan iborat bo'ladi; bu cho'kma suv isitilgan vaqtda, asosan, suv tagiga cho'kkan kalsiy karbonatdan iborat:



Reaksiya muvozanat harorat ko'tarilganida o'ng tomonga siljiydi; buning natijasida suvda erigan karbonat kislotalarning eruvchanligi pasayadi; agar sistemada kalsiy ionlari bo'lsa, kalsiy karbonat CaCO_3 hosil bo'lib, u bilan birga suvdagi muallaq moddalar ham birga cho'kib, cho'kma hajmi kattalashib boradi.

Cho'kmalarga qarshi kurashishda ko'rildigan asosiy choralar: suvdagi muallaq qo'shimcha zarrachalarning cho'kmasligiga erishish uchun suv harakatining tezligini kattalikda saqlashdan, korroziyaga yo'l qo'ymaslikdan, suvni dastlab boshdan-oyoq yumshatib turishdan va issiq suvdan quyqalar tushmasligini ta'minlashdan iborat.

IX. 13. Sanoat korxonalarini aylanma tarzda suv bilan ta'minlash sistemasida biologik o'simtalarning rivojlanishi va unga qarshi kurashish yo'llari

Yer ustidagi havzalardan suv bilan birga aylanma sistemaga kelib qolib, suv havzalarida, quvurlarda, issiq almashtiruvchi apparatlarning sirtlarida va aylanma suv sovitiladigan joylar sharoitida hayot kechirishga moslashib qolgan organizmlar biologik o'simtalar hosil qiladi. Aylanma sistemada biologik sistemalarning hayot kechirishi uchun munosib sharoit (ya'ni, ovqatli moddalar va muvofiq harorat rejimi) mavjud bo'lgandagina bu sistemada biologik o'simtalar paydo bo'ladi. Olimlar aytishlariga qaraganda, sistemada permanganat ta'siridan oksidlanish qiymati 4—6 mg l dan ortiq bo'lsa, o'simtalarning paydo bo'lishi muqarrardir. Agar suvda fosforli birikmalar bor bo'lsa, u holda o'simtalarning hosil bo'lish samaradorligi ortadi.

Hozirgi vaqtda ko'pchilik sanoat korxonalarida apparatlarni sovitish uchun tozalangan oqova suvlar ishlatilmoqda. Tozalangan oqova suvlar tabiiy oqar suvlardan shu bilan farq qiladiki, ular tarkibida tuzi bor moddalar ko'proq bo'ladi hamda ularga maxsus moddalar qo'shish mumkin. Bunday suvlardan foydalanilganda quyqaning hosil bo'lishi tezlashadi (kalsiy va magniy konsentratsiyasi ortganida); agar aylanma sistemalardagi suvda xlorid va sulfatlar konsentratsiyasi yuqori bo'lsa, betonning yemirilishi va metall korroziyasi tezlashadi.

Shaharlarning oqova suvlari qum filtrlardan o'tkazilib tozalanganidan (zararsizlantirilganidan) keyin ham, sovitish maqsadida ishlatilganida, biologik o'simtalarning rivojlanishiga yordam berib, bu jarayonning samaradorligini orttiradi, chunki bunday suvda biogenlik kuchli bo'ladi (bunday holatning yaratilishida organik moddalarning hamda azot va fosfor birikmalarining mavjudligi bu holatning sodir bo'lishiga yordam beradi).

Biologik o'simtalarning rivojlanish tabiati va tezligi haroratga bog'liq. Suv manbalarida biomavjudotlarning miqdori va sifat tarkibi yil fasllariga qarab o'zgarib turadi. Aylanma suvni ochiq ravishda sovitiladigan havzalarda (ya'ni hovuz, sachratma suv tushadigan

joylarda) ham biologik jarayonlarning samaradorligi yil fasllariga qarab o'zgarib turadi. Faqat, berk issiq almashtirgich apparatlar-dagina biomassaning rivojlanishi yil bo'yi o'zgarmaydi, chunki bu sistemada har doim bir xil harorat rejimi saqlanadi.

Issiq almashtirgich apparatlar va quvurlarda biologik o'simtalar bakteriyalar borligi tufayli rivojlanadi. O'simta hosil bo'lish jarayoni apparatning suv bilan ho'llanadigan sirtida shilliq pardaning hosil bo'lishidan boshlanadi. Olib borilgan izlanishlarga ko'ra, bakterial o'simalarning asosiy qismi zaogley bakteriyalar (*Zaogloea ramigera*) tufayli hosil bo'ladi. Shuningdek, ipsimon *Sphaeratilus* turdagi bakteriyalar ham, suvda temir miqdori ko'p bo'lganida temir bakteriyalar ham rivojlanadi (keyingi holda o'simta tarkibida temir bakteriyalar borligi aniqlangan). Quvurlarda mexanik (ayniqsa organik moddalarning) cho'kmalari hosil bo'lishi natijasida boshqa gidrobiont bakteriyalar ham rivoj topadi.

Issiq almashtirgich apparat va quvurlarning bioo'simalari tarkibida bakteriyalardan tashqari zamburug', chuvalchang va boshqa sodda mavjudotlar borligi ham aniqlangan. Eng sodda o'simalarning asosiy vakillari jumlasiga *Paramecium*, *Vorticella*, *Carchesium* turlaridagi infuzoriyalar, chig'anoq tusli amyobalar kiradi. Chuvalchang va qurtlar turkumidan nematoda va olegoxetalar uchraydi. Ba'zan o'simtalar tarkibida lishankalar ham uchraydi.

Suv sovitiladigan (gradiriya va sachratma havzalarda) biologik o'simalarning tabiati yuqorida bayon qilingan o'simalardan o'zida suv o'simliklari ko'p bo'lishi bilan farqlanadi. Suv o'simliklari yorug'lik tushadigan, suv bilan yuvilib turadigan sirtlarda rivojlanadi. Ko'klam va kuz paytlarida o'simalari, asosan, diatomeyalardan iborat bo'lib, yilning issiq fasllarida yashil suvo'tlar va sianbakteriyalar rivojlanadi.

Bu sistemada sodir bo'ladigan uzluksiz jarayonlar ular bilan kontaktdagi suvning sifatini o'zgartiradi. Natijada mikroorganizmlar uchun ovqatga yaroqli moddalar sarflanib ketadi; ularning evaziga suvda o'simta organizmlarning hayot kechirishlaridan hosil bo'lgan moddalar, o'lgan hujayralar va ularning yemirilish mahsulotlari o'rin oladi.

Suv qabul qiluvchi kameralarga, dag'al kataklarga, nasoslar-niing so'rish qismlariga joylashib olgan dreysen nomli molluskalar

gidrotexnik inshootlar ishida qiyinchilik yaratadi. Bu molluskaning endigina tuxumdan chiqqan qurtlari suv bilan birga aylanma suv ta'minoti sistemasiga va tozalovchi inshootlarga kirib olib, u joydagi quvur ichini va rezervuarlarni to'lata boshlaydi. Kuzatuvlarga qaraganda, ayrim texnik vodoprovod uchastkasida ularning soni 100000 ekz m² ni tashkil qiladi; o'sish balandligi 25—40 mm ga yetadi.

Biologik o'simta qanday bo'lmasin, ba'zi quvurlar orqali suvning harakatini sustlashtiradi, issiq almashinish samaradorligini keskin kamaytiradi; umuman, texnologik jarayonlarning izdan chiqishiga olib keladi.

Biologik o'simtalarining tabiatiga qarab ularga qarshi turli choralar ko'riladi.

Aylanma suv bilan ta'minlash sistemalarida bakterial o'simtalarga qarshi ko'pincha vaqti-vaqti bilan suvga xlor yuborib turiladi. Beriladigan xlorning miqdorini aniqlashda qaysi vaqtlarda (necha kunda qancha xlor kerakligi) tajriba asosida sistemaning xlor qabul qilish xususiyatiga qarab (bioo'simliklarning rivojlanish samaradorligini hisobga olgan holda) aniqlanadi. Suvga xlor yuborish vaqtida sistemaning ishi to'xtatilmaydi. Hozirgi vaqtda dreysen molluskaga qarshi ko'riladigan choralar (kimyoviy va termik usullar) aniqlangan va qo'llanilmoqda. Tajriba natijalariga qaraganda, bu choralarni ertaroq (hali molluskalar katta bo'lmasdan avval) ishlatish yaxshi samara beradi.

Xlorlash va mis kuporosi berish-kimyoviy kurash choralari jumlasiga kiradi. Bu reagentlarni sistemaga suv olish vaqtidan avvalroq bevosita kiritish maqsadga muvofiqdir. Kimyoviy kurash usullaridan yoz vaqtlarida foydalanish ham maqsadga muvofiqdir, chunki molluskalar yilning issiq paytlarida tez rivojlanadi. Reagentlarning ishlatiladigan dozalari tajriba asosida aniqlangan bo'lib: xlor uchun $4-10 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$, mis kuporosi uchun $1-6 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$ (mis ioni bo'yicha).

Agar suv xlorni kuchli yutsa, xlorlashni may oyidan boshlab oktabr oyigacha davom ettiriladi. Suv xlorni kuchsizroq yutsa, bir yilda (ko'klam va kuzda) hammasi bo'lib, ikki marta xlor

beriladi (har safar xlor berish 10 kun davom etadi). Kuporoslashni may-oktabr oylari davomida 1 marta (2 kun ichida) bajariladi (har safar 1 soat davomida o'tkaziladi).

Kuporoslashni ariq suvida shakllanib bo'lgan o'simtalarga qarshi o'tkaziladi.

Bu maqsad uchun biror idishni kuporos konsentratsiyasi 5 mg/l bo'lgan suv bilan (eritma) to'latib 5 kun tinch qo'yiladi. Shunday ish bajarilganida molluskalar batamom o'ladi; quvur sirtidan yuvib tashlanadi.

Molluskalar bilan termik kurashish molluskalarni 32°C dan yuqori haroratda batamom (qurtlari ham) halok qiladi. Tajriba natijalariga qaraganda harorati 40—45°C bo'lgan suv bilan o'simtal o'sgan sirtni 5—15 daqiqa davomida yuvish natijasida dressen batamom halok bo'ladi. 1—24 soat ichida sirt o'simtalardan batamom tozalanadi.

Biologik o'simtalarning rivojlanishini to'xtatish maqsadida sirtlar maxsus bo'yoq yoki kuzbaslak bilan qoplanadi.

X BOB. TABIIY VA OQOVA SUVLARNI TOZALASH

X. 1. Fizik va kimyoviy jarayonlar

Tabiiy va oqova suvlarni tozalashda fizik-kimyoviy, kimyoviy va biologik jarayonlardan foydalaniladi: suv asta-sekin (ketma-ket) muallaq moddalardan, eritma holatidagi organik va anorganik moddalardan tozalanadi. Tozalangan suvning xossalari tekshirib ko'riladi. Bu ishlarning bajarilish tartibi suvning sifatiga va uning qanday maqsadda ishlatilishiga bog'liq ravishda olib boriladi.

X. 2. Koagulatsiya va flokulatsiya

Suvni unda erimaydigan qo'shimchalardan tozalash uchun ikki usuldan: sedimentatsiya va flotatsiya filtratsiya usullaridan foydalaniladi. Sedimentatsiya usulida jarayonning samaradorligi — zarrachalarning katta-kichikligi va solishtirma massasiga qarab

tanlanadi; flotatsiya usulida esa suspenziyaga havo pufakchalari yuboriladi; bu pufakchalar muallaq zarrachalar bilan birlashib ko'pik holida ajralib yuqoriga ko'tarilib go'yoki uchib chiqadi. Tabiiy sedimentatsiyani markazdan qochuvchi kuch ta'sirida va filtrlash bilan kuchaytirish mumkin. 7- jadvalda suvdagi qo'shimcha moddalarning sedimentatsiya xossalari keltirilgan; bunda suv ustunining balandligi zarracha diametrlari „mm“ lar bilan ko'rsatilgan; cho'kish vaqti *soat* va *minutda* ifodalangan.

7- jadval

Suvdagi qo'shimchalarning sedimentatsiya xossalari

Qo'shimcha modda nomi	Zarracha diametri, mm	Balandligi lm bo'lgan suvdan cho'kish vaqti
Shag'al	10	1 sek
Qum	1	10 sek
Mayda qum	0,1	2 daqiqa
Loy	0,01	2 soat
Bakteriyalar	0,001	8 kun
Kolloid	0,001	2 yil
Zarrachalar		20 yil

7- jadvaldan ko'ramizki, suvdagi tabiiy qo'shimchalar mayda loy zarrachalari, ayniqsa, kolloid zarrachalar idish tubiga o'z-o'zicha juda sekin cho'kadi. Cho'kish jarayonini tezlatish uchun sistemani destabillash, uning agregat barqarorligini pasaytirish kerak. III bobda aytilganidek, sistemaga zaruriy yo'nalishda ta'sir ko'rsatish uchun uning ξ (dzeta) potensialini pasaytirish zarur. Kolloid zarrachalarning assotsiatsiyasi va sedimentatsiyasi koagulantlar qo'shish bilan amalga oshiriladi, koagulant sifatida ko'pincha temir va aluminiy tuzlaridan foydalaniladi; flokulantlar sifatida esa yuqori molekular organik polimer va ba'zi tabiiy anorganik

moddalardan foydalaniladi. Tuzlarning koagulatsion ta'siri ularning suvda gidrolizlanishiga va, qator oraliq gidroksidlar hosil qilishiga bog'liq. Gidroksialuminiyning komplekslari kolloid zarrachalarni neytrallaydi va undan tashqari, polimerlanish natijasida „qipiqsimon“ cho'kmalarning yiriklashishiga yordam beradi. Koagulatsiya sodir bo'lishi uchun zarur bo'lgan koagulant miqdori tajriba asosida aniqlanadi (har qaysi kolloid eritma uchun alohida tajriba o'tkazib topiladi). Koagulatsiyaga doir tajriba o'tkazishda kolloid eritmaga qo'shiladigan koagulant miqdorini har safar asta-sekin oshirib boriladi. Bu maqsadda tiniq shishadan yasalgan bir necha stakan olib, ularning har biriga tekshirilishi zarur bo'lgan suvdan ma'lum miqdorda solinadi; uning ustiga ma'lum miqdor koagulant eritma qo'shiladi; ikkinchi, uchinchi va hokazo stakanlarga solinadigan koagulant eritma miqdori ortib boradi. Dozalar yozib boriladi. So'ngra bir necha daqiqa davomida stakanlarda aralashtirgich ishga solinadi (avtomat). Aralashtirgich aylanish tezligi taxminan 40 daqiqa⁻¹ bo'lishi kerak. So'ngra aralashtirgichlar o'chiriladi, stakanlardagi suv tindiriladi, shundan keyingina kuzatish boshlanadi. Kuzatish natijalari yozib boriladi. Masalan: birinchi stakanda „qipiqsimon“ muallaq modda yo'q bo'lsa, uni „1 da yo'q“ deb yoziladi; boshqasida ozgina bo'lsa „paxtasimon muallaq modda hosil bo'lishi nochor“ deb yoziladi; so'ngra „mayda qipiqsimon kolloid mavjud“ deb, undan keyin „o'rtacha darajada paxtasimon muallaqlar hosil bo'ldi“ deb yoziladi. Nihoyat „yaxshi natijaga erishdik“ deb yoziladi. Olingan stakanlardagi eritmalarning dzeta potentsiallari aniqlanib, quyidagi nomlar bilan ataladigan grafiklar tuziladi. „Koagulant dozasi — dzeta potentsial“ yoki „koagulant dozasi — loyqa qoldiq“ kabi xulosalarga asoslanib, koagulantning cho'ktiruvchi dozasi topiladi.

Koagulant dozadini taxminiy hisoblash uchun quyidagicha yo'lni tutish mumkin. Tabiiy loyqa suvlarda koagulatsiya tekshirilganida suvsiz $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$ va $FeCl_3$ eritmaları koagulant sifatida qo'llangan bo'lsa, koagulant dozasi 25 dan 70—80 mg/l oralig'ida bo'ladi. Rangli suvlar uchun koagulant dozadini quyidagi formula asosida hisoblash mumkin:

$$D_k = 4\sqrt{S}, \quad (22)$$

bunda: D_k — koagulant dozasi, S — suvning rangi, grad.

Suvda ishqor modda kam bo'lsa, unga avval ohak yoki soda solib gidroksidlarning hosil bo'lishi amalga oshiriladi. Ohak yoki soda (ishqor) qo'shilgan holatdagi suvlar uchun koagulant doza quyidagi formulaga muvofiq hisoblanadi:

$$D_{ish} = K(0,018 D_k - ish + 1). \quad (23)$$

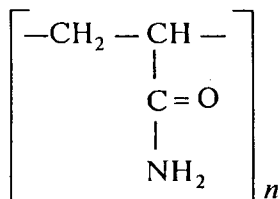
Bunda: D_{ish} — suvdagi ishqorning minimal miqdori

$\frac{mg - ekv}{l}$ hisobida); K esa CaO uchun, Na_2CO_3 uchun 53 ga teng. D_k — koagulant dozasi.

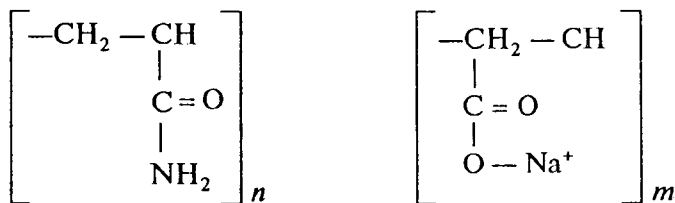
Agar (23) formula bo'yicha hisoblaganda D_{ish} manfiy qiymatga ega bo'lsa, u holda "Suvning o'zidagi ishqor yetarli ekan, unga ohak yoki soda qo'shish kerak emas", degan xulosa chiqariladi.

Yuqorida aytib o'tilgan koagulantlardan tashqari $[Al_2(OH)_5]Cl + 6H_2O$ — aluminiy oksixlorid va $NaAlO_2$ — natriy aluminat ham koagulant sifatida qo'llaniladi. Undan tashqari, elektrolitik usulda hosil qilinadigan $AlCl_3$ (aluminiy xlorid) va $Al_2(SO_4)_3$ (aluminiy sulfat) ham koagulant sifatida ishlatiladi. Qipiqsimon kolloid moddalarning cho'kishini tezlatish maqsadida ularni yirik holatga o'tkazish zarur. Buni amalga oshirish uchun flokulantlardan foydalanamiz. Anorganik flokulantlardan ko'pincha aktivlangan qumtuproq $(H_2SiO_3)_4$ qo'llaniladi. Silikat kislotali eritmalar barqaror emas, shu sababli ularni tajriba o'tkazish vaqtida tayyorlashga to'g'ri keladi. Organik flokulantlardan mamlakatimizda eng ko'p ishlatiladigan flokulant-poliakrilamid (PAA), amfoter turdagi polifunksional polimerlar $K = 4$ va $K = 6$, kation flokulant $VA = 2$ dir.

Poliakrilamid — nisbiy molekular massasi 1—30 millionga teng neionogen polimer. Uning formulasi:

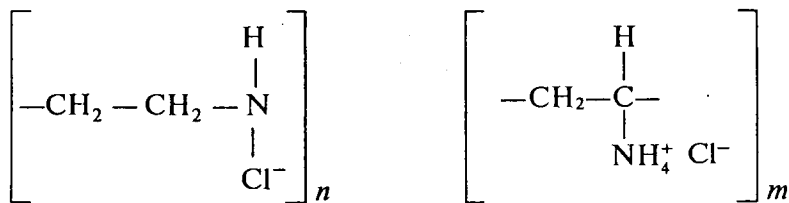


Flokulantlar sifatida anion va kation turdagi polielektrolitlar ham ishlatiladi. Anion turdagi polielektrolitlarda ko‘pincha adsorbentlik amalga oshiradigan (masalan, aminoguruh) funksional guruhlar va manfiy zaryadlangan ion guruhlar (karboksillar yoki sulfoguruh) uchraydi, ular polimerni kattalashtiradi. Soda ta’sirida gidrolizlangan eng mashhur poliakrilamid quyidagi formulaga ega:



K turidagi flokulantlar natriy gidroksid bilan qayta ishlangan (K—4) yoki monosilikat bilan qayta ishlangan (K—6) dir. Qayta ishlash 90—95°C da 1,5—2 soat davom etadi.

Poliakrilnitril $[-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CN}]_n$ ishlanganda polielektrolitga amfoter xossalar beradigan karboksil, amin va boshqa guruhlar polimer tarkibiga kirib qoladi:



polietilenamin

polivinilamin

Bu elektrolitlar musbat zaryadli bo‘lganligi sababli koagulantlar sifatida qo‘llanila oladi. Vatanimizda ishlab chiqarilgan VA — 2 reagent aynan ana shu maqsad uchun qo‘llaniladi.

Cho‘ktirishni amalga oshirish uchun talab qilinadigan flokulant dozasi nihoyatda kichik, ko‘pincha 1mg/l dan kam bo‘ladi. Agar bu reagent faqat flokulant sifatidagina emas, balki koagulant

sifatida ham (2 maqsadda) ishlatilsa, uning dozasi ancha katta miqdorga teng bo'ladi.

Oqova suvlarda hosil qilingan muallaq moddalarni ajratishda (ayniqsa, bu ishning dastlabki bosqichida) ko'pincha hech qanday reagentdan foydalanilmaydi. Lekin keyingi yillarda shaharlarning oqova suvlarini tozalashning fizik-kimyoviy sxemasi yaratildi; bunga ko'ra, tozalash ishining birinchi bosqichida suvga reagentlar (ammoniy sulfat yoki temir (III) xlorid va ohak) qo'shilishi kerak, shundan keyin bu moddalar qo'shilgan suvni (undagi kolloid moddalarni cho'kish uchun) tindiruvchilarga o'tkaziladi. Bu usuldan foydalanilganida bir necha jarayonlar (koagulyatsiya, flokulatsiya, birga cho'kish, qo'shimchalarning adsorbilanishi kabi hodisalar) sodir bo'ladi. Bu usulda qo'llaniladigan reagentlarning dozasi tabiiy suvni tozalashda ishlatiladigan miqdorlarga qaraganda ancha yuqori bo'ladi.

Ishlab chiqarishlardagi oqova suvlarni tozalashda koagulant sifatida ishlab chiqarish chiqindilaridan, ya'ni shlam (mayda tuz yoki oksid zarrachalarga ega bo'lgan balchiqsimon modda) va ishdan chiqqan eritmalardan foydalanish ahamiyatga ega. Masalan, etil benzol ishlab chiqarishda chiqindi modda sifatida aluminiy xlorid hosil bo'ladi; metallarni kislotalar bilan ishlashda esa, chiqindi sifatida temir (II) sulfat hosil bo'ladi va hokazo.

X. 3. Tindirish

Tabiiy va oqova suvlarni tozalashdagi texnologik jarayonlarda ikki turdagi zarrachalar cho'kadi: bularning biri — granulalardan, ikkinchisi flokulalardan iborat. Granula holatidagi zarrachalar bir-biri bilan bog'lanmagan holda va o'zgarmas tezlik bilan o'z-o'zidan cho'kaveradi; flokulalarda cho'kish jarayoni ancha murakkab, chunki flokulalar sun'iy (kolloid) va tabiiy moddalarning aglomeratsiyasi natijasida kelib chiqqan aralashmalardan iborat bo'lishi mumkin. Agar flokulalarning konsentratsiyasi kichik bo'lsa, eritmaning yuqori qismida hosil bo'lgan qipiqsimon kolloid moddalar bir-biri bilan bog'lanmagan holatda o'z-o'zidan cho'ka boshlaydi; lekin ular pastroqqa tushganida bir-biri bilan to'qnashib

yiriklashadi; natijada ularning cho'kish tezligi ortadi. Bu hodisa **flokulant cho'kish** deb ataladi.

8- jadval

24- formula koeffitsiyentlarining qiymatlari

$$v^{2-n} = \frac{4^{d'+n} g(\delta_4 - \delta_{\text{suyuq}})}{3c\delta_{\text{suyuq}}}$$

	a	P	s	Formula muallifi
$10^{-4} < Re < 1$	24	1	$24/Re$	Stoks
$1 < Re < 103$	18,4	0,6	$18,5/Re^\circ$	Allen
$10^3 < Re < 4 \cdot 10^5$	0,44	0	0,44	Nyuton

Konsentratsiya yuqori bo'lganida qipiqsimon kolloid moddalar birgalashib cho'kadi, bu vaqtda suyuqlikning ustki qavati bilan cho'kmaning sirti orasidagi fazalar ajralgan chegara aniq ifodalanadi. Bunday cho'kish **zona cho'kish**i deb ataladi.

Granulalardan iborat zarrachalarning cho'kish nazariyasi quyida keltirilgan tasavvurlarga asoslanadi. Tinch holatda turgan zarrachaga gravitatsion kuch F_g ta'sir etadi; buning natijasida qipiqsimon kolloid moddalar pastga harakatlanib boshlaydi. Suvda qovushoqlik borligi va inersiya tufayli yuzaga chiqqan qarshilik kuchi F_k qipiqsimon kolloid moddalarning (ya'ni zarracha) harakatiga qarshilik ko'rsatadi. Binobarin, dastlab nolga teng tezlikka ega bo'lgan zarracha vaqt o'tganidan keyin o'zining o'zgarmas tezligini F va F_c ga qadar yetkazadi, chunki bu vaqtga kelib F_g va F_k orasida muvozanat qaror topadi. Bu o'zgarmas tezlik Nyuton formulasi:

$$g^{2-n} = \frac{4d^{1+n}g(\delta_z - \delta_{\text{suyuq}})}{3C\delta_{\text{suyuq}}} \quad (24)$$

asosida hisoblanishi mumkin. Bu formuladagi d — sharsimon zarracha diametri, δ_g va d_{suyuq} — zarracha va suyuqlik zichliklari, C — qarshilik koeffitsiyenti J ; bu koeffitsiyent Reynold soni (Re) bilan $C = aRe^{-n}$ orqali hisoblanadi (bunda a va p — koeffitsiyentlar) g — yer tortish kuchining tezlanishi.

$Re = \nu\delta_{\text{suyuq}} d/n$ formulaga muvofiq inersiya kuchlarining suyuqlik qovushoqligi kuchlariga bo'lgan nisbatni ko'rsatadi. Agar bu nisbat kichik bo'lsa, jarayonda inersiya kuchlari ustunlik qiladi, 8- jadvalda a , n va C Reynold soniga munosib qiymatlari keltirilgan.

Re ning qiymatlari kichik bo'lganida suyuqlik laminar tarzda (ya'ni qarshiliksiz) harakatlanadi, Re o'rtacha qiymatlarga ega bo'lsa, suyuqlik harakatida ham o'rtachalik kuzatiladi; agar Re ning qiymati katta bo'lsa, suyuqlik turbulent tarzda (qarshilikka uchrab) harakatlanadi. Sistemadagi gidrodinamik rejimga qarab (24) formula birmuncha o'zgaradi. Laminar oqim uchun uning nomi *Stoks formulasi* deb ataladi; o'rtacha oqim uchun bu formula *Allen formulasi* deb ataladi. Turbulent oqim rejimi uchun Nyuton formulasi nomini oladi.

(24) formula strukturasidan ko'rinib turibdiki, sedimentatsiya tezligiga zarrachalarning diametri, zarracha va suv zichliklari orasidagi ayirma, harorat (qovushoqlik haroratga bog'liq), shuningdek, zarrachalarning shakli ta'sir ko'rsatadi.

(24) formula bilan suyuqlikdagi shar shaklli granulalardan iborat qattiq zarrachalar, havodagi suv tomchilari, suvdagi yog' tomchilarining cho'kish tezligini hisoblash mumkin. Boshqacha shakldagi zarrachalarning cho'kish tezligini hisoblashda (24) formulaga koeffitsiyent kiritiladi; uni *sferik omil* deb ataladi, uni topish uchun sirt kattaligi zarrachalarning umumiy sirt kattaligiga teng bo'lgan sfera hajmini zarrachalarning haqiqiy hajmiga bo'lish kerak. Buni nazarga olib (24) formulani $S^1 = S \psi = 24 \psi Re$ shaklida ko'chirib yozish mumkin.

ψ nmg qiymati:

Qum zarrachalari uchun	— 2
Ko'mir	— 2,25
Talk	— 3,25
Grafit	— 22
Sluda	— 170
Gips	— 4

Flokulatsiya uchun matematik formula yo'q. Ba'zi empirik formulalar mavjud, masalan, $\vartheta = pt^n$.

Bu formuladagi n — suspenziya holatidagi kolloid zarrachalarning fluksion xossalari kattaligi. Granula shaklidagi zarrachalar uchun $n = 0$. Shahar oqova suvlarining muallaq zarrachalari uchun $P = 0,25$.

Suv ta'minoti va kanalizatsiya amaliyotida suvdagi zarrachalarning mm/s bilan ifodalangan 10°C dagi cho'kish tezligi U_0 gidravlik yiriklik (birlik) deb ataladi. Tajriba natijalariga ko'ra loyqaligi kam (konsentratsiyasi 50 mg/l), lekin rangdor suv koagulatsiyadan o'tganidan so'ng unga munosib U_0 ning

qiymatlari: $0,35—0,45—\frac{\text{mm}}{\text{s}}$, konsentratsiyasi 250 mg/l bo'lgan loyqa suv uchun koagulatsiyadan keyin U_0 ning qiymati $0,5—0,6—\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ ni tashkil etadi, shu suvlar uchun U_0 ning qiymati

koagulatsiyadan oldin $0,15—\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ dan katta emas.

Suvni tindiruvchi inshootlar rejasi tuzishdan avval $\vartheta = f(t)$ bog'lanish o'rganiladi; tindiruvchida suvning balandligi 500 mm dan kam bo'lmasligi, idish diametri 100 mm dan kichik bo'lmasligi

kerak. Kolloid moddalarning dastlabki konsentratsiyasi $1000 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$ dan ortiq bo'lgan faol cho'kish sodir bo'ladigan suvni tindirish uchun qo'llaniladigan tindirgichlar loyihasini tuzishda empirik formulalardan foydalaniladi.

Faol cho'kish sodir bo'ladigan tindirgichlarni loyihalashda ba'zan „indeks“ tushunchasidan foydalaniladi. Hajmi I_0 indeks

266

bilan ishoralanadi. 1 ml — 1 g choʻkma 30 daqiqa tindirilganidan keyin band etadigan ml hisobidagi hajmni koʻrsatadi. Undan tashqari, zichlik indeksi tushunchasi ham kiritilgan. I_0 —1 ml suv tindirilgandan keyin necha gramm modda choʻkishini koʻrsatadigan qiymatdir. Amaliyotda, asosan, hajmiy I_0 —1 g/ml indeksdan foydalaniladi.

Tabiiy suvlarni tozalashda (hattoki ichimlik suvni tozalashda ham) tindirish juda muhim ahamiyatga ega jarayondir. Koʻpchilik hollarda oqar turdagi tinituvchilardan foydalaniladi; kontakt tindirgichlar kam ishlatiladi. Suv oqimiga mos ravishda tozalash inshootlari shartli ravishda gorizonta, radial va vertikal turlarga boʻlinadi. Tindirgichlarni yasashda modul qoʻyish alohida ahamiyatga ega. Modullar bir-biridan 20—40 sm balandda joylashgan parallel taxtalardan iborat. Suv yuqoridan tushganida loyqalar shu taxtalarga joylanib qoladi. Natijada inshootning ish unumi ortadi.

X. 4. Flotatsiya

Flotatsiya hodisasi biror suyuqlik zichligi bilan oʻsha *suyuqlikda* disperslangan muallaq modda (yoki suyuqlik tomchisi)ning zichligi orasida ayirma boʻlganidagina amalga oshadi. Bu hodisa (yaʼni flotatsiya)ning bunyodga kelishida zichligi suv zichligidan kichik „zarracha — havo“ nomli kompleks hosil boʻlishi shart. Suyuqlik ichida taʼsir etadigan koʻtarilish, gravitatsiya va qarshilik kuchlari taʼsirida „zarracha — havo“ nomli komplekslar suyuqlikdan ajralib, goʻyo uchib chiqadi—da, suyuqlikning boʻsh sirtida konsentrlangan qavat hosil qiladi, soʻngra shu yerdan yuqoriga chiqib ketadi. Qoʻshimcha moddalarning zichligi koʻpincha suvning zichligidan yuqori boʻladi. Qoʻshimcha modda zarrachalarining flotatsiyaga uchrashi uchun havo mikropufakchalarining adgeziyasi (yaʼni yopishish kuchi) suvning zarrachaga yopishish kuchidan katta boʻlishi kerak.

Qattiq jismning suyuqlik hoʻllashi uchun qattiq jism sirti bilan (yoki gaz pufakchalari bilan) suyuqlik sirti orasidagi chet burchak ahamiyatga sazovordir (30- rasm). Agar $\theta = 0$ boʻlsa, qattiq jism bilan havo orasida adgeziyaga oʻrin qolmaydi. Agar $\theta = 180^\circ$ boʻlsa, u holda qattiq jism suv bilan hoʻllanmaydi. Havo bilan qattiq jism

uchrashuvi maksimal qiymatga yetadi. Amalda bu holat uchramaydi. Simob bilan havo orasida hosil bo'ladigan maksimal burchak 110° ga teng. Odatdagi qo'shimcha moddalarning hammasi suv bilan ho'llanish burchagi θ ning qiymati 0 bilan 110° orasida bo'ladi. Bu burchak qanchalik katta bo'lsa, adgeziya shunchalik ortib boradi. Real sistemalarda moddaning ho'llanilishi faqat zarracha tabiatigagina bog'liq bo'lmasdan, balki uning shakliga ham bog'liqdir. Kompleksning maksimal ko'tarilish tezligi, xuddi cho'kmadagi kabi (24) formula bo'yicha hisoblanadi, faqat bu holda d kattalik kompleksning diametri deb qabul qilinadi; δ_r — esa kompleksning solishtirma massasi (ya'ni zichligi) o'rnini egallaydi. d , δ_r , δ_{suyuq} , t va zarracha shakli kabi omillarning ta'siri bu yerda ham xuddi sedimentatsiyadagi holatga o'xshaydi. Solishtirma massasi δ_r , umumiy massasi g bo'lgan zarrachalar flotatsiyasi uchun zaruriy havoning minimal hajmi V_h quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$\frac{V_h}{S} = \frac{\delta_r - \delta_{\text{suyuq}}}{\delta_{\text{suyuq}} - \delta_v} \frac{1}{\delta_g},$$

bu formuladagi δ_r — havoning solishtirma massasi.

Flotatsiya usuli, ayniqsa, ishlab chiqarishdagi oqova suvlarni tozalashda keng qo'llaniladi. Buning yordami bilan suvdan muallaq moddalar va qisman kolloid hamda eritma holatidagi moddalar chiqib ketadi.

Suyuqlikning havo pufakchalari bilan to'yinish usullariga qarab flotatsiya bir necha turga bo'linadi: havoni suvdan chiqarish bilan sodir bo'ladigan flotatsiya, havoni mexanik disperslash bilan sodir bo'ladigan flotatsiya, g'ovak material orqali havo yuborish bilan sodir bo'ladigan flotatsiya, elektroliz usulida gazlar hosil qilish bilan sodir bo'ladigan flotatsiya (elektroflotatsiya) deyiladi.

X. 5. Filtrlash

Filtrlash deganda, qattiq qo'shimchalarni o'zida ushlab qolib, o'zi orqali suvni o'tkazadigan g'ovak material yordamida suspenziyalarni suzib olish jarayonini tushunmoq kerak. Agar zarrachalarning o'lchami filtrlovchi g'ovak materialning (elak)

teshiklaridan kattaroq bo'lsa, qattiq zarrachalar elakdan o'tmay, sirtida ushlanib qoladi. Filtrlashning bu ko'rinishi sirt filtrlash, cho'ktirib filtrlash yoki asosiy filtrlash deb ataladi. Agar zarrachalar elak teshiklaridan ichiga o'tib ketsa, bunday filtrlash hajmiy filtrlash deb ataladi.

Suyuqlik oqimining g'ovak muhit orqali o'tish harakati Darsi qonuniga bo'ysunadi. Bu qonunga ko'ra filtrlanish tezligi ϑ ziddiyat R ning kamayishiga proporsional bo'ladi; bu yerda proporsionallik koeffitsiyenti K suyuqlikning dinamik qovushoqligi η ga va muhit qarshiligi R ga bog'liqdir:

$$\vartheta = Kp; \quad K = 1/(\eta R).$$

Cho'kmalarni suvsizlantirishda biz sirt-filtrlashdan foydalanamiz deyish mumkin. Bu ishini vakuum-filtrlash bilan ham amalga oshiramiz (filtr-presslarda ham).

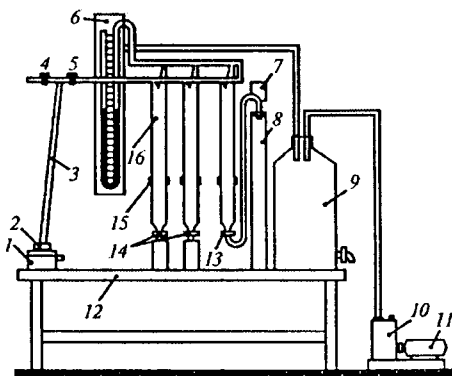
Filtrlashga g'ovak elakda yig'ilgan cho'kma ham, elak teshiklari ham qarshilik ko'rsatadi. Cho'kmalarning har bir turi filtrlashga qarshilik ko'rsatadi. Bu qarshilik solishtirma qarshilik deb ataladi:

$$r = \frac{2pF^2}{vC} b \quad (25)$$

unda: ρ — solishtirma qarshilik, F — filtrlash vaqtidagi bosim (vakuum); v — filtrat qovushoqligi, C — qattiq faza massasi; $v = \tau/v^2$ — tajriba yo'li bilan topiladigan parametr (V — ajralib chiqqan filtrat hajmi, τ — filtrlash uchun ketgan vaqt).

Filtrlashga ko'rsatiladigan solishtirma qarshilikni laboratoriyada aniqlash u qadar qiyin emas. U 25- rasmda keltirilgan asbob yordamida bajariladi. Bu asbobning asosiy qismini Byuxner voronkasi, o'lchov silindri, vakuum-nasos va taymer tashkil etadi. Zaruriy bo'shliq hosil bo'lganidan va o'zgarmas filtrlash rejimi topilganidan keyin $\tau/v = f(v)$ aniqlanadi. Grafik bo'yicha v topiladi, so'ngra (25) formuladan solishtirma qarshilik R topiladi.

Agar ρ kattaligi ma'lum bo'lsa, apparatlarning ish unumini hisoblab chiqarish mumkin.



25- rasm. Filtrlashga ko'rsatiladigan solishtirma qarshilikni laboratoriyada aniqlash asbobi:

- 1— naycha qorishtirma; 2— to'ldirilgan voronkasi; 3— vakuum shlinkasi; 4, 5, 13, 14 — berktish kranlari; 6— Itut vakyemmetr; 7— Buyuxner voronkasi; 8— o'lchov silindri; 9— Pesiver shishasi; 10— nasos; 11— elektrodvigatel; 12— stol; 15— ushlagich; 16— filtrlash yelimi.

Muallaq moddalarga ega suvni qum qavati (yoki boshqa donador material)dan o'tkazib filtrlashda, ya'ni hajmiy filtrlashni amalga oshirishda quyidagi jarayonlar kuzatiladi:

— suvdan chiqqan qo'shimcha moddalar yupqa qavat shaklida filtrllovchi material sirtini qoplaydi (pardali filtrlash ro'y beradi);

— suvdan chiqqan qo'shimcha moddalar filtrning g'ovak teshiklariga to'planadi (yopishib qoladi);

— suvdan chiqqan qo'shimchalarning bir qismi og'ir material sirtiga yopishadi.

Pardali filtrlanish jarayoni kichik tezlikka ega bo'lgan hollarda kuzatiladi. Bu holda filtrlanish sust boradi. Hosil bo'lgan qo'shimcha parda juda mayda dispers zarrachalarni ham ushlab qoladi. Buning natijasida suv juda yaxshi tozalanadi.

Filtrlash ishini ikkita muhim kattalik bilan tavsiflash mumkin: filtrlanishning davomati T_f (vaqt) va ikkinchisi — napor (bosim) kamayishi N dir. Filtrlanish jarayonida filtrllovchi material ifloslanganidan keyin suvning filtr qavatidan oldingi bosimi uning

filtr qavatdan keyingi bosimi (ya'ni napor pasayganidan keyingi bosim) orasidagi ayirma — naporning kamayishi kattalashib boradi. Buning natijasida filtrlanish tezligi pasaya boradi. Shundan keyin filtrlatish to'xtatilib, filtrlovchi material tozalanadi, shunda u o'zining filtrlash xususiyatini tiklab oladi. Filtrli tozalashgacha o'tgan vaqti *filtrlanish davomati* deb ataladi. Hali ifloslanmagan filtrlovchi qavatda napor (bosim)ning kamayishi suvning filtrlanish tezligiga, suvning qovushoqligiga, filtrlovchi qavatning g'ovaklari o'lchamiga (katta-kichikligiga), g'ovaklarning shakliga hamda filtrlovchi qavat balandligiga bog'liq ekanligini aytib o'tamiz.

Sof pardali filtrlanishda, kolloid modda ezilib bir-biriga yopishib ketmaydigan va teshiklari bosim o'zgarishida o'zining o'lchamini saqlab qoladigan hollarda filtrlanish davomini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$T_f = \frac{H_{\text{keyingi}} - H_0}{rVC_0^2}, \quad (26)$$

unda: H_{keyingi} — bosimning filtrlash siklidan keyingi kamayishi; H_0 — bosimning dastlabki kamayishi.

Pardali va hajmiy filtrlanishlarni ifodalash prinsiplari bir-biriga o'xshash ekanligini aytib o'tamiz.

Agar ko'pchilik cho'kmalar eziluvchanligiga e'tibor bersak, (26) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$T_f = \frac{H_{\text{key.}}^{1-n} - H_0^{1-n}}{(1-n)r\vartheta^2C},$$

unda: n — cho'kmaning eziluvchanlik ko'rsatkichi (n/D).

Agar filtrlovchi qavat hamma vaqt ifloslanib turishini e'tiborga olsak, u holda hisoblash formulalariga turli koeffitsiyentlarni kiritishga to'g'ri keladi; bunday koeffitsiyentlar tajriba asosida aniqlanadi: ularning qiymati faqat suspenziya ko'rinishiga bog'liq bo'lib, tajriba sharoitiga bog'liq emas.

Pishiq zarrachalari kolloid holda bo'lgan taqdirda filtr siklining filtrlanish davomi quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$t = \frac{H_{pr} - H_0}{H_0 f(A)} \frac{b}{a} x,$$

bunda $f(A) = (h/t)b(ai_0)$ (bundagi h/t — naporning kamayish tempi, a va b — kolloid moddalarning pishiqligini tavsiflovchi filtrlash parametrlari; i_0 — toza filtrlovchidagi gidravlik og‘ish; x — filtrlanuvchi qavat qalinligi. H_{pr} — chegara napor.

Bu holda filtrlanish chegara naporiga yetmasdan avval (tozalash uchun) to‘xtatiladi.

Amaliyotda ko‘pincha hisoblash formulalaridan foydalanilmaydi, chunki hamma omillarni e‘tiborga olish — juda mushkul ish. Shu sababdan suvni ma‘lum konsentratsiyadagi suspenziya zarrachalaridan talab etilgan darajada tozalash uchun tavsiya qilingan tezliklar qiymatiga hamda filtrlash vaqtiga muvofiq ravishda ish yuritiladi.

Hajmiy filtrlashning yana bir turi *mikrofiltrlash* deb ataladi; unda filtrlovchi material sifatida diametri 5 mkm dan kichik zarrachalarni ham o‘tkazmaydigan sintetik membranalaridan foydalaniladi.

Suvdan muallaq va (koagulatsiyadan keyin) kolloid zarrachalar chiqarilib bo‘lgach, suvni erigan holatda mavjud bo‘lgan molekula yoki ionlar shaklidagi qo‘shimchalardan tozalashga o‘tiladi. Bu maqsad uchun membran separatsiya, sorbsiya va ion almash-tirish usullari qo‘llaniladi.

X. 6. Membran separatsiya

Membran separatsiya uchun yarimo‘tkazgich membranalar ishlatiladi.

Yarimo‘tkazgich membranalar. Ko‘pchilik hollarda yarimo‘tkazgich sifatida o‘zi orqali suvni va kichik o‘lchamli eritma holatidagi zarrachalarni bosim ostida o‘tkazish xossasiga ega bo‘lgan, lekin katta o‘lchamli moddalarni o‘tkazmaydigan sintetik polimerlardan foydalaniladi. Membran separatsiya — ultrafiltratsiya ham teskari osmos nomli ikki turga bo‘linadi. Ultrafiltratsiya yordamida

suvdan molekular massasi 10—100 kg mol bo'lgan modda ajratib olinadi, teskari osmos (uning ikkinchi nomi giperfiltratsiya) bo'lib, uning yordami bilan suvning bir mol massasi bir necha yuz gramm bilan o'lanadigan aralashib qolgan moddalardan ozod qiladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, filtrlanish natijasida eritmaning kimyoviy tarkibi o'zgarmaydi, lekin membran separatsiya esa eritma tarkibini o'zgartiradi, bu holat moddaning kimyoviy potensialini o'zgartirishda o'z aksini topadi.

Eritma membrana orqali o'tganida membrananing ikki tomoni orasida konsentratsiyalar farqi yuzaga chiqadi. Eritmadagi aralashgan moddalarning membrana orqali o'tishiga xalal berish maqsadida filtrlanuvchi suyuqlikka bosim ko'rsatish kerak. Eritmaga beriladigan bu bosim eritmaning *osmotik bosimi* deb ataladi. Eritmaning osmotik bosimi.

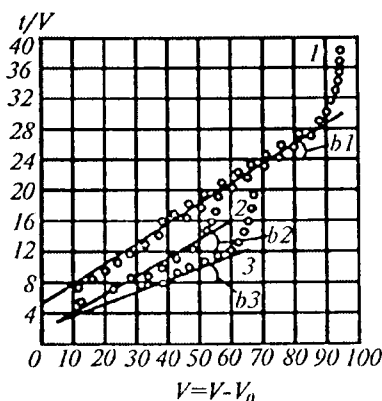
$$\pi = \Delta CRT$$

formula bilan ifodalanadi. Bu yerda ΔC membrananing ikki qismidagi eritmalar konsentratsiyalar orasidagi ayirma, kg (m·mol); R — universal gaz doimiysi. $R = 8,314$ Joul (mol/K); T — Kelvin bo'yicha harorat.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, moddaning molar massasi qanchalik kichik bo'lsa (konsentratsiyalar orasidagi ayirma birdek bo'lganida), osmotik bosim shunchalik katta bo'ladi.

Ultrafiltratsiya va teskari osmos sodir bo'lganida membrana va uning yaqinida joylashgan ion va molekularlar qutblanish ta'sirida qo'shimcha osmotik bosimni vujudga keltiradi (26- rasm).

Olimlar ultrafiltratsiya uchun matematik qonuniyatlar topishgan. Bu qonuniyatlar asosida yaratilgan tenglamalar sistemasi



26- rasm. Polarizatsion konsentratsiyasi

eritmaning asosiy tavsiflari qanday yo'nalishda sodir bo'lishini oldindan bashorat qila oladi.

Dializ sodir bo'ladigan membranalar. Bu membranalar o'zidan suvni o'tkazmaydi, lekin har qanday ionlarni yoki ma'lum zaryadli ionlarni o'zidan o'tkazadi. Eritmani ajratishda ta'sir etuvchi kuch sifatida membrananing ikki tomonida kimyoviy potentsiallar ayirmasi xizmat qiladi. Bu ayirma ikki tomondagi eritmalar konsentratsiyalari orasidagi farqdan (oddiy dializ uchun), bosimlar orasidagi farqdan (pezodializ) elektr potentsiallar ayirmasidan (elektrodializ) iborat bo'lishi mumkin.

X. 7. Sorbsiya va kataliz

Sorbsiya — bir modda (sorbtiiv)ning ikkinchi modda (sorbent) tomonidan yutilishidan iborat. Bu ta'rif yutilish jarayoni mexanizmiga bog'liq emas. Sorbsiya turlari adsorbsiya, absorbsiya, xemosorbsiya va kapillar kondensatlanishdan iborat.

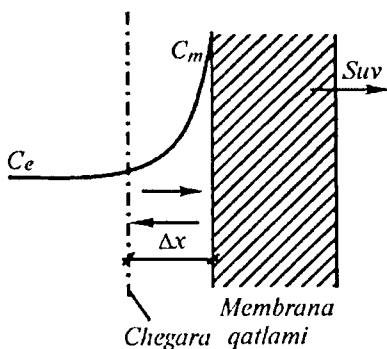
Adsorbsiya — modda konsentratsiyasining fazalar ajralishi chegarasida o'zgarishi jarayonidir. Yutiladigan modda (sorbtiiv) yutuvchi modda (sorbent) sirtiga joylanadi.

Absorbsiya sorbtivning sorbent hajmiga yutilishidan iborat. Agar sorbsiya vaqtida kimyoviy reaksiya sodir bo'lsa, bunday jarayon **xemosorbsiya** deb yuritiladi. Kapillar kondensatlanish — bug'ning sorbentlardagi mikrog'ovaklarda suyuqlikka aylanishidan iborat. Kapillar kondensatlanishning kelib chiqish sababi shundaki, kapillarning botiq joyidagi (botiq meniskdagi) bug' bosimi ayni haroratda o'sha suyuqlikning to'yingan bug' bosimiga qaraganda kichikdir.

Sorbsiya — erigan (ayniqsa organik) moddalarni suvdan ajratib olish uchun qo'llaniladigan eng samarali usullaridan biridir. Oqova suvlarni tozalashda shunday ko'ngilsiz hodisalar uchrab turadiki, uning natijasida yutilgan modda foydali maqsadda ishlatiladi, bu esa suvni tozalashdagi sarflarni ma'lum darajada qoplaydi.

Sorbentlar sifatida turli tabiiy va sun'iy tayyorlangan g'ovak materiallar: turli markadagi faollangan ko'mir, kul, mayda koks, torf, silikagel, faol loy va boshqa moddalar ishlatiladi.

Erigan moddalar qattiq adsorbentlarga yutilganida ma'lum darajada erituvchi (ya'ni suv) ham birgalashib yutiladi. Suvning yutilishini kamaytirish maqsadida gidrofob sorbentlar (faolangan ko'mir, kul va boshqa moddalar) ishlatiladi, faolangan ko'mir va kul gidrofob sorbentlar jumlasiga kiradi. Qutbsiz erituvchilar, masalan, neft yutilmasligi uchun gidrofil sorbentlar: silikagel, alumogel va boshqa moddalar ishlatiladi.



27-rasm. Egri sorbsiya.

C_m —eritma konsentratsiyasi;
 C_e —sorbirum moddasining 1 massa sorbentga miqdori.

Sorbent faolligi 1 m³ yoki 1 kg sorbentga yutiladigan modda miqdori bilan o'lchanadi, undan tashqari, sorbentning faolligi sorbent tuzilishiga ham bog'liq. Masalan, faol ko'mir uch xil bo'ladi: 1) yirik ko'zanakli, 2) mayda ko'zanakli, 3) aralash mayda-yirik ko'zanakli ko'mir. Ko'zanaklar ham uch xil bo'ladi: makroko'zanaklilar o'lchami — 0,1—2 mkm, oraliq ko'zanaklilar o'lchami — 0,004—0,1 mkm, mikroko'zanaklilar o'lchami — 0,001 mkm dan kichik. Makro va oraliq ko'zanaklilar moddalarni o'zida kam ushlab qoladi: ular transport, kanallar xizmatini bajaradi. Binobarin, faol ko'mirning sorbentlik sig'imi undagi mikroko'zanaklar borligi bilan tavsiflanadi. Sobiq SSSRda tayyorlangan faol ko'mirlardan eng katta sig'imlisi maydalangan KAD turidir.

Sorbentning adsorbsion xossalarini baholanish mezonini sorbsiya izotermasidir. Sorbsiya izotermasi deganda, I hajm qism yoki I massa qism sorbent eritmadan modda miqdori bilan eritma konsentratsiyasi orasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi egri chiziqdan iborat. Gazlar qattiq sorbentga yutilganida eng sodda sorbsiya izotermasi hosil bo'ladi (27-rasm). Shunday ko'rinishdagi egri chiziq uchun Lengmur 1917-yilda nazariy tenglama yaratdi. Uning tenglamasi hozirgi vaqtda ham keng qo'llaniladi. Lengmur tenglamasi

„suyuqlik-gaz“ chegarasida sodir bo‘ladigan adsorbsiya uchun ham qo‘llanila oladi. Lengmur tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\text{bunda: } I \text{ va } G = G_H K_c / (1 + c) \quad (27)$$

adsorbentning $I \text{ sm}^2$ sirtiga t vaqtda yutilgan modda miqdori (mol/sm^2 hisobida), G_H — ayni adsorbentga yutilishi mumkin bo‘lgan maksimal modda miqdori (mol/sm^2 hisobida), K — adsorbsion jarayonning muvozanat konstantasi, u sorbsiya va desorbsiya jarayonlari tezliklari orasidagi nisbatni ko‘rsatadi, S — sorbtivning eritmadagi konsentratsiyasi (mol/l hisobida). (27) tenglamada ikkita konstanta bor: biri — K , ikkinchisi KH . Agar s kichik qiymatga ega bo‘lsa, K_c „1 bo‘ladi; u holda $G=G_H$, ya’ni yutiluvchi modda konsentratsiyasi bilan adsorblangan modda miqdori orasidagi bog‘lanish to‘g‘ri chiziq shakliga ega bo‘ladi. Agar K_s „1 bo‘lsa, $G=G_H$ (chunki 27 tenglamada K_s ning $1+S$ ga nisbati 1 deb qabul qilinadi), demak, bu holda adsorbsiya o‘zining maksimal qiymatiga erishadi. Fizik nuqtayi nazaridan qaraganda, bu holat — adsorbsiyaga muvofiq keladigan sirtning yo‘qligini ko‘rsatadi, shu sababli yutiluvchi modda konsentratsiyasini ko‘paytirish befoydali ekanligini bildiradi.

Adsorbsiya qonuniyatlarini tavsiflashda Lengmur nazariyasidan boshqa bir necha nazariyalar ham yaratilgan, xususan, Brunauer, Emmet va Teller (qisqartirilganida BET) nazariyasi mavjud; bu nazariya qavatli adsorbsiyani tavsiflaydi. Bundan tashqari, bir qancha empirik tenglamalar ham taklif qilingan. Masalan, Freyndlix tenglamasi: $G=K_0/n$.

Shunga o‘xshash boshqa mualliflarning empirik tenglamalari ham mavjud. Lekin shuni ham aytib o‘tish kerakki, bizni qiziqtirgan masala „qattiq modda-suyuqlik“ adsorbsiyasi uchun Lengmur tenglamasidan ehtiyotlik bilan foydalanish mumkin, chunki bu tenglama „gaz-suyuqlik“ sistemasi uchun yaratilgan. Biz esa suvdagi qo‘shimcha moddalarni yutdirishimiz kerak.

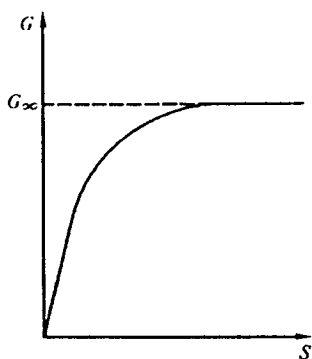
Eritmadagi moddalarning adsorbsiyasi analitik maqsadlar uchun keng qo‘llanadi. Bu usul *adsorbsion xromatografiya* deb ataladi.

Adsorbsiya geterogen kataliz bosqichlari hisoblanadi. Katalizatorlar reaksiya tezligini o‘zgartiruvchi moddalar bo‘lib,

bu jarayonning o'zi **kataliz** deb ataladi. Katalizatorlar musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Musbat katalizator reaksiyani tezlashtiradi. Manfiy katalizator reaksiyani sustlashtiradi. Agar reaksiya mahsuloti shu reaksiyani tezlashtirsa, bu jarayon **avtokataliz** deb ataladi. Gomogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi modda ham, katalizator ham birgina fazaga ega bo'ladi. Gomogen kataliz modisasi ko'pincha oraliq birikmalar hosil bo'lishi nazariyasi bilan tushuntiriladi. Buni sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin: $A + V \rightarrow AV$ reaksiya o'zicha juda sust boradi. Katalizator qiritilsa, u bu jarayonni ikki bosqichga ajratadi: $A + K \rightarrow AK$ (bu sust boradigan jarayon); $AK + V \rightarrow AB + K$ (bu jarayon ham tez boradi). Geterogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir fazani, katalizator esa boshqa fazani tashkil etadi.

Katalizator ko'pchilik hollarda qattiq jism bo'lib, uning sirtida faol markazlar mavjuddir. Bu nuqtalar boshqa moddalar bilan bog'lanib bo'lmaydi, ularda erkin molekular kuchlar mavjud. Ana shu faol nuqtalarga reaksiyaga kirishuvchi moddalarning molekullari adsorbilanadi; bu joylarda ularning konsentratsiyasi umumiy konsentratsiyaga qaraganda ortiqroq bo'ladi. Shu sababdan faol markazlarda reaksiya tezligi massalar ta'siri qonuniga muvofiq o'zgaradi. Katalizatorlar ta'sirining yana bir ajoyib tomonini quyidagicha tushuntirish kerak: „Reaksiyaning faollanish energiyasi“ degan tushuncha mavjud. Reaksiya o'zicha borishi uchun undagi dastlabki moddalar $A + B$ ning energiyasi reaksiya mahsulotlari $C + D$ ning energiyasidan katta bo'lishi kerak. Bundan tashqari, A va V moddalar reaksiyaning energetik g'ovi E dan o'tib ketishlari shart (28-rasm).

Katalizator ta'siridan adsorbilangan molekullarning atomlari orasidagi bog'lanishlar susayadi: ular reaksiyaga kirishish uchun moyil



28- rasm. Erkin energiya-ning o'zgarish sxemasi

bo'ladi. Bu holatda xuddi gomogen katalizdagi kabi katalizator ishtirok etganida, reaksiya amalga oshishi uchun kamroq faollanish energiyasi kerak bo'ladi (30- rasmdagi punktir chiziqqa e'tibor bering). Shunday qilib, katalizatorning ta'siri energetik g'ov balandligini pasaytirishdan iborat.

Katalizatorning ta'sirini susaytiradigan moddalar ingibitorlar (katalitik zaharlar) deb yuritiladi.

X. 8. Ionlar almashinuvi

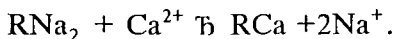
Ionlar almashinuvi deganda, suvdagi bir tur ionlarni chiqarib, ularni boshqa tur ionlar bilan almashtirish jarayonini tushunmoq kerak. Bu jarayon ion almashtiruvchi tarkibidagi musbat yoki manfiy ionlarni boshqa kislota yoki asos guruhlariga almashtira oladigan va suvda erimaydigan donador moddalar yordamida amalga oshiriladi. Ko'pincha **smolalar** deb ataladigan ion almashtiruvchi materiallar sifatida tabiiy va sintetik moddalar xizmat qiladi.

Suvni tozalash texnologiyasida ion almashtiruvchi moddalar suvni yumshatish (suvdan kalsiy va magniyni chiqarib yuborish) va suvni tuzlardan holi qilish maqsadida ishlatiladi.

Suvni yumshatish uchun qo'llaniladigan tabiiy ion — almashtiruvchilardan eng mashhuri — glaunonit qum bo'lib, sun'iy ion almashtiruvchilar jumlasiga sulfoko'mir, KU — 1, Ku — 2, SBS, KB — 4 va boshqa kationitlar kiradi.

Tabiiy kationitlarning ion almashtirish sig'imi 125—150 g-ekv/m³ ni tashkil etadi. Sun'iy kationitlarning ion almashtirish sig'imi 400—600 g-ekv/m³ ga yaqin, lekin yana shunday smolalar borki, ularning ion almashtirish sig'imi 2800 g-ekv/m³ ga yetadi.

Qattiq suvni yumshatishda sodir bo'ladigan asosiy qaytar reaksiya tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Bu tenglamadagi R — kationitning suvda erimaydigan tarkib qismi, u shartli ravishda ikki valentli deb qabul qilinadi.

Almashinish natijasida suvda **kalsiy** ionlar o'rnini ionlar egallaydi, ular suvga qattqlik bermaydi. Bu jarayonda suvdagi bikarbonat ionlarning miqdori o'zgarmaydi. Lekin suvda tuzlarning

miqdori ortadi: $40,08$ atom massaga ega bo'lgan kalsiy ionlar o'rnini $2 + 22,99 = 45,98$ atom massali natriy ionlar egallaydi.

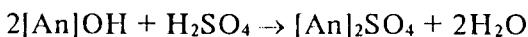
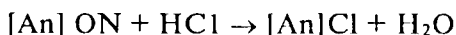
Magniy ionlarini almashtirish ham xuddi kalsiy ionlari almashinuvi kabi sodir bo'ladi: bunda ham tuzlarning suvdagi miqdori yanada ortadi.

Kationitni almashtirish sig'imi tugaganidan so'ng, kationit filtrni qaytadan tiklashga to'g'ri keldi. Agar natriyli kationitni osh tuzining (2 dan 10% gacha) eritmasiga tushirib qo'yilsa, u o'zining asliga qaytib, yana ishga yaroqli bo'lib qoladi. Agar kationitni kislota eritmalari bilan tiklantirilsa, N — shaklli kationit suvdagi kalsiy va magniy ionlarini xuddi natriyli kationit kabi almashtira oladi. Bu jarayon natijasida suvda HCl va H₂SO₄ kabi kislotalar hosil bo'ladi. Ularning miqdori dastlabki suvdagi anionlar miqdoriga teng bo'ladi.

Suvda N kationlari paydo bo'lganidan keyin suvda kislotalar miqdori ko'payib, suvning vodород ko'rsatkichi pH kichiklashadi.

Amaliyotda, ko'pincha, Na⁺ va H⁺ kationitlar aralashmasiga ega bo'lgan yumshoq suv hosil qilinadi. Bunday suvni tayyorlashda tabiiy qattiq suvning bir qismini Na li kationit bilan, ikkinchi qismini N li kationit bilan qayta ishlanib, Na va N kationitlangan suv olinadi.

Suv N kationitlar orqali filtrlanganida, yuqorida aytilganidek, tarkibida HCl va H₂SO₄ kislotalar hosil bo'ladi. Bu kislotalardan suvni tozalash uchun [AN] ON anionitlari orqali filtrlanadi. Natijada quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Bu ishni uch bosqichda o'tkazib, anion va kationlardan xoli toza suv olinadi.

Savol va topshiriqlar:

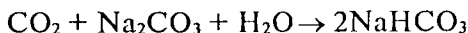
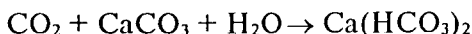
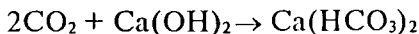
1. Qanday usulda tabiiy va oqova suvlarni tozalash kerak?
2. Koagulyasiya va flokulyasiya deb nimaga aytiladi?
3. Sorbsiya va asorbsiya deb nimaga aytiladi?
4. Qattiq suvni qaysi modda bilan yumshatiladi?

XI bob. SUVNI KIMYOVIIY USULDA TOZALASH

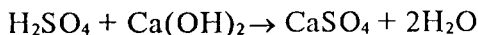
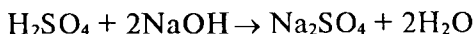
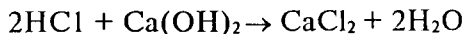
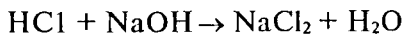
Suvni kimyoviy jihatdan qayta ishlashda suvga turli reagentlar qo'shib, suvdagi tuzlar tarkibini o'zgartirish mumkin. Suvni kimyoviy ishlash natijasida suvdagi ishqor miqdori kamayadi va suvning qattiqligi pasayadi, suvdagi pH ko'rsatkichga tuzatma kiritiladi, suvdagi oksidlanuvchi miqdori o'zgartiriladi, suvda bo'lgan iflos narsalar yo'qotiladi va hokazo.

XI. 1. Neytrallash

pH ni o'zgartirish maqsadida suv neytrallanadi. Agar artezian suv tog' jinslaridan o'tib kelsa, unda karbonat angidrid CO_2 miqdori ko'p bo'ladi. Suvni koagulantlar yordamida tozalash oqibatida suvdagi kislota miqdori ortib ketishi mumkin. Uglerod dioksid CO_2 turli ishqoriy moddalar ta'sirida neytrallana oladi; neytrallanish reaksiyalarini quyidagi tartibda yozish mumkin:

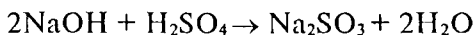
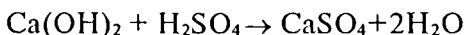
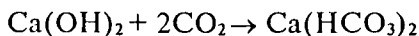


Agar ishlab chiqarishdan chiqadigan oqova suvlarning kislotaligi nazarda tutilsa yoki ion almashinish texnologiyasining kislotali regeneratsion eritmalari haqida gap boradigan bo'lsa, neytrallanish sulfat kislota eritmalari yordamida amalga oshiriladi:



Oqova suvlarni qayta ishlashda kislotali suv oqimini ishqoriy suv oqimiga qo'shish katta ahamiyatga ega.

Ba'zan suvdagi karbonat angidrid miqdori normadan pasayib ketishi ham mumkin; shuningdek ishqorlar miqdori ortib ketadigan hollar ham uchrab turadi. Bu hollarda neytrallash uchun CO_2 dan yoki boshqa kislotalardan foydalaniladi:

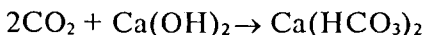


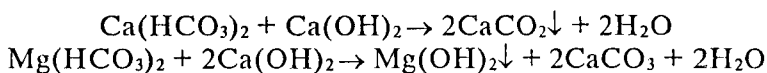
Neytrallanish natijasida suvda erimaydigan gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning hosil bo'lishi birmuncha ko'ngilsiz qiyinchiliklar tug'diradi, chunki $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ quvur va apparatlarning devorlarida yig'ilib qoladi. Gips eritmalari o'tato'yinish xususiyatiga ega; so'ngrabu eritma kuchli ravishda kristallanadi. Bunday ko'ngilsiz jarayonni bo'shashtirish uchun kalsiy sulfatni qaytadan suvga — reaksiyalar zonasiga qaytarishga to'g'ri keladi. Konsentrlangan eritma borishi bilan o'ta to'yinish to'xtaydi; muvozanat holati tiklanadi.

Neytrallovchi modda miqdorini qo'shishda reaksiya tenglamasi ko'rsatgan qiymatdan 10% ko'proq olinadi.

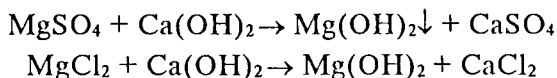
XI. 2. Cho'ktirish

Cho'ktirishning kimyoviy ma'nosi shundaki, birinchi navbatda, suvdagi qo'shimchalar bilan reaksiyaga kirishib yomon eriydigan mahsulotlar hosil bo'lishi uchun yaroqli reagent qidiriladi. Avval suvni yumshatish kerak bo'ladi, buning uchun suvga ohak Ca(OH)_2 yoki soda Na_2CO_3 yoki Na_3PO_4 solinadi. Bu moddalar suvni yumshatadi. Agar suvdagi sulfat, fosfat, florid silikat kislota va boshqa moddalar yo'qotilmasa suv yumshamaydi. Suvni ohak va soda bilan yumshatishni qarab chiqamiz. Suvga Ca(OH)_2 va Na_2CO_3 qo'shilganida kalsiyli va magniyli qattqlik yo'qotiladi, quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:





Shu vaqtda magniy karbonatsiz tuzlar kalsiy tuzlariga o'tadi:



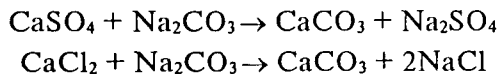
Shunday qilib, ohak qo'shish natijasida suvning karbonatli qattiqligini minimumga tushirish mumkin. Bu holat natijasida CaCO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning eruvchanligiga barobar konsentratsiyaga muvofiq keladi. Ma'lumki, 20- $^{\circ}\text{C}$ da CaCO_3 va MgCO_3 ning eruvchanligi 0,3—0,4 mg-ekv/l ga teng. Amalda karbonat qattiqligi

0,5—1 $\frac{\text{mg-ekv}}{\text{l}}$ ga teng bo'lgan suv olishga muvaffaq bo'lamiz;

CaCO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning o'ta to'yingan holatiga tezroq erishish maqsadida ohakdan ozgina ko'proq qo'shish kerak bo'ladi. Agar suvga FeCl_3 yoki FeSO_4 qo'shilsa, CaCO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning cho'kishi tezlashadi. Bu maqsad uchun aluminliy tuzlari qo'llanilmaydi, chunki $\text{pH} > 9$ bo'lgan sharoitda aluminatlar hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan suvda $\text{pH} = 9\text{—}10,5$ ga teng bo'ladi (kontrol). Qo'shiladigan ohakning zaruriy miqdori suvdagi karbonat kislota, bikarbonat va karbonat ionlari, kalsiy ionlari, kalsiy va magniy tuzlari miqdori orasidagi nisbatga va suvdagi koagulantlar miqdoriga bog'liq.

Reagent yordamida suvni yumshatishning ikkinchi varianti ohak va sodadan ketma-ket foydalanishga asoslangan:



Reagentlar dozalarini hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$D_u = 28 \frac{[\text{CO}_2]}{22} + \frac{[\text{HCO}_3^-]}{6} + \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{12} + \frac{D_n}{e} + 0,5 \frac{100}{Cu}$$

$$D_c = 53 \frac{[Ca^{2+}]}{20} + \frac{[Mg^{2+}]}{12} + \frac{[HCO_3^-]}{61} + \frac{Dk}{c} + 1 \frac{100}{Cc}$$

bunda: D_i , D_k va D_s — texnik ohak, koagulant va soda dozalari mg/l hisobida; c — koagulantning ekvivalent massasi (u 54 mg-ekv $FeCl_3$ uchun va $76 \frac{mg - ekv}{l}$ $FeSO_4$ uchun; 0,5 va 1 — CaO

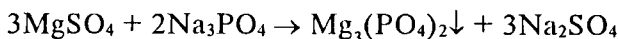
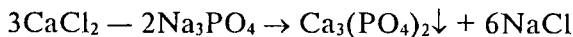
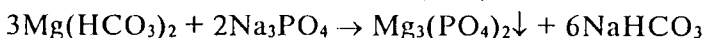
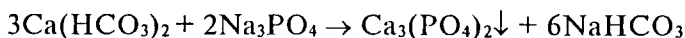
va Na_2CO_3 ning ortiqcha II miqdori, $\frac{mg - ekv}{l}$ hisobida; C_u va C_o CaO va Na_2CO_3 ning ohakdagi va texnik sodadagi miqdori % hisobida. HCO_3^- va CO_3^{2-} ionlarining konsentratsiyalari mg/l hisobida olinadi.

Suvni ohak va soda bilan ketma-ket yumshatish jarayoni isitish yordami bilan tezlashtiriladi (35—40°C da jarayon sezilarli darajada tezlashadi). Jarayon suvning pH ini o'ldash bilan kuzatib boriladi.

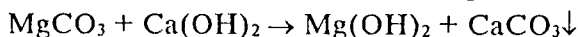
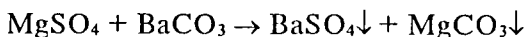
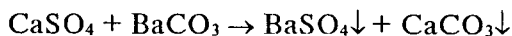
Suvni 100—dan (bosim ostida) yuqori haroratda fosfatlar yordamida yumshatilishi ohak va soda ishtirokida o'tkazilib suvning

kalsiyli qattiqligini $0,2 \frac{mg - ekv}{l}$ ga, magniyli qattiqligini $0,1 \frac{mg - ekv}{l}$ dan $0,04—0,05 \frac{mg - ekv}{l}$ ga qadar pasaytiradi.

Bunda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:

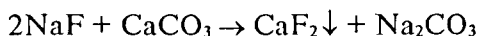


Suvning sulfatli qattiqligini yo'qotish uchun bariy karbonat, bariy gidroksid va bariy aluminatlardan foydalaniladi:

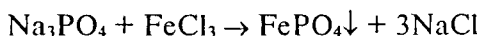


Shuni aytib o'tish kerakki, bariy tuzlari yordamida bajariladigan yumshatish usulini ichimlik suv uchun qo'llash mumkin emas, chunki bariy tuzlari zaharli moddalar jumlasiga kiradi.

Ftoridlarni kalsiy tuzlari bilan yo'qotiladi:



Fosfatlarni temir yoki aluminiy tuzlari yordamida yo'qotish mumkin:



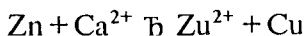
Bu reaksiyadan oqova suvlarni tozalashda keng foydalaniladi.

Suvdagi tuzlarni kimyoviy usulda cho'ktirish uchun reaksiyalar kinetikasini, hosil bo'ladigan moddalarning eruvchanligini va cho'kma hosil bo'lish kinetikasini bilish kerak.

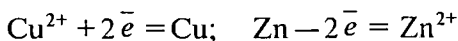
XI. 3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Suvdagi zaharli moddalarni zaharsiz moddalarga o'tkazish yoki cho'ktirish uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalaniladi. Masalan, ichimlik suvdagi temir va mangan birikmalarini yo'qotish uchun oqova suvlardagi sianid va xromatlarni yo'qotish uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalaniladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida elementlarning oksidlanish darajasining o'zgarish imkoniyati ularning oksidlanish-qaytarilish potentsiali E qiymatlariga bog'liq. Har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ikkita yarim reaksiyaga bo'lish mumkin, masalan,



Reaksiyani quyidagi ikkita yarimreaksiya ko'rinishida yozish mumkin:



Bu yarimreaksiyalarning elektr yuritish kuchlari **elektrod potentsiallar** deb ataladi. Bu yarimreaksiya potentsiallar orasidagi ayirma umumiy reaksiyaning oksidlanish-qaytarilish ($OK\beta$ —

potensialni tashkil etadi. Oksidlanish-qaytarilish potensialining belgisi („+“ yoki „—“), uning qiymati oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining borish-bormaslik imkoniyatini va uning yo‘nalishini aniqlaydi. O‘zining oksidlanish-qaytarilish darajasini o‘zgartiradigan barcha kimyoviy elementlar uchun maxsus oksidlanish-qaytarilish standart yoki normal potensiallar ro‘yxati tuzilgan. Standart elektrod deganda reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning 25°C dagi faolligi (konsentratsiyasi) uchun muvofiq keladigan ayni element potensialini tushunmoq kerak. Standart oksidlanish potensialini vodorodning $H^0 - \bar{e} = H^+$ jarayoni uchun 0 ga teng deb shartli ravishda qabul qilingan.

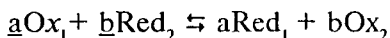
9-jadvalda suvni tozalashda sodir bo‘ladigan oksidlanish-qaytarilish potensiallari keltirilgan.

9- jadval

Oksidlanish-qaytarilish potensiallarining suvli
critmalardagi qiymatlari ($G = 25^\circ C$, $P = 1 \text{ atm}$)

Jarayon tenglamasi	Elektrod potensial qiymati, Volt hisobida
$O_3 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons O_2 + H_2O$	+2,07
$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$	1,39
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons Cr^{3+} + 7H_2O$	1,33
$MnO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	1,23
$NH_4^+ + 2H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + 8H^+ + 6e$	0,897
$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons NO_3^- + 2H^+ + 2e$	0,835
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	0,77
$SO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$	0,17

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining umumiy tenglamasi quyidagidan iborat:



$\underline{a}$ va $\underline{b}$ — reaksiyalarning stexiometrik koeffitsiyentlari; Ox_1 va Red_1 — ayni element (yoki birikmaning) oksidlangan va qaytarilgan shakllari, reaksiyaga qadar va reaksiyadan keyin.

Yuqorida keltirilgan umumiy tenglama asosida biror sistemaning oksidlanish-qaytarilish potentsiali quyidagi kattalikka teng:

$$E = (bE_1 + aE_2) / (a + b)$$

Bunda: E_1 va E_2 $\text{Ox}_1 \rightarrow \text{Ox}_2$ va $\text{Red}_1 \rightarrow \text{Red}_2$ o'zgarishlarining oksidlanish-qaytarilish potentsiallari.

Oksidlanish-qaytarilish potentsialining oksidlanish konsentratsiyaning o'zgarishiga bog'liqligini ko'rsatuvchi diagramma muvozanat amalga oshganida chiziq sinishi kuzatiladi.

BIOLOGIK JARAYONLAR

Biologik jarayonlardan faqat oqova suvlarni tozalashda foydalaniladi. Mikroorganizmlar ishtirokida sodir bo'ladigan biologik usullar bilan suvda erigan, kolloid va erimay qolgan iflos moddalar qayta ishlanadi. Organik moddalar bilan bir qatorda ba'zi oksidlanmay qolgan anorganik moddalar ham (masalan, H_2S , NH_3 , nitritlar) qayta ishlanadi.

Suvni biologik tozalashda hozirgacha bizga ma'lum bo'lgan mikroorganizmlarning har qanday xususiyatlaridan foydalaniladi. Bunday ishlarni bajarish uchun bizda yetarli qurilmalar mavjud. Aerob va anaerob sharoitlarda, turli termofil haroratlarda, mezofil sharoitlarda ishlash uchun bizda imkoniyatlar yetarli.

XI. 4. Aerob jarayonlar

Biologik oksidlanish o'zining mohiyati jihatidan tabiiy jarayondan iborat, uning sodir bo'lishi suv havzalarida, suvni tozalash qurilmalarida BPKni aniqlash shisha idishlarda boradigan va boshqa jarayonlar uchun birdek (bir xilda) amalga oshadi.

Suv oqimini tozalovchi mikroorganizmlar ishtirokida sodir boʻladigan jarayonlar erkin hajmda amalga oshsa, u muhitni „faol balchiq“ deb ataladi; agar muhit mayda tosh, keramzit va plastmassadan iborat boʻlsa, bu holda u bioparda (bioplyonka) deyiladi, mayda tosh sirti shilliq parda bilan qoplangan boʻladi, undan suv bemalol oʻtaveradi.

Bioplyonkaning qalinligi 3 mm dan katta boʻlmaydi; plyonkaning ichki qismi kislorodsiz sharoitda boʻladi, chunki kislorod faqat plyonkaning sirtqi qismini qoplash uchun yetarli, xolos.

Balchiq va bioplyonka mikroflora va mikrofaunaning tarkibi ekologik sharoitlarga mos ravishda shakllanadi; bulardan eng muhimlari oqova suv tarkibi, bu suvda erigan kislorod miqdori, harorat, pH, ovqatga ishlatiladigan moddalar miqdori bilan mikroorganizmlar orasidagi nisbat, zaharli moddalarning bor-yoʻqligi va hokazolardir.

Suvning tozalanish jarayonida ishtirok etadigan bakteriyalar soni 1 g quritilgan balchiqda hujayralar miqdori 108—1014 boʻladi. Balchiq nihoyatda rivojlangan sirtga ega, uning 1 g massasiga muvofiq keladigan sirti 100 m² ni tashkil etadi. Buning oqibatida suvning tozalanish tezligi ortadi. Hujayralar oʻlchami 3—0,1 mm ni tashkil etadi, hatto 3 mm dan ham ortiq boʻladi. Balchiq va bioplyonkalar manfiy zaryadga ega. Ulardagi pH = 4 ÷ 9 boʻladi.

Oqova suvlarning turli xillarini tozalashda (shuningdek, kunda isteʼmol qilinadigan suvni tozalashda) *Pseudomonas* turidagi mikroorganizmlar koʻp uchraydi; ikkinchi oʻrinda kokk shaklidagi bakteriyalar va batsillalar turadi. Yashash sharoitiga qarab balchiqda rivojlanadigan bakteriyalarning xillari 1 ta yoki bir nechta (5—8) boʻlishi mumkin. Yuqorida aytib oʻtilgan sharoitlarning hatto bittasi oʻzgarganida ham balchiq tarkibida albatta oʻzgarish sodir boʻladi, u holda ayrim bakteriya xillaridagi mikroorganizmlar koʻpayib, boshqa guruhlardagilarining nisbiy miqdori kamayadi.

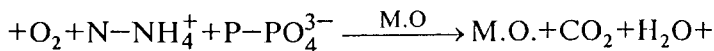
Aralash tarkibli oqova suvlarni tozalashda balchiq tarkibida, asosan, sodda bakteriyalar, baʼzan murakkabroq organizmlar — kolovratka va boshqa bakteriyalar rivoj topadi. Sodda bakteriyalar toʻrt sinfdan iborat, ular jumlasiga sarkadov va jigutik infuzori-

yalar, kiprikli infuzoriyalar, emuvchi infuzoriyalar kiradi. Sodda bakteriyalarning roli — ko‘p rejali. Ular balchiqdagi bakterial muvozanat saqlab, balchiqdagi ba’zi bakteriyalar bilan ovqatlanadi. Ular yosh hujayralar bilan birga „qari“ hujayralarni ham tanovul qiladi, shu yo‘l bilan ular balchiqni yoshartiradi, natijada hayotga qobil yangi hujayralar rivojlanadi. Shu bilan birga, suvda ekzofermentlarning qo‘shimcha miqdori hosil bo‘ladi. Sodda hujayralar suvda iflosliklarni ham tanovul qiladi; shu tufayli suvda qo‘shimchalardan tozalanish amalga oshadi, suvning rangi tozalanadi. Suvning tashqi ko‘rinishiga qarab, sodda hujayralarning soni va ularning holati haqida fikr yuritib, tozalash qurilmalarining ish sharoiti va qanday jarayonlarni amalga oshirish haqida choralar ko‘riladi. Masalan, agar qurilmada erigan kislorod yetishmasa, sodda hujayralar tiniq bo‘lib ko‘rinadi, ularning jami kattalashadi, so‘ngra hujayra yoriladi; kiprikli apparat qimirlamaydi, og‘iz teshiklari bekilib qoladi va hokazo.

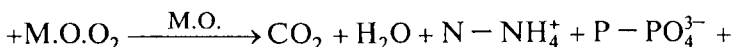
Faol balchiqlarda zamburug‘lar kam uchraydi, lekin bioplyonkalarda ular yaxshi rivojlanadi.

Balchiqning eng muhim xossasi — paxtasimon moddalar hosil qilish va sedimentatsiyadan iborat. Bakterial flokulatsiya — mikroorganizmlarning fiziologik holati deb qabul qilingan. Bu holat bakteriyalarning oxirgi o‘lish holatidagi nafas olishi deb taniladi; u vaqtda hujayralar sirtida ko‘pgina miqdorda hujayrasiz polimerlar yig‘ilib qoladi.

Faol balchiqlarda tuklanish hodisasi kuzatiladi; bunda ipsimon bakteriyalar rivojlanib, bir-biriga yopishib qoladi. Balchiq tuklanish vaqtida kam cho‘kadi, amalda suvdan ajralmaydi; buning natijasida qurilmalardan foydalanish qiyinlashadi. Bakteriyalar amaliyoti oqibatida vujudga keladigan biologik oksidlashish mexanizmi aerobik sharoitda quyidagi sxema shaklida ifodalanadi: organik modda



biologik jihatidan oksidlanmagan erigan moddalar;



biologik jihatdan hujayra moddaning yemirilmagan qismi: m.
o — mikroorganizmlar.

Bu yerda keltirilgan sxema (xuddi ↑ rasmdagi sxemaga o'xshab) organik iflosliklarni va yangi biomassa vujudga kelishini tasvirlaydi. Tozalangan suvda biologik jihatdan oksidlanmagan moddalar, asosan, erigan holatda qoladi, chunki kolloidlar va erimay qolgan qo'shimcha moddalar sorbsiya tufayli paxtasimon balchiqqa o'tib ketadi.

Agar jarayon davom ettirilsa, ya'ni dastlabki organik modda oksidlanib bo'lganidan keyin ham muhit sharoitini aerob holatda qoldirilsa, u holda balchiqdagi hujayra moddaning endogen oksidlanish jarayonlari sodir bo'lib, shu bilan bir vaqtda, ammoniy nitritlarga aylana boshlaydi; bu jarayonga avtotrof o'simliklarning rivojlanishi yordam beradi.

Biologik oksidlanish jarayonining tezligi Mono tenglamalari asosida hisoblanadi.

Tozalash uchun yetarli kislorod miqdori jarayonning oxirigacha oksidlanish (ya'ni CO_2 , H_2O , NH_3 ga qadar), organik moddalarning oksidlanishi, ba'zi qo'shimchalarning oksidlanishi, ammoniy azotining nitratlarga aylanishi va tozalangan suvda zaxira shaklida kislorod qolishini nazarda tutib hisoblab topilishi kerak.

Ko'pincha qurilmalarda kislorod suvga havo puflash apparatlari yordamida kiritiladi. Shuning uchun masalaning ikkinchi tomoni suvga beriladigan havo miqdorini aniqlashdan iboratdir. Lekin toza yoki texnik kislorodni hisoblash uchun mo'ljallangan biologik reaktorlardan foydalanilsa, havoni hisoblashning keragi bo'lmaydi. Ko'pchilik sistemalarda suvning aeratsiyasi aralashtirgichlar yordamida amalga oshiriladi. Bu holda aralashtirgich ishlagan vaqtda sarf bo'lgan elektr energiya miqdori asosida sarf qilingan kislorod miqdorini hisoblab topiladi.

Balchiq biomassaning hujayra sintezi natijasida kattalashib boradi, bundan tashqari, balchiq hosil bo'lishi tufayli sarflanib ketgan iflosliklar massasi hisobiga ham ko'payib boradi, lekin suvni tozalovchi metabolitlarning oksidlanishi va ajralib chiqishi tufayli kamayib boradi.

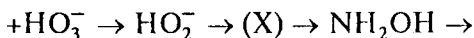
XI. 5. Anaerob jarayonlar

Anaerob jarayonlar, ya'ni kislorodsiz muhitda sodir bo'ladigan biologik jarayonlar suvni tozalash texnologiyasida keng qo'llaniladi.

Ularning eng ko'p tarqalgan turlari denitrifikatsiya va metan hosil bo'ladigan (bijg'ish) hodisasidan iborat.

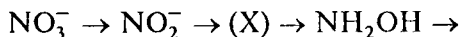
Denitrifikatsiya jarayoni quyida ko'rsatilgan o'zgarishlar yig'indisidan iborat:

Qaytarilgan organik moddalar



oksidlangan organik moddalar + N₂.

Bularni dissimilatsion nitrat — reduksiya sistemasi deb qarash mumkin. Parallel ravishda assimilatsion nitrat — reduksiya jarayoni ham sodir bo'ladi:



Denitrifikatsiya jarayonida oksidlovchi rolini xuddi aerob oksidlanishdagi kabi kislorod bajaradi.

Denitrifikatsiyada ajralib chiqadigan energiya miqdori kislorod bilan oksidlanish vaqtida ajralib chiqadigan energiyadan kamroq bo'ladi. Agar kislorod bilan oksidlanuvchi modda sifatida glukoza ishlatiladigan bo'lsa, uni kislorod bilan oksidlanganida 2872 kJ energiya, denitrifikatsiyada esa 2386 kJ energiya chiqadi. Bu ayirma katta emas, lekin suvda ma'lum miqdor erigan kislorod denitrifikatsiyani yo'q qilish uchun yetarlidir.

Oqova suvlarda denitrifikatsiyani amalga oshiruvchi bir necha xil bakteriyalar mavjud. Denitrifikatsiyani amalga oshirish uchun suvga metan, metil, spirt, atsetatlar qo'shilganida oqova suvlar xilma-xil organik moddalar va faol balchiq bo'lganidan denitrifikatsiya tez rivojlanadi.

Denitrifikatorlarni faollash uchun organik moddalar konsentratsiyalari bilan nitratlar orasidagi ayirma, harorat, pH qiymati va boshqa omillar ahamiyatga ega. Jarayon tezligini quyidagi formula yordamida hisoblab chiqarish mumkin:

$$R = [aF(M) + b]10^{R(t-20)}$$

Bunda: F/M — organik modda konsentratsiyasining balchiq konsentratsiyasiga nisbati R_t — harorat koeffitsiyenti; t — harorat 0°C ; a va b — koeffitsiyentlar.

Organik moddaga bo'lgan talab, masalan, M o'rnida metil pirt bo'lsa quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$M = 1,91C_{\text{NO}_3^-} + 1,14C_{\text{NO}_2^-} + 0,67C_{\text{O}_2} + 2,67_{\text{NO}_3^-}C_{\text{NO}_3^-} - P_c$$

Bunda: $C_{\text{NO}_3^-}$, $C_{\text{NO}_2^-}$, C_{O_2} — nitrat, nitrit va muvozanat holatidagi kislorod konsentratsiyalari, I_{NO_3} — biomassaning o'sishi; R_s — moddada uglevod fraksiyasi.

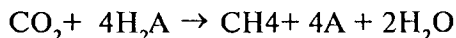
Metan hosil bo'lishi bilan boradigan bijg'itish oqova suvlarning cho'kmalarini zararsizlash va barqaror qilishda asosiy usullardan biri hisoblanadi. Anaerob bijg'itish murakkab va ko'p bosqichli jarayonlardan iborat; shu tufayli dastlabki organik moddalar birmuncha soddaroq birikmalarga aylanadi, ularning ko'pgina komponentlari gazga va eritmaga (balchiqdagi suyuqlikka) o'tadi. Anaerob bijg'itish ikki bosqichdan iborat jarayon hisoblanadi.

Birinchi bosqichda fakultativ mikroorganizmlar gidroliz va fermentativ yemirilish oqibatida past molekular og'irlikka ega bo'lgan moy kislotalarga, spirtlarga, karbonat anhidridga, miakka, vodorodga va boshqa moddalarga aylanadi; asosan, (70%) birikma kislotaga (15%) propan kislotaga hosil bo'ladi, boshqa kislotalar esa oz miqdorlarda hosil bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshiruvchi (yetakchilik qiluvchi) bakteriyalar keng ko'lamda o'zgaruvchan sharoitlarda ham amal qiladi. Bakteriyalarning generatsiya davomati bir necha soatni talab qiladi.

Ikkinchi bosqichda metan hosil qiluvchi bakteriyalar birinchi bosqichda hosil bo'lgan mahsulotlarni, asosan, metanga, karbonat anhidridga va oz miqdorda hosil bo'ladigan gazlarga aylantiradi. Ikkinchi faza bakteriyalari obligativ anaerob bakteriyalar turiga

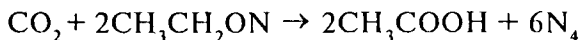
kiradi, ular muhit sharoitiga juda sezgir, bu yerda bakteriyalarning generatsiya jarayoni bir necha soat davom etadi.

Metan hosil bo'lish reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

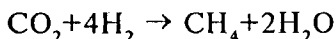


bunda: H_2A — tarkibida vodorodi bo'lgan organik modda yoki (agar A — yo'qotilsa) toza vodorodning o'zi.

Masalan, agar H_2A etil spirt deb qabul qilinsa — qaytarilish jarayoni quyidagi ko'rinishda yoziladi:

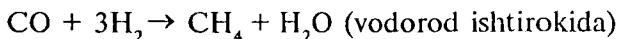


Agar H_2A o'rnida vodorod bo'lsa, quyidagi jarayon sodir bo'ladi:

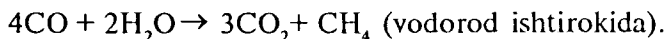


Metan hosil bo'ladigan reaksiyalar bir necha bosqichdan iborat bo'lib, ATF va vitamin B_{12} (bu modda ferment tarkibida bor) ishtirokida sodir bo'ladi; vodorodning ko'chishida asosiy rolni vitamin B_{12} bajaradi, deb qabul qilingan.

Metan hosil bo'lishida asosiy yo'ldan tashqari, yana boshqa qaytarilish jarayonlari ham sodir bo'lishi mumkin, masalan, uglerod (II) oksid ishtirokida ham metan hosil bo'la oladi:

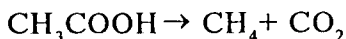


yoki



Shuningdek, sirka va benzoy kislotalar ishtirokida ham hosil bo'ladi.

Sirka kislotaning parchalanish jarayoni (agar dastlabki modda va oxirgi mahsulotni yozish bilan chegaralansak), quyidagi reaksiya tenglamasiga muvofiq sodir bo'ladi:



Biroq to'g'ridan-to'g'ri dekarbonlanish, ya'ni CO_2 ning ajralib chiqishi shubhali jarayon hisoblanadi; CO_2 va atsetat ham umumiy oraliq mahsulot orqali metanga aylanadi.

Metan hosil bo'lish jarayonini ikki bosqich bilan amalga oshiriladi. Biri 30—35°C da sodir bo'ladi. Bijg'ishning birinchi rejimini *mezofil rejim*, ikkinchisini *termofil rejim* deb yuritiladi. Yuqorida ko'rdikki, bijg'ish jarayonida yonuvchan gaz metan hosil bo'ladi; odatda, uni yondirib, o'ta issiq bug' hosil qilishda qo'yiladi. Issiq bug'dan qurilmalardagi narsalarni bijg'ishi uchun kerakli haroratga qadar isitishda foydalaniladi.

Gaz chiqishi tugaganidan keyin cho'kmadan badbo'y hid chiqmaydi: u endi chirimaydi, qishloq xo'jaligida uni o'g'it sifatida ishlatish mumkin. Bijg'igan cho'kma o'zidan suvni osonlik bilan chiqarmaydi. Shu tufayli cho'kmalarni tabiiy sharoitda quritiladi — u ish uzoq davom etadigan jarayon bo'lganligi uchun vakuum o'rnamida balchiqni quritish yoki markazdan qochuvchi kuch ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Ketgan sarf-xarajatlarni hisoblashda bijg'ituvchi qurilma, uning hajmini aniqlash, bijg'itishdan chiqadigan gaz unumi, cho'kmalarni isitish uchun kerakli issiqlik miqdori uchun etadigan mablag'lar nazarda tutiladi.

Savol va topshiriqlar:

1. Suvni kimyoviy usulda tozalash uchun nimalarga ko'proq ahamiyat berish kerak?
2. Qaysi turdagi suvni faqat biologik jarayonda tozalanadi?

XII bob. SUVNI ZARARSIZLANTIRISH

Vodoprovod va kanalizatsiya qurilmalarini tozalashda ichki organlarda uchraydigan kasallik tarqatuvchi infeksiyalarning suvga tarqalishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Oqova suvlardagi bakteriyalarni batamom yo‘q qilib, suv tozalash samaradorligi, odatda, 90—95% ni tashkil etadi. Suv tozalash stansiyalarida koagulatsiyani amalga oshirish, suvni tinitish va filtrlash, odatda, tabiiy suvdagi mikroflora va mikrofaunalarni yo‘q qilishning asosiy qismini tashkil etadi, lekin suvni sanitariya va epidemiologiya jihatdan batamom zararsiz holatga keltirish birmuncha qiyinchiliklarni bajarishni talab qiladi.

Suvni zararsizlantirish degan iboraning ma’nosi suvdagi barcha patogen mikroorganizmlarni yo‘q qilishdan iborat. Suvni batamom zararsizlantirish ishi bir qancha usullar bilan amalga oshirila oladi, masalan, suvni issiqlik ta’sirida qayta ishlash, ultratovush to‘lqinlar ta’siridan foydalanish, ultrabinafsha yoki ionlashgan nur, kuchli oksidlovchilarni ta’sir ettirish va hokazo yo‘llar bilan amalga oshiriladi. Har qanday usul qo‘llanilmasin, bularning ta’siridan sitoplazmaning oqsillari iviq holatga o‘tadi, buning natijasida bakterial hujayralar halok bo‘ladi yoki hujayralarning chegara qismlaridagi strukturalar holati o‘zgaradi yoki zararsizlantiruvchi modda hujayradagi moddalar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib ketadi. Bakterial moddalar (bakterial agentlar) kombinatsiyalangan ta’sir ko‘rsatishi ham mumkin, bunda hujayraning zararsizlanish mexanizmi bir necha turda namoyon bo‘ladi.

Oqsillarning ivishi sistemani issiqlik yordamida qayta ishlashda va sitoplazma kolloidlarini koagulatsiyaga keltiruvchi elektrolitlar ta’sirida sodir bo‘ladi. Oqsillar, xususan, fermentlar strukturasi kumush va mis tuzlari ta’siridan zararlanadi, chunki bu birikmalar juda kichik konsentratsiyalarda bo‘lganida ham mikroblarni o‘ldirish (oligodinamik ta’sir etish) xususiyatiga ega.

Hujayra sirtiga maxsus sirt — faol moddalar, ba'zi antibiotiklar, fenol va spirtlar ta'sir etib (masalan, SPAVlar) hujayra sirtiga yig'ilib hujayra qobig'ining va sitoplazmatik membranalarning o'tkazuvchanlik qobiliyatlarini o'zgartirib yuboradi, buning natijasida hujayra bilan tashqi muhit orasidagi muvozanat buziladi va hujayra halok bo'ladi. Ultratovush ham hujayra hamda membrana devorlariga mexanik ta'sir etib, ularni yemirilishga olib keladi.

Sitoplazmalarda molekular strukturaning yemirilishi ionlashtiruvchi nur ta'sirida ham sodir bo'ladi, chunki bu nurlar atom va molekulalarda ionlanish hodisasini vujudga keltiradi.

Kuchli oksidlanuvchi moddalarning mikroblarni o'ldirishi ayni oksidlovchilar bilan sitoplazma hujayralari komponentlari orasida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lishi bilan izohlanadi.

Ichimlik va oqova suvlarni zararsiz holatga keltirish uchun ko'pincha suv kuchli oksidlovchi moddalar bilan qayta ishlanadi. Oksidlovchi sifatida xlor va uning birikmalari (xlorli ohak, xlor dioksid), shuningdek, ozon O_3 dan foydalaniladi. Yer osti suvlarini zararsizlantirish uchun bakteriyalarni o'ldiruvchi nurlardan foydalaniladi.

Suv tozalash stansiyalarida oqova suvlarni bakteriyalar toifasidagi axlatlardan tozalab, batamom zararsizlantirishning samaradorligi 99,5—99,99% ga qadar ko'tariladi. Tozalanib suv havzalariga tushiriladigan oqova suvlarining biologik tozalanish kolicindeksi 1000 dan yuqori bo'lmasligi kerak. Maishiy vodoprovod suvlari ning zararsizlanish darajasi juda yuqori: ularda kolicindeks 3 dan ortiq bo'lmaydi.

Biroq kuchli oksidlovchilar gelmintlar tuxumlariga o'ldiruvchi ta'sir ko'rsatmaydi. Oqova suvlarni biologik tozalash jarayonining dastlabki bosqichidayoq suvni saprofit va patogen mikrofloradan hamda gelmint tuxumlaridan qisman tozalashga erishiladi. Suvni birinchi tinitishda bakteriyalar va gelmint tuxumlari konsentratsiyasi (cho'kayotgan muallaq zarrachalarga yutilishi tufayli) 50% kamayadi. Ortiqcha faol balchiqda gelmint tuxumlar 40% ni tashkil qiladi. Garchi dastlabki tindiruvchilardagi cho'kmalar va ortiqcha faol balchiqdagi cho'kmalar hajmi umumiy tozalangan suv hajmining 1—1,5 foizini tashkil etsa ham, sanitar holatidan

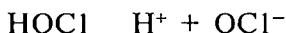
qaraganda bu cho'kmalar oqova suvdagidan ko'ra ortiqroq xavotirlik tug'diradi. Oqova suvlarni zararsiz holatga keltirish va oqova suvdagi cho'kmalarni, gelmintlarni batamom yo'q qilish uchun ularni termofil ($50-55^{\circ}\text{C}$) anaerob sharoitda bijg'itiladi. Mezofil sharoitda $30-33^{\circ}\text{C}$ da gelmintlar tuxumlarining yarmiga yaqin qismi o'lib, tamom bo'ladi. Suv tozalash stansiyalarida suvni metanlash uchun asbob-uskuna bo'lmasa, gaz gorelkasi yordamida hosil qilinadigan infraqizil nur bilan yohud kampostirlash yo'li bilan zararsizlantiriladi. Yuqorida aytib o'tilgan usullar yordamida oqova suvda oz miqdorda cho'kamalar bo'lgandagina foydalanib suvni tozalash mumkin.

XII. 1. Xlorlash

Xlor suvga kiritilganida gidrolizga uchrab, gipoxlorit va vodorod xlorid (kislota) hosil bo'ladi:



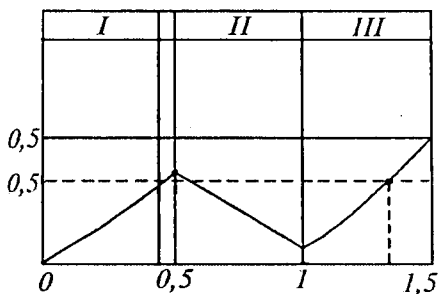
Gipoxlorit kislota ionlarga dissotsilanadi:



bunda hosil bo'lgan Cl_2 molekullari bilan, HCl^- va OCl^- ionlari orasidagi muvozanat holati muhit pH ga bog'liq. Dissotsilanmagan gipoxlorit kislota bakteriyalarni o'ldirish xususiyatiga ega, shunga ko'ra suvni zararsizlantirish jarayoni ($\text{pH} = 4 \div 7$) kislotali muhitda

samaraliroq darajada sodir bo'ladi, chunki $\text{pH} = 4 \div 7$ bo'lgan suv muhitida gipoxlorit kislota HCO , asosan, molekullar holatida mavjud bo'ladi.

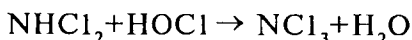
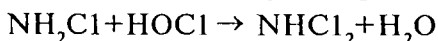
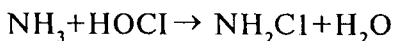
Suvning zararsiz jarayonida xlor suvdagi organik qo'shimchalarni oksidlash uchun sarflanadi, shu sababli samarali bakteritsid



29-rasm. Antinomy tuzlari yordamida suvning xlor yutishi

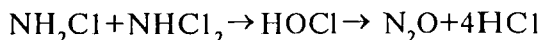
jarayon davom etishini ta'minlash maqsadida suvda qolgan xlorning konsentratsiyasi ma'lum darajadan ortiqroq saqlanib turadi. 29-rasmda suvga solingan xlor dozasi bilan suvda ortib qolgan faol xlorning konsentratsiyasi orasidagi bog'lanish diagramma shaklida keltirilgan. Bu diagrammadagi OA chizig'i xlorning to'liq yutilish konsentratsiyasini ko'rsatadi. Suvda xlor ta'sirida oksidlanadigan moddalar qanchalik ko'p bo'lsa, xlor suvga shunchalik ko'p yutiladi. Shu sababli oqova suvlarni zararsizlantirish uchun katta dozalar kerak bo'ladi. Masalan, yer osti manbalaridan chiqqan suvlarni zararsizlantirish uchun xlorning dozasi (CH va P 11-31-74 ga muvofiq) 0,7—1 mg/l ni tashkil etadi; oqova suv to'liq biologik tozalangandan keyin, CH va P II-32—74 ga muvofiq talab qilinadigan xlor dozasi 3 ml/g ga faqat mexanik tozalashdan o'tgan oqova suv uchun xlor dozasi 10 mg/l ga tengdir. Tozalovchi qurilmalardan foydalanishda zarur bo'lgan xlor dozasi eksperimental sinashlar orqali aniqlanadi, buning uchun 32-rasmda keltirilgan xlorning yutilish diagrammasiga o'xshash diagramma tuziladi. Absissalar o'qiga sistemaga berilgan xlor dozasi, ordinatalar o'qiga suvda qolgan xlor miqdori qo'yiladi. Suvda qolgan xlorning konsentratsiyasini o'lchash orqali uning kerakli dozasi topiladi. Ichimlik suvlarni xlorlashda qolgan erkin xlorning konsentratsiyasi 0,3 mg/l dan kam va 0,5 mg/l dan ortiq bo'lmasligi kerak. Oqova suvda qolgan xlorning miqdori 1,5 mg/l dan (30 daqiqa kontaktdan keyin) kam bo'lmasligi kerak.

Tarkibida ammiak yoki ammoniy tuzlari bo'lgan suvlarni xlorlash uchun katta miqdorda xlor zarur, chunki xlor suvdagi moddalar bilan quyidagi reaksiyalarga kirishadi, bu reaksiyalar natijasida xloraminlarni hosil qiladi:



Bu jarayonga 32- rasmning 1 grafigi muvofiq keladi. Suvga kiritilayotgan xlor dozasi kattalashgan sari (suvda xloraminlar

tarkibiga kirgan xlor miqdori ortgan sari) suvda qolgan xlorning konsentratsiyasi asta-sekin ortib boradi. Xloraminlarning mikrobozidlar ta'siri xlornikiga qaraganda zaif bo'ladi, shu sababli suvni zararsiz holatga keltirish uchun suvda qolgan xlorning konsentratsiyasi 0,8—1,2 mg/l bo'lishi kerak. Agar suvdagi barcha ammoniy birikmalar xloraminlarga o'tganidan keyin ham xlor yuborish davom ettirilsa, u holda erkin gipoxlorit kislota xloraminlarning oksidlanishi uchun sarflanadi:



Xloraminlarning oksidlanish reaksiyalari boshlanishi bilan suvga berilgan xlor dozasi ortganida suvda qolib, kimyoviy birikmaga aylangan (ya'ni bog'langan) xlorning miqdori kamaya boradi (bu holat 32- rasmdagi diagrammaning II qismida o'z aksini topgan). Xloraminlarning oksidlanish reaksiyalari tugaganidan keyin suvda qoladigan erkin xlor miqdori suvga kiritilayotgan xlor dozasi proporsional ravishda orta boradi (diagrammaning III qismiga qarang). Shuning uchun ammoniy tuzlariga ega bo'lgan suvga xlor berilganda xlorning kerakli dozasi diagrammadagi B nuqtadan boshlab to'g'ri chiziq bo'ylab ko'paya boradi. Bu B nuqta *sinish nuqtasi* nomi bilan ataladi.

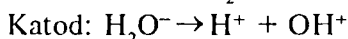
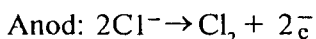
Tarkibida fenol bor suvni xlorlashda suvda badbo'y hidlar paydo bo'lishi mumkin, bu xlor-fenol birikmasining hididir, chunki ular shu jarayonda hosil bo'ladi. Bunday badbo'y hidni yo'qotish uchun suv ammoniy birikmalarini qo'shish bilan xlorlanadi. Suvga avval ammiak yuborib, so'ngra xlor beriladi. Hosil bo'lgan xloraminlar fenolning xlor bilan reaksiyaga kirishishiga xalaqit beradi va o'sha reaksiyani to'xtatadi.

Suvni zararsizlash uchun xlordan boshqa birikmalardan ko'pincha natriy va kalsiy gipoxloritdan foydalaniladi. Bu moddalar suvda eriganda ular gidrolizga uchraydi, natijada gipoxlorit kislota hosil bo'ladi:

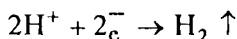


Bu holda ham, xuddi gazsimon xlor ishlatilgan holatdagi kabi, dissotsilanmagan gipoxlorit kislota bilan gipoxlorit ionlar orasidagi nisbat eritma pH qiymatiga bog'liq bo'ladi.

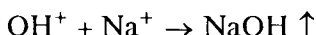
Keyingi yillarda suvni zararsizlantirish uchun elektrokimyoviy usul yaratilgan; bu usul endilikda qo'llanilmoqda. Dengiz suvi, sho'r yer-osti suvi yoki osh tuzining suvdagi eritmasi elektroliz qilinadi. Elektroliz jarayonida quyida tenglamalari keltirilgan reaksiyalar sodir bo'ladi:



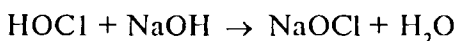
Anodda ajralib chiqqan xlor gidrolizlanib, gipoxlorit kislota hosil bo'ladi. Vodorod gaz holatida ajralib chiqadi:



gidroksil ionlar esa natriy ionlari bilan bog'lanadi:



Gipoxlorit kislotaning ishqor bilan o'zaro reaksiyasi



Natijada natriy gipoxlorit hosil bo'ladi.

Dengiz suvi elektroliz qilinganida 3 mg/l gacha konsentrat-siyadagi faol xlor olishga imkoniyat yaratiladi. Osh tuzi eritmasini elektroliz qilinganida yanada yuqori (8 mg/l) konsentratsiyaga ega bo'lgan faol xlor hosil qilinadi.

Elektroliz mahsulotlari qo'llanganida sodir bo'ladigan kimyo-viy jarayonlar (reaksiyalar mexanizmi), suvni xlorlashdagi umu-miy qonuniyatlardan sira farq qilmaydi. Elektroliz usulidan foyda-lanilganda zaharli moddalar gazsimon xlori transportda bir joydan boshqa joyga olib borishdagi qiyinchilikdan qutulishga imkoniyat yaratiladi.

XII. 2. Ozonlash

Ozon — kislorodning allotropik modifikatsiyasi bo'lib, och-binafsha rangli, juda zaharli gazdir. Uning o'ziga xos hidi $1 \cdot 10^6$

konsentratsiyada ham bilinadi. Suvni zararsizlantirish uchun ozondan foydalanish (xlor ishlatishdan ko'ra) bir qancha ustunliklarga ega. Bularning hammasi ozon xossalariga bog'liq. Ozon — juda kuchli oksidlovchi, u mikrobotsid ta'sirlardan tashqari suvning organoleptik xossalarining yaxshilanishiga yordam beradi: suvning rangini va hidini ham yo'qotadi. Ozonning mikrobotsid ta'siri mikroorganizmlarning xiliga va suvdagi qo'shimchalar turiga bog'liq.

Ozon bakteriyalarning o'sish hujayralariga hamda viruslarning asosiy qismiga tez ta'sir qiladi. Lekin agar suvda ozon bilan osongina reaksiyaga kirishadigan moddalar (masalan, ikki valentli temir birikmalar, gumin kislotalari, bir atomli fenollar) bor bo'lsa, ozon birinchi navbatda o'sha moddalar bilan reaksiyaga kirishadi; so'ngra bakteriya va viruslarga ta'sir etadi. Sporal bakteriyalar ozon ta'siriga biroz bardosh beradi. Suvdagi qo'shimcha organik moddalar ichida ozon ta'siridan qiyin oksidlanadigan moddalar jumlasiga fulvokislotalar (ya'ni gumin moddalarning cho'kmaydigan komponentlari), neft mahsulotlari, maxsus sirt-faol moddalar (SPFV), pestitsidlar kiradi. Ozon fenolli birikmalarni faol oksidlaydi. Shu sababli tarkibida fenollar bo'lgan suvni xlor bilan tozalashdan ko'ra ozon bilan tozalash qulaydir.

Ozon suvda tez parchalanib kislorod hosil qiladi.

Kislorod orqali „tinch“ elektr razryad o'tkazilsa, ozon hosil bo'ladi. Sanoat miqyosida ozon olish uchun ozon-generatori — *naysimon ozonatorlar* ishlatiladi. Ozonning hosil bo'lishini unumli qilish uchun kislorodni juda yaxshi tozalash va quritish zarur; agar havo ishlatiladigan bo'lsa, uni, albatta, sovitish kerak bo'ladi.

Ozon-havo aralashmasini qayta ishlanishi kerak bo'lgan suvga qo'shishda suvning sifatiga va qo'llaniladigan asbobning ish unumdorligiga qarab barbotaj, mexanik-turbin aralashtiruvchilardan, suv osti nasoslaridan va elektrodlardan foydalaniladi.

Suvni zararsiz holatga keltiruvchi ozonning sarflanishi suvning sifatiga, ozon-havo aralashmadagi ozon konsentratsiyasiga, aralashtirgichlar xiliga, suvning harorati va boshqa omillarga bog'liq. Ichimlik suvni zararsizlantirish uchun kerakli ozon dozasi 0,75—3 mg/l ni tashkil qiladi.

Aralashtirish kameralaridan o'tgandan keyin suvda qoladigan ozon konsentratsiyasi 0,1—0,3 mg/l ga teng bo'lishi kerak.

Oqova suvlarni xlor bilan biror sababga ko'ra tozalash mumkin bo'lmagan hollardagina ozondan foydalanish mumkin. Masalan, oqova suvda xlor bilan reaksiyaga kirishib, suvning rangini va hidini yomonlashtiradigan mahsulotlar hosil bo'ladigan hollarda, suvni xlorlash joyi yaqinida insonlar yashaydigan uylar qurilgan bo'lsa, suvni zararsizlantirish uchun xlor o'rnida ozon ishlatish mumkin.

Ozon sarflanishini kamaytirish maqsadida oqova suvlarni mikrofiltr yoki oddiy filtrdan o'tkazgandan keyin ozon bilan tozalash mumkin. Oqova suvlarni zararsizlash uchun qo'llaniladigan ozon dozalari 6—10 mg/l bo'lishi mumkin. Ozon yuborilganida kontakt vaqti 8—20 daqiqani tashkil etadi.

XII. 3. Bakteritsid nurlatish

To'lqin uzunligi 200—295 km bo'lgan ultrabinafsha nurlar mikroorganizmlarga bakteritsid ta'sir ko'rsatadi. Nurlanish diapazonidagi nurlanish argon-simobli lampalar, past bosim hamda yuqori bosimda ishlaydigan simob-kvars lampalar aynan yuqorida keltirilgan diapozonda ishlaydi. Bu usul reagent qo'llanilmaydigan fizik usullar jumlasiga kiradi. Bu usul yuqorida bayon qilingan kimyoviy usuldan bir qancha afzalliklarga ega. Bakteritsid nur berish usuli, asosan, yer osti suvlarni zararsizlantirish uchun ishlatiladi.

Suv havzalarining o'z-o'zini tozalash jarayonlari

Ochiq suv havzalarining suvi o'simlik va hayvon organizmlaridan kelib chiqqan turli xil gidrobiontlar yashaydigan tabiiy muhit hisoblanadi.

Gidrobiontlar suv havzalarida sifat va miqdoriy tarkiblari xilma-xil fizik, kimyoviy va biologik omillarga bog'liq bo'lgan biosenozalar hosil qiladi. Ochiq suv havzalar o'zining nihoyatda xilma-xil va beqaror kimyoviy tarkibi hamda suvidagi mikronufuzi jihatidan alohida o'rin egallaydi. Buni ayni havzaning shaxsiy mikronufuzi va boshqa manbalardan kelib qolgan, ana shu joyda istiqomat qilishga muvofiqlashgan mikroorganizmlar

tashkil qiladi.

Ochiq suv havzalarida tashkil topgan murakkab biologik jamoa o'zining istiqomat qilish sharoitiga qarab bir necha turlarga bo'linadi.

Plankton — suv ichida istiqomat qiluvchi barcha organizmlar yig'indisidan iborat sistema. Planktondagi organizmlar ikki shakldan kelib chiqqan. Biri zooplankton (hayvonotlardan kelib chiqqanlar) bo'lsa, ikkinchisi fitoplanktonlardir (bular o'simliklar dunyosidan kelib chiqqan). Ularning o'lchamlari bir-biridan ancha farq qiladi. ultraplankton, mittiplankton bakteriya va mayda past o'simliklardan iborat; mikrop planktonni — ko'pchilik suv o'simliklar, infuzoriyalar, mayda qisqichbaqasimonlar tashkil etadi. Plankton tarkibi suvning ifloslanganlik darajasiga, suv havzasidagi gidrodinamik sharoitga, yil fasliga bog'liq bo'ladi. Qish faslida planktondagi organizmlar soni minimumga yetadi. Ko'klam faslida diatomik, so'ngra yashil suv osti bakteriyalar (nihoyat, siano-bakteriyalar) yoppasiga rivoj topadi. Bu holatda zooplanktotlar rivojlanadi; bularning vakillari suvosti o'simliklari bilan oziqlanadi.

Bentos — suv tagidagi cho'kmalarda va suv ichida istiqomat qiluvchi o'simlik va hayvonot organizmlaridir. Makrobentos o'lchami 1 mm dan katta, mikrobentos — o'lchamni 1 mm dan kichik bo'lgan organizmlardir. **Bakterialeobentos** — suvlari tiniq suv havzalarida istiqomat qiluvchi, o'lchami 1 mm dan kichik organizmlardir. Baktereobentosni aerob va anaerob saprofitlar tashkil qiladi. **Fitobentos** faqat suvi tiniq suv havzalarida rivojlanadi. Tirik organizmlari ko'p bentos jumlasiga sodda kolovka, oligoxeta, nematoda, hasharotlar lichinkalari, molluskalar kiradi. Zoobentos turlarining tarkibi suvosti zaminining tabiati va uning ifloslanganlik darajasiga bog'liq.

Perifiton yoki obro's suvga botgan o'simliklarda, suvosti buyumlarda va hokazolarda rivojlanadi. Bu biosenozning asosiy massasini yopishib qolgan organizmlar tashkil qiladi, lekin bular ichida bimalol suzib yuradigan — muallaq mikrosistemalar ham mavjud. Perifiton tarkibiga diatomenlar, suvosti o'simliklari,

oligoxetlar va molluskalarning ba'zi turlari, so'ruvchi turdagi infuzoriyalar kiradi.

Suv havzalarining ekologik sistemasi tarkibiga yuqori o'simlik (makrofit)lar ham kiradi. Eng ko'p tarqalgan makrofitlar jumlasiga — suvga botgan yoki muallaq holatdagi elodeylar va roqolistniklar ham kiradi; ulardan yana turli o'simlik organizmlari, qamish va hokazolar ham joy oladi, ular suv sirtidan 1,5 m chuqurlikda rivojlanadi.

XII. 4. Suv havzalaridagi iflosliklarning tabiati va manbalari

Suv havzalarining ifloslanishi ikki xil bo'ladi: birlamchi va ikkilamchi iflosliklar. Birlamchi iflosliklarning asosiy manbayi insonlarning turmushdagi va ishlab chiqarishdan kelib chiqqan oqova suvlarni tashkil qiladi, shuningdek, yer sathidan oqib tushadigan iflos suvlar ham birlamchi iflosliklar jumlasiga kiradi. Ular tarkibida tuproqdan va tuproq mikroflorasidan yuvilib chiqqan, inson va hayvonlarning fiziologik qoldiqlaridan kelib chiqqan organik va mineral moddalar va turli mikroblar bo'ladi. Suv toshgan va yog'ingarchilik paytlarda suv havzasi sohillarining ba'zi joylari o'zidagi o'simliklar bilan birga suvga botib ketadi. Bu jarayonlar bilan bir qatorda o'simlik qoldiqlari samarali ravishda chirib ham tushadi. Oqibatda suv havzasiga deyarli katta miqdorda organik moddalar tusha boradi.

Shahar kanalizatsiyasining oqova suvlari bilan birga suv havzalariga katta miqdorda chala oksidlangan (asosan, qiyin oksidlanadigan) organik moddalar ham tushadi. Bundan tashqari, faol balchiqning muallaq harakatlanuvchan qoldiqlari (turli-tuman mikroblar va sodda hujayralar), anorganik birikmalar, biogen elementlar (azot va fosfor)ning og'ir metallarning tuzlari ham, chunonchi sulfatlari, xlorid va hokazolar ham suv havzalariga kelib tushadi. Ular ichida o'zi zaharli bo'lmasa ham monokarbon kislota, merkaptanlar, vodorod sulfid kabi zaharli moddalar keltirib chiqaradigan moddalar ham uchraydi.

Suv havzalari uchun ayniqsa sanoat korxonalarining oqova suvlari katta xavf tug'diradi. Bu oqova suvlarning havzalarga oqib tushishi natijasida nihoyatda xilma-xil iflosliklar paydo bo'ladi. Ularning ba'zilari sianidlar, mishyak va fenol birikmalari gidrobiontlar uchun zahar hisoblanadi, boshqalari, masalan, kletchatka va lignin (selluloza kombinatlari oqova suvlarining ajralmas komponentlari) zaharli bo'lmasa ham, ular zaharli moddalar ishlab chiqara oladi.

Sanoat korxonalarining oqova suvlaridan suv havzalariga ba'zi mikroorganizmlar, masalan, achitqi (xamirturush)lar ham tushadi. Odamlar va hayvonlarning suvda cho'milishlari natijasida ham suv havzalariga bakterial iflosliklar tushadi. Odam 10 daqiqa yuvinganida suvga $3 \cdot 10^9$ ta saprofit bakteriyalar, 10^5 — $2 \cdot 10^7$ ta ichak tayoqchasi tushadi.

Suv havzasining ikkilamchi iflosliklari — suvdagi organizmlarning chirishidan kelib chiqqan ifloslik eng kam xavf tug'diradi. Fitoplanktonning ma'lum faslda rivojlanishi va uning halokati natijasida suv juda ko'p organik moddalar bilan boyiydi, ularni mineral moddalarga o'tkazish uchun ko'p miqdorda kislorod kerak bo'ladi. Suvosti o'tlari har qanday sharoitga moslashuvchilar bo'lganligi uchun, har qanday suv havzasidan ham uglerodli ozuqa manbayini topa oladi. Ularning rivojlanish darajasini ta'minlovchi omil suvda biogen (ya'ni azot va fosfor) elementlarining birikmalari kamligi hisoblanadi. Shunday qilib, suv havzaga biogen elementlar birikmalarining kiritilishini to'xtatib, suvosti o'tlarning ortiqcha rivojlanishini to'xtatish ham mumkin.

Suv havzasining ifloslanish darajasi shu suvda bor bo'lgan organik birikmalarning miqdoriga va ularning tabiatiga bog'liq. Bu bog'lanish shundan iboratki, ifloslanishning har qaysi darajasiga biror maxsus turdagi organizmlarning rivolaniishi munosib keladi. Tarkibida ma'lum miqdor organik moddalari bor biror ifloslanish darajasidagi muhitda organizmlarning rivojlanish xususiyati ayni organizmning *saprobli* deb ataladi. Suv havzasining ifloslik darajasi ayni muhitda ma'lum saproblikda yashovchi organizmning saprobli bilan tavsirlanadi. Ifloslanish darajasiga qarab, barcha

suv havzalari yoki ularning zonolari: poli-, mezo- va oligosaprob-larga bo'linadi. Polisaprob zona (kuchli ravishda ifloslangan zona) o'zida katta miqdor beqaror organik birikmalar borligi va kislorodning deyarli yo'qligi bilan tavsiyalanadi. Shu sababdan bu zonadagi biokimyoviy jarayonlar anaerob tabiatga ega. U joydagi suv havzasi (suv)da organik moddalarning anaerob yemirilish mahsulotlari CO_2 , N_2S , CH_4 mavjuddir. Suvning 1 ml da bakteriyalar soni ko'pgina millionlarga yetishi mumkin.

Bunday zona sharoitida geterotrof o'simlik organizmlar: turli-tuman saprofit bakteriyalar, ipsimon bakteriyalar, suv o'simliklari jumlasidan *Euglena viridis*, zamburug'lardan *Fusarium adual-ductum* yoppasiga rivojlanadi. Polisaprob zonaning hayvon organizmlari jumlasiga kiruvchilarning eng muhimlari mayda, rangsiz infuzoriyalar *Colpidium colpoda*, *Vorticella microstoma*, bir hujayrali mikroblar (amyobalar) *Pelomyxa palustris* lardan iborat. Bentos mikronufus asosan, anaerob saprofit bakteriyalar *Tubifex*, *Limnodrilus*, *Chironomus plumosus* hasharot chivin lichinkalaridan iborat.

Mezosaprob zona (ya'ni o'rta darajadagi ifloslanish zonasi) α (alfa) va β (beta) saprob zonachalarga bo'linadi.

Ularining birinchisida organik moddalarning oksidlanish jarayoni sodir bo'lib, bunda ammiak hosil bo'ladi. Bu zonada kislorod bor (lekin yetarli emas). Bu zonada, asosan, kislorod tanqisligiga bardosh beradigan organizmlar istiqomat qiladi. Ko'pchilikni geterotrof bakteriyalar *Mucor racemosus* zamburug'lar, sianobakteriyalardan *Oscillatoria* tashkil topadi. Bu yerda yashovchi hayvonot organizmlari jumlasiga ko'p sonli infuzoriyalar (*Paramecium caudatum*, *Opercularia coarctata*) kolovratkalar (*Rotaria*), jgutli past qisqichbaqasimon (*Daphnia magna*, *Daphnia pulex*)lar kiradi. Balchiqlarida ko'pgina oligoxetlar, xironomid lichinkalari uchraydi.

Ikkilamchi mezosaprob zonachada oson oksidlanadigan organik birikmalar deyarli sira uchramaydi. U suvlarda ammiak va uning oksidlanish hosilalari — nitrit va nitratlar uchraydi.

Bu suvlarda kislorod miqdori katta qismni tashkil qiladi. Bu muhitda avtotrof organizmlar rivojlanadi, chunonchi, sianobak-

teriyalar (*Anabaena*), yashil tusli (*Scenedesmus*) va diatom (*Melosira*) suv o'simliklar, nitratlovchi bakteriyalar rivoj topgan. Eng sodda hayvonlardan infuzoriyalar va tomir oyoqlilar rivojlanadi. Boshqa plankton hayvonlardan kolovratka va qisqichbaqasimonlar rivojlanadi. Zonaning tagida bakteriyalar juda ko'p turdagi chuvalchanglar, turli hasharotlar lichinkalari, molluskalar ishtirokida shiddatli ravishda minerallanish jarayonlari sodir bo'ladi. Makrofitlar (shox barglilar) paydo bo'ladi.

Oligosaprob (toza suv) zonada suvda erigan organik moddalar deyarli uchramaydi, shu sababdan bu joylarda, asosan, avtotrof organizmlar rivojlanadi. Kislorod miqdori to'yinish darajasiga yaqin qiymatga ega miqdorda uchraydi. Bu zona nitratlanish jarayonlarining tugallanishi bilan tavsiflanadi. Bakteriyalarning umumiy miqdori 1 ml da mingta, yuzta, hatto o'ntagacha kamayib ketadi. Mikroorganizmlarning tur o'zgarishida katta xilma-xillik kuzatiladi. Bu zonada suv o'tlardan diatomik (*Cymbella cesadi*) va yashil mikroorganizmlardan (*Ulotrix zonata*, *Drapar holidi*), kolovratkalardan — *Kelicottia longispina* butoqli mo'yovlilar, eshkak oyoqlilar (*Eudiaptomus gracilis*), qisqichbaqalar uchraydi. Balchiqlarda padenok (cho'kib qolganlar) lichinkalari, molluskalar ishtirok etadi.

Umuman polisaprob zonadan oligosaprob zonaga o'tishda mikroblarning xillari ko'payib, miqdor kamayadi.

XII. 5. Suv havzalarining o'z-o'zicha tozalanishi

Suv havzalariga iflosliklar tushishi sababli unda tabiiy muvozanat buzila boradi. Suv havzasining ana shu kiritilgan iflosliklarga qarshi turishi, ulardan qutulishga intilishlari o'z-o'zicha tozalanish jarayonining mohiyatini tashkil etadi. Havzaning o'z-o'zicha tozalanishi fizik, fizik-kimyoviy va biokimyoviy hodisalardan iborat.

Oqova suv xuddi sharshara kabi havzaga tushib aralashish vaqtida sodir bo'ladigan gidrodinamik jarayonlar suvning o'z-o'zicha tozalanishida eng muhim ahamiyatga ega, chunki bu jarayon oqibatida iflos moddalar konsentratsiyasi kamayadi. Suvning o'z-o'zicha tozalanish omillari jumlasiga oqova suvdagi erimaydigan qo'shimcha moddalarning cho'kishini ham kiritish

mumkin. Cho'kish vaqtida sodir bo'ladigan fizikaviy hodisalar gidrobiontlar (filtratorlar va sedimentatorlar)ning hayot kechirish amaliyoti bilan yaqin bog'lanishga ega. Ular suvdan juda katta miqdorda muallaq moddalarni ajratib oladi va ularni iflosliklar guvalachasi shaklida cho'ktirib, suvdan uzluksiz ravishda chiqarib yuboradi. Bu jarayonda yana molluskalar yordamida hosil bo'ladigan soxta chuvalchaglarning bunyodga kelishi ham katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, gidrobiontlar cho'kish jarayonlarini tezlatish oqibatida suvni qo'shimcha moddalardan tozalashga va iflos moddalarning suv o'zani tubiga yig'ilishiga katta yordam beradi.

Suv havzalarida sof neytrallanish, gidroliz va oksidlanish reaksiyalari sodir bo'ladi. Masalan, suvni o'z-o'ziga Fe, Al, Mg ionlardan tozalanishida shu metallar gidroksidlarining cho'kishi ustuvor jarayon deb qaralishi mumkin.

Suvning og'ir metallar ionlaridan o'z-o'zicha tozalanishi bir qator jarayonlar evaziga sodir bo'ladi; bu jarayonlarda biz yuqorida aytib o'tgan metallarning gidroksidlari bilan birgalikda cho'kishi, ionlarning organik kolloidlar tomonidan yutilishi hodisasi, metall ionlarining gumin kislotalar bilan murakkab komplekslar hosil qilishi kabi hodisalar sodir bo'ladi. Suvni og'ir metallardan tozalashda sodir bo'ladigan jarayonlardan har birining zimmasiga tushadigan vazifa muhitdagi pH ga, og'ir metallning suv havzasidagi konsentratsiyasiga, havzadagi oksidlanish-qaytarilish jarayoniga bog'liq. Havzadagi suv og'ir metallardan tozalanganda, suv tagidagi zaminga cho'kindi moddalar yig'ila boradi. Havza zaminidagi oksidlanish-qaytarilish sharoiti o'zgartirilganda zaminga (cho'kindi sifatida) o'tgan og'ir metallar ionlarining qaytadan suv qavatiga o'tishi, ya'ni suv ikkinchi marta ifloslanishi mumkin.

Organik moddalardan iborat iflosliklarning minerallanishi, asosan, turli gidrobiontlar ishtirokida sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlar oqibatida amalga oshadi. Biokimyoviy jarayonlar havzadagi suv qatlamida va havza zaminidagi cho'kindilarda sodir bo'ladi. Suvda erigan organik moddalarning oksidlanishida muhim rol ni bakteriyalar bajaradi. Havzaga organik iflos modda tushganida saprofit bakteriyalar havzada nihoyatda tez rivojlanadi. Bu vaqtda havzadagi bakterial nufus turlarining tarkibi havzaga tushgan iflos

moddalar tabiatiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Natijada suvga tushgan iflosliklardan foydalana oladigan bakteriyalar turi rivoj topadi.

Ozuqa moddalarning zaxirasi asta-sekin kamaygan sari havza-dagi bakteriyalarning umumiy soni kamaya boradi. Bakteriyalar sonining kamayishi zooplankton vakillari (sodda hujayralar, kolovratkalar, qisqichbaqasimonlar) tufayli amalga oshadi; ular bakteriyalarni tanovul qilib, suvdagi kolloid zarrachalarni hamda mayda muallaq moddalarni va ular bilan birga bakteriyalarni suvdan yo'qotib yuboradi.

Havzaga tushgan va havza ichidagi fito hamda zooplanktonlar hosil qilgan organik moddalar havza zaminiga qisman cho'kadi. Havza zaminida minerallanish jarayonlari xuddi suv qavatidagi kabi, intensiv ravishda sodir bo'ladi. Bu jarayonlarda bakteriyalar, qurtlar, molluskalar, sodda hujayralar, hasharotlarning lichinkalari ishtirok etadi.

Agar suv havzalarida makrofitlar mavjud bo'lsa, minerallanish jarayoni sezilarli darajada kuchayadi. Suv o'simliklarining barg va shoxlarida, organik moddalarning oksidlanishida ishtirok etadigan perifiton organizmlar rivojlanadi. Makrofitlar butalarida mineralizatorlar mavjud. Makrofitlar esa organik moddalarning aerob biokimyoviy yemirilishiga yordam beradi, ular suvga deyarli katta miqdorda kislorod kiritadi (bu kislorod organik moddalarning aerob yemirilishiga yordam beradi). Bundan tashqari, makrofitlar ishtirokida ko'p xil bakteriyalarning, chunonchi, neftni oksidlovchi bakteriyalarning ish unumi ko'payadi. Bu hodisa quyidagicha izohlanadi: metabolitlar bakteriyalarda almashinish jarayonlariga yordam beradi.

Suvning o'z-o'zicha tozalanish jarayonlarida turli gidrobiontlar xizmati natijasida hosil bo'lgan biosenoz komplekslar xizmat qiladi. Ularning ko'pchiligi havzalarning bakterial (jumladan, patogen mikroblarning) iflosliklaridan qutilishida bevosita ishtirok etadi. Gidrobiontlarning antibakterial ta'sirining mexanizmi deyarli xilma-xil. Ularning ba'zi turlari bakteriyalar bilan oziqlanadi, ikkinchidan hujayralarni yalaydi, uchinchilari esa muhitga bakteritsid moddalar chiqaradi. Bakterial joylashuv va boshqa gidrobiontlar orasida o'zaro aloqalar bog'lanadi. Ular orasida oziqlanish munosabatidan tashqari metabioz va antagonizm hodisalari vujudga keladi.

Suv o'simliklari bilan bakteriyalar orasidagi antagonistik munosabatlar bir necha sabablarga bog'liq. Bularidan biri — azotli ozuqani egallashga bo'lgan raqobat. Ikkinchisi suvo'tlar fotosintez jarayoni ta'sirida muhitni ishqoriy holatga o'tkazib, pH ni 9 ga teng qilishidan iborat bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ko'pchilik suv o'simliklari (masalan, chlorella va Scenedesmus) muhitga bakteritsid moddalar (metabolitlar) chiqarib turadi (bu moddalar bakteriyalarni halok qilishga qobil). Aniqlanishiga ko'ra, yashil suv o'simliklarining bakteritsid ta'siri Koli guruhdagi bakteriyalarga ham yoyiladi, ichak kasalliklarini vujudga keltiradigan bakteriyalarni ham chetda qoldirmaydi. Patogen bakteriyalarni yo'qotishda bakteriofaglar ham ishtirok etadi.

Kasallik tarqatuvchi mikronufusga boy havzalarda mikroblar, gidrobiontlar kam miqdorda bo'lgan havzalardagiga qaraganda tezroq halokatga uchraydi. Bu hodisaning sababi shundaki, bakteriyalar bilan boshqa tur mikroorganizmlar orasida antagonistik munosabatlar yuzaga keladi.

Qish faslida havza suvlarida bakteriyalar ta'sirida sodir bo'ladi-gan o'z-o'zicha tozalanish jarayoni sust amalga oshadi. Shu sababli ham suvdagi patogen mikroflora suvda uzoq vaqt saqlanib turadi, chunki suvning o'z-o'zicha tozalanishini tezlatuvchi biologik omillar past haroratda sekin ta'sir ko'rsatadi.

Havza suvlarining o'z-o'zicha tozalanishida gidrobiontlarning biokimyoviy amaliyoti hal qiluvchi jarayonlarning eng muhimini tashkil etadi. Lekin gidrobiontlar tarkibida shunday organizmlar ham borki, ularning keng ko'lamda rivojlanishi deyarli katta zarar keltiradi. Masalan, sianobakteriyalarning ba'zi turlari rivojlanganida qoramol qirg'inga uchraydi, odamlar orasida esa zaharlanish holatlari sodir bo'ladi.

Savol va topshiriqlar:

1. *Suv qanday usulda zararsizlantiriladi?*
2. *Xlorlash deb nimaga aytiladi?*
3. *Suv qaysi usulda ozonlantiradi?*
4. *Vakterisid nurlanish nima?*

ILOVA

1- jadval

Ayrim elementlarning atom og'irligi (uglerod shkalasi bo'yicha)

Elementning nomi	Belgisi (simvoli)	Atom og'irligi	Elementning nomi	Belgisi (simvoli)	Atom og'irligi
Azot	N	14,0067	Mishyak	As	74,9216
Aluminiy	Al	26,9815	Natriy	Na	22,9898
Bariy	Ba	137,84	Nikel	Ni	58,71
Bor	B	10,811	Qalay	Sn	118,69
Brom	Br	79,909	Palladiy	PI	108,4
Vanadiy	V	50,942	Platina	Pt	195,09
Vismut	Bi	208,980	Radiy	Ra	226,05
Vodorod	H	1,00797	Simob	Hg	200,59
Volfram	W	183,85	Qo'rg'oshin	Pb	207,19
Temir	Fe	55,846	Selen	Se	78,96
Oltin	Au	196,967	Oltinugurt	S	32,064
Yod	J	126,9044	Kumush	Ag	107,870
Kadmiy	C	112,40	Stronsiy	Sr	87,62
Kaliy	K	39,102	Surmya	Sd	121,75
Kalsiy	Ca	40,08	Titan	Ti	47,90
Kislorod	O	15,9994	Uglerod	C	12,0115
Kobalt	Co	58,9332	Uran	U	238,03
Kremniy	Si	28,086	Fosfor	P	30,9738
Litiy	Li	6,939	Ftor	F	18,9984
Magniy	Mg	24,312	Xlor	Cl	35,453
Marganes	Mn	54,9380	Xrom	Cr	51,996
Mis	Cu	63,54	Seziy	Cz	132,905
Molibden	Mo	95,94	Rux	Zn	65,37

**Ayrim kislotalar va ishqor eritmalarining konsentratsiyasi
va 15° dagi zichligi (g/sm³)**

Konsentrat- siya og'irlik protsentlarda	H ₂ SO ₄	NIIO ₃	HCl	KOH	NaOH	NH ₄ OH
1	2	3	4	5	6	7
2	1,013	1,011	1,009	1,016	1,023	0,992
4	1,027	1,022	1,019	1,033	1,046	0,983
6	1,040	1,033	1,029	1,48	1,069	0,973
8	1,055	1,044	1,039	1,065	1,092	0,960
10	1,069	1,054	1,049	1,082	1,115	0,967
12	1,083	1,068	1,059	1,100	1,137	0,953
14	1,098	1,080	1,069	1,118	1,159	0,946
16	1,112	1,093	1,079	1,137	1,181	0,939
18	1,127	1,106	1,089	1,156	1,203	0,932
20	1,143	1,119	1,100	1,176	1,225	0,926
22	1,158	1,132	1,110	1,196	1,247	0,919
24	1,174	1,140	1,121	1,217	1,268	0,913
26	1,190	1,158	1,132	1,240	1,289	0,908
28	1,205	1,171	1,142	1,263	1,310	0,903
30	1,224	1,184	1,152	1,286	1,332	0,898
32	1,238	1,198	1,163	1,310	1,352	0,893
34	1,255	1,211	1,173	1,334	1,374	0,889
36	1,273	1,225	1,183	1,358	1,395	0,884
38	1,290	1,238	1,194	1,384	1,416	—
40	1,307	1,251	—	1,411	1,437	—

40	1,307	1,251	—	1,411	1,437	—
42	1,324	1,264	304	1,437	1,458	—
36	1,273	1,225	1,183	1,358	1,395	0,884
38	1,290	1,238	1,194	1,384	1,416	—
40	1,307	1,251	—	1,411	1,437	—
42	1,324	1,264	304	1,437	1,458	—
44	1,342	1,277	—	1,460	1,478	—
46	1,361	1,290	—	1,485	1,499	—
48	1,380	1,303	—	1,511	1,519	—
50	1,399	1,316	—	1,538	1,540	—
52	1,419	1,328	—	1,564	1,560	—
54	1,439	1,340	—	1,590	1,580	—
56	1,460	1,351	—	1,616	1,601	—
58	1,482	1,362	—	—	1,622	—
60	1,503	1,372	—	—	1,643	—
62	1,525	1,384	—	—	—	—
64	1,547	1,394	—	—	—	—
66	1,571	1,403	—	—	—	—
68	1,594	1,412	—	—	—	—
70	1,611	1,421	—	—	—	—
72	1,640	1,429	—	—	—	—
74	1,664	1,437	—	—	—	—
76	1,697	1,447	—	—	—	—
78	1,710	1,453	-	-	-	-
80	1,732	1,460	-	-	-	-

82	1,755	1,467	-	-	-	-
84	1,776	1,474	—	—	—	—
86	1,793	1,480	—	—	—	—
88	1,808	1,486	—	—	—	—
90	1,819	1,491	—	—	—	—
92	1,830	1,496	-	-	-	-
94	1,837	1,500	-	-	-	-
96	1,840	1,504	—	—	—	—
98	1,841	1,510	-	-	-	-
100	1,8305	1,522	-	-	-	-

3- jadval

Ayrim kislotalar va asoslarning (suvli eritmalarida) dissotsilanish darajasi va dissotsilanish konstantalari

Elektrolit	Formulasi	0,1 n. eritmada dissotsilanish darajasi, %	Dissotsilanish konstantasi (1-bosqich- K_1 , 2-bosqich- K_2)
Nitrat kislota	HNO_3	—	$K=4 \cdot 10^{-4}$
Oksalat kislota	$\text{H}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	31	$K_1=6,5 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6,1 \cdot 10^{-5}$
Fosfat kislota	H_3PO_4	26	$K_1=7,5 \cdot 10^{-3}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_3=4,8 \cdot 10^{-13}$
Sulfat kislota	H_2SO_4	20	$K_1=1,7 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6 \cdot 10^{-5}$
Sirka kislota	CH_3OOH	1,3	$K=1,8 \cdot 10^{-5}$
Karbonat kislota	H_2CO_3	0,17	$K_1=3,7 \cdot 10^{-7}$
Sulfid kislota	H_2S	0,07	$K_1=1,2 \cdot 10^{-7}$ $K_2=1 \cdot 10^{-15}$
Ammoniy gidroksid	NH_4OH	1,3	$K=1,8 \cdot 10^{-5}$

**Kam eruvchan moddalarining eruvchanligi va eruvchanlik
ko'paytmasi (18—25° da)**

Elektrolit formulasi	Eruvchanlik, mol/l	Eruvchanlik ko'paytmasi	Elektrolit formulasi	Eruvchanlik, mol/l	Eruvchanlik ko'paytmasi
AgBr	$7,94 \cdot 10^{-13}$	$6,3 \cdot 10^{-13}$	HgS	$6,31 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-53}$
AgCl	$1,25 \cdot 10^{-10}$	$1,56 \cdot 10^{-10}$	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	$1,95 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
AgJ	$1,23 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-16}$	MgNH_4PO_4	$6,30 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-13}$
Ag_2CrO_4	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$4,05 \cdot 10^{-12}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1,11 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-12}$
BaCO_3	$9,00 \cdot 10^{-5}$	$8,10 \cdot 10^{-9}$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$2,16 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-14}$
BaSO_4	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCl_2	$1,62 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
BaCrO_4	$1,50 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	MnS	$2,37 \cdot 10^{-8}$	$5,6 \cdot 10^{-16}$
CaCO_3	$6,90 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-19}$	PbCl_2	$1,29 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-9}$
CaC_2O_4	$5,07 \cdot 10^{-5}$	$2,57 \cdot 10^{-9}$	PbJ	$3,32 \cdot 10^{-15}$	$1,1 \cdot 10^{-29}$
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$7,44 \cdot 10^{-6}$	$1,65 \cdot 10^{-15}$	PbS_4	$1,34 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$1,94 \cdot 10^{-10}$	$3,8 \cdot 10^{-38}$	PbSO_4	$4,64 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-16}$
HgCl ₂	$6,55 \cdot 10^{-18}$	$1,1 \cdot 10^{-18}$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$		

**Ayrim oksidlanish-qaytarilish juftlari uchun normal
oksidlanish-qaytarilish potentsiallarining qiymati, E_0**

Oksidlangan shakli	Qaytarilgan shakli	Reaksiya tenglamasi	E_0
MnO_4^-	Mn^{2+}	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,52
Cl ₂	Cl ⁻	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$	1,36
CrO_7^{2-}	Cr^{3+}	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,36
Fe^{3+}	Fe^{2+}	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	0,77
J_2	J^-	$\text{J}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{J}^-$	0,54
Cu^{2+}	Cu^+	$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- = \text{Cu}^+$	0,17
Sn^{4+}	Sn^{2+}	$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- = \text{Sn}^{2+}$	0,15
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	0,1
H^+	H_2	$2\text{H}^+ - 2\text{e}^- = \text{H}_2$	0
S	S^{2-}	$\text{S} + 2\text{e}^- = \text{S}^{2-}$	-0,51
K ⁺	K	$\text{K} + \text{e}^- = \text{K}$	-2,92

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Glinka N.G. va G.P. Xomchenko*. "Umumiy ximiya". — T.: O'qituvchi", 1988.
2. *Василкова З. Г.* "Основы санитарий гелминталогии". — М., 1950.
3. *Возная Н. Ф.* "Характеристика физико-химических явлений при метаномол распаде осадка сточных вод". Научн. тр. LISN 1957, вып. 25.
4. *Воронцов А.И., Харитонов И.З.* "Охрана природы". — М., 1975 г.
5. *Габович Р.Д.* "Фтор и его гигиеническое значение". — М., 1967.
6. *Драго Р.* Физическое методы в неорганической химии. — М., 1967.
7. *Дзюманский А. В.* "Учение о коллоидах". — М., 1948 г.
8. *Ларе Е. Ю., Рибникова А.И.* "Химический анализ производственных сточных вод". — М., 1974.
9. *Малсер Л.З. Смирнова И. Е. и др.* "Очистка сточных вод при помощи кристаллогидратной технологий". — Водоснабжение и санитарная техника. 1973.
10. *Рауе Е.* "Химическая микробиология". — М., 1971.
11. *Раговская С. И.* "Биохимический метод очистки производственных вод". — М., 1967.
12. *Роговская С.И., Костина И.М.* "Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биологической очистки промышленных сточных вод". 1970.
13. *Фробишчер М.* "Основы микробиологии". — М., 1965.
14. *Флиппович Ю.В.* "Основы биохимии". — М., 1969.
15. *Чурбанова И.И., Корюхина Т.А.* "Химия воды и микробиология". — М., 1974.
16. *Шалишова Е.* "Применение озона для очистки воды". — М., 1960.
17. *Жульский И.А.* "Химия и технология воды". — Киев, 1960.
18. *Классен В.И.* "Вода и магнит". — М., 1973.
19. *Мишутин Н.П.* "Микробиология". — М., 1989.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
-------------	---

I. BOB. UMUMIY KIMYO

I.1. Atom-molekular ta'limot.....	5
I.2. Kimyoviy elementlar.....	6
I.3. Kimyoviy belgilar, formula va tenglamalar.....	7
I.4. Nisbiy molekular massa. Moddaning tabiiy izotoplari tarkibidagi molekulasi.....	9
I.5. D.I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasi.....	10
I.6. Kimyoviy bog'lanish. Valentlik.....	12
I.7. Oksidlar.....	12
I.8. Kislotalar.....	14
I.9. Asoslar.....	16
I.10. Tuzlar.....	18
I.11. Ion almashinish reaksiyalari.....	20
I.12. Galogenlar.....	21
I.13. Metallmaslarning umumiy xossalari.....	23
I.14. Xlor.....	23
I.15. Vodorod xlorid va xlorid kislota.....	25
I.16. Xlorid kislota. Uning xossalari va ishlatilishi.....	26
I.17. Kislorod guruhchasi.....	27
I.18. Oltingugurt va uning xossalari.....	29
I.19. Vodorod sulfid va sulfatlar.....	30
I.20. Oltingugurt (IV) oksid. Sulfat kislota.....	32
I.21. Sulfat kislota xossalari.....	34
I.22. Azot.....	35
I.23. Ammiak.....	36
I.24. Ammoniy tuzlari.....	38
I.25. Fosfor.....	39
I.26. Uglerod va uning xossalari.....	43
I.27. Kremniy va uning xossalari.....	47
I.28. Metallarning umumiy xossalari.....	50
I.29. Natriy va kaliy.....	53
I.30. Kalsiy.....	56

I.31 . Aluminiiy.....	59
I.32 . Temir.....	62

II BOB. SUV KIMYOSI NAZARIY ASOSLARI

I■ Bo‘lim. Suv va eritmalarining fizik-kimyoviy xossalari

II.1. Suvning fizik-kimyoviy konstantalari.....	66
II.2. Komponent, faza, sistemalar haqida tushuncha. Suvning hola t diagrammasi.....	69

Eritmalar

II.3. Moddalarning suvda eruvchanligi.....	72
II.4. Suvning elektrolitik dissotsilanishi.....	75
II.5. Vodorod ko‘rsatkich.....	76
II.6. Elektrolitlar.....	77
II.7. Bufer eritmalar va ularning xossalari.....	78
II.8. Tuzlarning gidrolizi.....	82
II.9. Eritmadagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	84

III BOB. DISPERS SISTEMALAR. KOLLOIDLAR

III. 1. Dispers sistema turlari.....	86
III.2. Fazalar bo‘limi.....	87
III.3. Kolloid eritmalar.....	88
III.4. Kolloid eritmalarining optik va molekular-kinetik xossalari.....	89

IV BOB. MIKROBIOLOGIYA ASOSLARI

IV.1. Mikroorganizmlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar.....	92
IV.2. Tabiatda mikroorganizmlarning tarqalishi	93
IV.3. Mikroorganizmlar bilan ishlash usullari.....	95

V BOB. MIKROORGANIZMLARNING AYRIM GURUHLARIGA MORFOLOGIK TAVSIF BERISHI

V.1. Oliy protistlar eukariotik hujayralarning tuzilishi.....	98
V.2. Eng oddiy protistlar.....	111
V.3. Tabiiy va oqar suvlarning boshqa organizmlari.....	137

VI BOB. MIKROORGANIZMLAR FIZIOLOGIYASI

VI. 1. Fermentlar.....	142
VI.2. Mikroorganizmlar hujayralaridagi almashinuv jarayonlari.....	148
VI.3. Mikroorganizmlar va atrof-muhit.....	163

VII BOB. TABIIY VA OQOVA SUVLARNING TARKIBI

Tabiiy va oqar suvlarning sifat ko'rsatkichlari

VII.1. Tabiatda suvning aylanishi.....	168
VII.2. Suvni tekshirish haqida tushuncha.....	172
VII.3. Suv tarkibining fizik va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari	172
VII.4. Suv tarkibining kimyoviy va biokimyoviy ko'rsatkichlari.....	176
VII.5. Biologik ifloslantiruvchilar va tabiiy hamda oqova suvlar sifatining sanitariya-bakteriologiya ko'rsatkichlari.....	210

VIII BOB. SUV SIFATIGA BAHO BERISH

VIII.1. Tabiiy va ichimlik suvlar.....	215
--	-----

IX BOB. MATERIALGA SUVNING TA'SIRI

IX. 1. Suvli muhitda materialning korroziyasi.....	234
IX.2. Elektrokimyoviy korroziya to'g'risida umumiy tushuncha.....	234
IX. 3. Korroziya jarayoni tezligiga ta'sir etuvchi omillar.....	238
IX.4. Metallar korroziyasida mikroorganizmlarning roli.....	240
IX.5. Metall quvurlari va konstruksiyalarni korroziyadan saqlash.....	243
IX. 6. Suv ta'sirida beton va temir-betonning yemirilishi.....	245
IX.7. Suv ta'sirida beton va temir-betonning yemirilish sabablari.....	245
IX.8. Metall quvur va metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilish	248
IX.9. Dengiz suvining betonga ta'sir etishida o'ziga xoslik	251
IX.10. Beton va temir-beton qurilmalarini yemirilishdan himoya qilish	252
IX.11. Quvur o'tkazgich (quvur) va inshootlarda cho'kmalar hamda biologik o'simtalarning hosil bo'lishi	253
IX. 12. Quvurlardagi cho'kmalar, ularning kelib chiqish sabablari va ularga qarshi kurashish.....	253

IX . 13. Sanoat korxonalarini aylanma tarzida suv bilan ta'minlash sistemasida biologik o'simtalarning rivojlanishi va unga qarshi kurashish yo'llari.....	255
--	-----

X BOB. TABIIY VA OQOVA SUVLARNI TOZALASH

X.1. Fizik va kimyoviy jarayonlar	258
X.2. Koagulatsiya va flokulatsiya.....	258
X.3. Tindirish.....	263
X.4. Flotatsiya.....	267
X.5. Filtrlash.....	268
X.6. Membran separatsiya.....	272
X.7. Sorbsiya va kataliz.....	274
X.8. Ionlar almashinuvi.....	278

XI BOB. SUVNI KIMYOVIY USULDA TOZALASH

XI. 1. Neytrallash.....	280
XI. 2. Cho'ktirish.....	281
XI. 3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	284

Biologik jarayoni

XI. 4. Aerob jarayonlar.....	286
XI. 5. Anaerob jarayonlar.....	290

XII BOB. SUVNI ZARARSIZLANTIRISH

XII.1. Xlorlash.....	296
XII.2. Ozonlash.....	300
XII.3. Bakteritsid nurlatish.....	301
XII.4. Suv havzalaridagi ilosliklarning tabiati va manbalari.....	303
XII.5. Suv havzalarining o'z-o'zicha tozalanishi.....	306
Ilova	310
Foydalanilgan adabiyotlar	315

O'quv nashri

Mashkura XODJITDINOVA
Abdumalik RIZAYEV

SUV KIMYOSI VA MIKROBIOLOGIYA

Muharrir *X. Po'latxo'jayev*
Rasmlar muharriri *Sh. Xo'jayev*
Kompyuterda sahifalovchi *K. Hamidullayeva*
Musahhih *B. Tuyogov*

Bosishga 2.09.2010 yilda ruxsat etildi. Bichimi 60/84_{1/16}.
Hajmi 19,75 b. t. Adadi 500 nusxa. Buyurtma № 50.

“YANGI NASHR” nashriyoti.

“MEDIANASHR” MCHJ bosmaxonasida bosildi.
Toshkent shahri. Chilonzor ko'chasi, 1-uy .