

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA  
O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**S.TUROBJONOV, T.TURSUNOV,  
X.PULATOV**

# **OQOVA SUVLARNI TOZALASH TEXNOLOGIYASI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik sifatida  
tavsiya etilgan*

**«MUSIQA» NASHRIYOTI  
TOSHKENT — 2010**

38.761.2

T44

**Turobjonov, Sadriddin Maxamaddinovich.**

Oqova suvlarni tozalash texnologiyasi : texnika oliy o'quv yurtlari uchun darslik / S. M. Turobjonov, T. Tursunov, X. Pulatov ; O'zR oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. -T.: Musiqa, 2010. - 256 b.

I. Tursunov, T. II. Pulatov, X.

ББК 38.761.2я73

Darslik «Atrof-muhit muhofazasi» bakalavriatura yo'nalishi o'quv dasturi asosida tayyorlangan. Unda oqova suvlarning hosil bo'lishi, ularning sinflarga bo'linishi, tozalashning mexanik, kimyoviy, biokimyoviy, shuningdek, termik usullari yoritilgan.

Darslik asosan texnika oliy o'quv yurtlarining ekologiya fanini o'qiydigan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lsa-da, undan magistrantlar, aspirantlar, tadqiqotchilar va shu sohaga qiziqqan barcha kitobxonlar foydalanishlari mumkin.

#### **Taqrizchilar:**

**A.A. Agzamxodjayev** — O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti «Kolloid kimyo» laboratoriyasi mudiri, kimyo fanlari doktori, professor, MANYEB akademigi.

**R.S. Sayfutdinov** — Toshkent kimyo-texnologiya instituti «Yoqilg'i ishlab chiqarish va organik birikmalar texnologiyasi» fakulteti dekani, texnika fanlari doktori, professor.

ISBN 978-9943-307-53-7

© «Musiqa» nashriyot, 2010  
© S.Turobjonov, T.Tursunov,  
X.Pulatov, 2010

---

---

## SO‘ZBOSHI

Atrof-muhitni antropogen ta’sirlardan himoya qilishga bugungi kunda dunyo miqyosida katta e’tibor berilmoqda. Sanoatning, shu jumladan, kimyo sanoatining jadal rivojlanishi, xomashyo qazib olishning ko‘payishi, transportdan foydalanishning oshib borishi atrof-muhitga juda ko‘plab chiqindilar tashlanishiga sabab bo‘lmoqda.

Atrof-muhit (suv, havo, tuproq)ning ifloslanishi biosferaning normal hayot faoliyatining buzilishiga, iqlim o‘zgarishiga, o‘simlik va hayvonot turlarining yo‘q bo‘lib ketishiga, aholi salomatligining yomonlashishiga olib kelmoqda.

Mamlakatimizda va chet davlatlarda atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish va oldini olish maqsadida tegishli qonunlar ishlab chiqilmoqda, turli texnologik, sanitar-texnik, texnik, tashkiliy va boshqa chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Sanoatning rivojlanishi, qishloq xo‘jaligining sanoat asosiga o‘tkazilishi, shaharlarning o‘sishi, odamlarning ko‘payishi suv iste’molining ortishiga olib kelmoqda. Bugungi kunda sanoat korxonalarida tarkibi turlicha bo‘lgan oqova suvlar hosil bo‘lmoqda. Tabiiyki ularni tozalash uchun zamonaviy tozalash inshootlari va texnologiyalarini yaratish hamda joriy etish hozirgi kunning muhim masalalaridan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, sanoat korxonalarida suvning yopiq zanjirli tizimini hosil qilish hisobiga toza suv iste’molini kamaytirish ham asosiy muammolardan biridir. Buning uchun shu sohada ishlovchi mutaxassislarda yetarlicha bilim, ko‘nikma va malakalar bo‘lishi talab etiladi.

«Oqova suvlarni tozalash texnologiyasi» darsligi bo‘ljak mutaxassislarda oqova suvlarni tozalashning zamonaviy usullari, jihozlari va texnologiyalari, korxonalarda suvning yopiq zanjir tizimini yaratish borasidagi bilimlarini shakllantirish, rivojlantirish,

kelajakda mamlakatimizda bunday ekologik muammolarni hal qiluvchi mutaxassislar tayyorlash maqsadida yaratildi.

Darslik 7 bobdan iborat bo'lib, unda oqova suvlarning hosil bo'lishi, sinflarga bo'linishi, tozalash usullari: mexanik usullar — suzish, tiniqlashtirish, tindirish, filtrlash, sentrifugalash va fizik-kimyoviy usullar — flotatsiya, koagullash, flokullash, adsorbsiya, ion almashinish, ekstraklash, teskari osmos va ultrafiltrlash, desorblash, dezodoratsiya va degazatsiya; elektrkimyoviy usullar — elektrokoagullash, anodli oksidlash va katodli qaytarish, elektr-flotatsiya, elektrdializ; kimyoviy usullar — neytrallash, oksidlanish va qaytarilish, biokimyoviy usullar — aerob va anaerob sharoitlarda tozalash, shuningdek, termik usullar to'liq yoritilgan.

Talabalarning bilim va ko'nikmalarini mustahkamlash maqsadida darslikda har bir bobdan keyin savol va topshiriqlar berilgan.

Darslik qo'lyozmasini ko'rib chiqib, uni yanada yaxshilash borasida o'z fikr-mulohazalarini bildirgan olimlarimizga o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz. Darslik nashri haqidagi taklif va mulohazalaringizni bajonidil qabul qilamiz va darslikning kelgusi nashrlarida foydalanamiz, degan umiddamiz.

*Mualliflar*

---

---

## KIRISH

### **Atrof-muhitni muhofaza qilishdagi eng dolzarb muammolar**

Ekologik, biologik xavfsizlik muammosi milliy va mintaqaviy doiradan chiqib, butun insoniyatning umumiy muammosiga aylanganiga yarim asrdan oshdi. Tabiat va inson o'zaro muayyan qonuniyatlar asosida munosabatda bo'larkan, bu qonuniyatlarni buzish o'nlab bo'lmas falokatlarni insoniyat boshiga solishi hozirgi kunda aslo sir bo'lmay qoldi. Dunyoning qaysi burchagiga nazar tashlamang, turli xil ekologik muammolarga duch kelish tabiiy holga aylanib bormoqda. Markaziy Osiyo mintaqasini ham ekologik muammolardan xoli zona deb bo'lmaydi. Prezidentimiz I.A.Karimov global ekologik tahdid va muammolar haqida to'xtalib, «Ekologiya hozirgi zamonning keng miqyosidagi keskin ijtimoiy muammolaridan biridir, uni hal etish barcha xalqlarning manfaatlariga mos bo'lib, sivilizatsiyaning hozirgi kuni va kelajagi ko'p jihatdan ana shu muammoning hal qilinishiga bog'liqdir»<sup>1</sup> deb ta'kidlagan edi.

Haqiqatan ham insonning tabiiy jarayonlardan noto'g'ri foydalanishi natijasida XX asrning o'rtalariga kelib ekologik muammolar juda avj olib ketdi. Tabiatdagi muvozanatning buzilishi oqibatida turli miqyosdagi ekologik muammolar shakllanmoqda. Ularni quyidagi guruhlariga ajratish mumkin:

1. Global ekologik muammolar.
2. Mintaqaviy ekologik muammolar.
3. Mahalliy ekologik muammolar.

Global ekologik muammolar dunyo bo'yicha kuzatiladigan tabiiy, tabiiy antropogen va sof antropogen ta'sirlar natijasida

---

<sup>1</sup> I.A. Karimov. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari. T.: «O'zbekiston», 1997.

yuzaga kelib, umumbashariyatga tegishlidir. Ana shunday ekologik muammolarga quyidagi muammolarni kiritish mumkin.

1. **Biosfera biotasining kambag'allashuvi.** Biota o'z faoliyati uchun zarur bo'lgan energiyaning barchasini Quyoshdan oladi. Jami organik mahsulotning esa 89 %ini mikroorganizmlar, 10 % dan kamrog'ini hasharotlar va mayda hayvonlar, 1% dan kamrog'ini yirik hayvonlar va insonlar o'zlashtiradi. Keyingi 100 yil ichida odamlar tomonidan yo'q qilingan organik mahsulotlar miqdori yuz million yillar davomida tabiat tomonidan hosil qilingan organik moddalar miqdoridan ko'pdir. Biotaning odam tomonidan juda ko'p miqdorda iste'mol qilinishi biomassaning keskin kamayishiga, yerlarning bo'shab qolishiga, bu esa o'z navbatida yovvoyi hayvonlar va o'simliklar turlarining kamayib yoki qirilib ketishiga sababchi bo'lmoqda. Ma'lumotlarga qaraganda ekologik fazoning 50 % yo'qolishi turlarning 10 % ga kamayishiga olib kelar ekan.

Biotaning yo'qolib borishiga yorqin misol o'rmonlarning kesib yo'qotilishidir. Hozirgi kunda dunyo bo'yicha juda katta maydondagi o'rmon kesib yo'qotilgan. Ming afsuski, kesib yo'qotilgan o'rmon hajmi qayta tiklanmayapti.

2. **Atmosferaning ifloslanishi.** Hozirgi kunda kimyoviy usul bilan 5 mingga yaqin modda sintez qilinib, ulardan 80 %ining insonga va atrof-muhitga ta'siri haligacha o'rganilgan emas. Atmosferaga zararli moddalarni asosan metallurgiya va kimyo sanoati korxonalari, energiya ishlab chiqarish korxonalari hamda transport chiqaradi. Bunda atmosferaga asosan inson salomatligi uchun o'ta zararli bo'lgan moddalar: uglerod oksidi (CO), azot oksidlari (NO, NO<sub>2</sub>), oltingugurt qo'sh oksidi (SO<sub>2</sub>), uglevododlar (C<sub>n</sub>H<sub>n</sub>), og'ir va radioaktiv elementlar juda katta miqdorda chiqariladi. Dunyo bo'yicha, bir yilda atmosferaga chiqarib tashlanadigan qattiq chiqindilar (zararli chang, qurum) 150 mln. t. ni, uglerod oksidi 400 mln.t.ni, azot oksidi esa 100 mln. t. ni tashkil etadi. Atmosferani asosiy ifloslantiruvchi soha bu avtomobil transportidir. Bunda yoqiladigan yoqilg'ining 25 % i avtomobil transportiga to'g'ri keladi. Bitta avtomobil «umri» davomida atmosferaga 10 t. CO<sub>2</sub> chiqaradi. Hozirgi kunda yer yuzida 800

mln. ga yaqin avtomobil borligi e'tiborga olinsa, uning atmosferani buzishdagi hissasini aniqlash qiyin emas.

Yuqorida tilga oligan zaharli gazlar ichida eng xavfli oltinugurt qo'sh oksididir. U namlik bilan qo'shib, davlatlar va qit'alarga kislotali yomg'ir yog'diradi, o'rmon va ko'llardagi tirik organizmlarning qirilib ketishiga sababchi bo'ladi. Kislotali yomg'irlar Kanada, Shimoliy Yevropa mamlakatlari va Uralda tez-tez yog'ib turadi.

**3. Iqlimning o'zgarishi.** XX asr boshidan atmosferada issiqlik gazlarning (ayniqsa CO<sub>2</sub>) keskin ko'payishi natijasida Yerning issiqlik balansi buzildi. Shu sababli ham hozirgi kunda Yer sirtida o'rtacha temperatura 1°C ga oshgan, yana 100 yil ichida esa atmosferada CO<sub>2</sub> ning miqdori ikki barobar, o'rtacha harorat esa 3°C ga ko'tarilishi kutilmoqda. Mutaxassislar XXII asrga kelib Yer atmosferasi harorati o'rtacha 5—10°C ga ko'tarilishini aytishmoqda. Bu holat qaytmas bo'lishi mumkin. XX asrda boshlangan iqlimning salbiy o'zgarish jarayoni, agarda keskin chora-tadbirlar ko'rilmasa, insoniyat uchun halokatli bo'lishi mumkin.

**4. Ozon qatlamining siyraklashishi.** Ozonosfera atmosferaning muhim tarkibiy qismi hisoblanib, u iqlimni va yer yuzasidagi barcha tirik organizmlarni nurlanishdan saqlab turadi. Atmosferadagi ozonning eng muhim xususiyati uning doimo hosil bo'lib va parchalanib turishidir. Ozon quyosh nurlari ta'sirida kislorod, azot oksidi va boshqa gazlar ishtirokida hosil bo'ladi. Ozon kuchli ultrabinafsha nurlarni yutib, yer yuzidagi tirik organizmlarni himoya qiladi. Ultrabinafsha nurlanish Dunyo okeani suvlari sirtida joylashgan fitoplanktonlarga hamda madaniy o'simliklarga o'ta salbiy ta'sir etadi. Odamlarda terining kuyishiga sabab bo'ladi. Bugungi kunda teri saratoni bilan kasallanish ushbu nurlar ta'siridan kelib chiqayotganligi aniqlandi. Ozon qatlamini tabiiy tizimlarda deyarli bo'lmaydigan azot oksidi, ayniqsa xlorftoruglerodlar (freonlar) yemiradi. Hozirgi kunda Avstraliya, Antraktida ustida ozon qatlamining teshilishi, boshqa mintaqalar ustida esa ozon qatlami qalinligining kamayishi kuzatilgan.

**5. Qattiq va xavfli chiqindilar.** XX asr oxiriga kelib Yer yuzida yiliga 3,5 mlrd. t. neft, 5,5 mlrd. t. ko'mir, 2,5 mlrd. t. metan, 3 mlrd.

m<sup>3</sup> yog‘och ishlatildi. Chiqindilarning asosiy qismi xomashyo yetkazib beruvchi mamlakatlarda yig‘ilib qoladi. Ko‘p chiqindi chiqaruvchi sohalar (temir, aluminiy eritish) asosan kam rivojlangan mamlakatlarga to‘g‘ri keladi. Chiqindilar orasida eng xavfli radioaktiv moddalar chiqindilaridir. Birinchi atom bombasi portlatilgan vaqtdan hozirgi kungacha 2000 dan ortiq portlashlar o‘tkazildi. Natijada yer yuzida radioaktiv fon 2 % ga oshdi. Buning ustiga AES va atom suv osti kemalari hosil qiladigan radioaktiv chiqindilarni nima qilish kerakligi masalasi hozirgacha asosiy muammolardan biri bo‘lib turibdi. Hozirgi kunda quruqlikda (AQSH, Rossiya, Kanada, Fransiya va boshqa dav.) 10 mln. t radioaktiv moddalar yig‘ilib qolgan bo‘lib, uni insonga zarar yetkazmaydigan uzoq muddatli saqlanadigan holga o‘tkazish masalasi hozircha ijobiy hal etilmagan.

**6. Chuchuk suv muammosi.** Biosferada chuchuk suv barcha suv zaxirasining bor-yo‘g‘i 2 % ini tashkil qilib, uning 99 %i muzliklarga to‘g‘ri keladi. Daryo va ko‘llardagi chuchuk suv zaxirasi 90 ming km<sup>3</sup> ni tashkil qilib, odam tomonidan yiliga uning 4 ming km<sup>3</sup> qismi ishlatiladi. Shundan qishloq xo‘jaligida 70 % i, qolgan 30 % i esa sanoat va maishiy xo‘jalikda qo‘llaniladi. Hisob-kitoblarga qaraganda chuchuk suv zaxirasi insoniyatga yana bir necha o‘n yilga yetadi xolos. Chuchuk suvning og‘ir metallar, fenol, pestitsidlar, neft mahsulotlari, aktiv moddalar bilan zararlanishi yildan yilga kuchayib, hozirgi kunda yiliga 15 mlrd. t. ni tashkil etmoqda.

**7. Cho‘llanish muammosi.** Yer kurrasi quruqligining 40 mln km<sup>2</sup> maydoni qurg‘oqchilik mintaqasi bo‘lib, dunyo aholisining 15% dan ortig‘i ushbu hududda yashaydi. Qishloq xo‘jaligining tezkor rivojlanishi, sug‘oriladigan yerlar va yaylovlardan noto‘g‘ri foydalanish hamda o‘rmonlarning betartib kesilishi natijasida cho‘llanish darajasi yil sayin ortmoqda. Inson tasirida vujudga kelgan cho‘llar 9,1 mln. km<sup>2</sup> ga yetdi. Hozir sayyoramizda yiliga 6 mln. ga yer cho‘lga aylanmoqda.

**8. Dunyo okeanining ifloslanishi.** Dunyo okeanining ifloslanishi jahon ahamiyatiga ega bo‘lgan ekologik muammoga aylanib bo‘ldi. Dengiz va okeanlar asosan neft va neft mahsulotlari, sanoat



va maishiy oqovalar, og'ir metallar, radioaktiv birikmalar va boshqalar bilan ifloslanadi. O'rta dengiz yer yuzidagi eng ifloslangan dengiz hisoblanadi. Okean yuzasining neft bilan qoplanishi «okean-atmosfera» tizimida o'zaro aloqadorlikning buzilishiga va yer yuzida kislorodning asosiy manbalaridan biri bo'lgan yashil o'simliklar — fitoplanktonning nobud bo'lishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida okeandagi biologik mahsuldorlik kamayishiga sabab bo'lmoqda. Dunyo okeanining ifloslanishi nafaqat global ekologik, balki ijtimoiy oqibatlariga ham olib kelishi muqarrardir. Yer yuzida hayot beshigi bo'lgan Dunyo okeanini muhofaza qilish va okean resurslaridan oqilona foydalanishni ta'minlash turli davlatlarning o'zaro hamkorligi natijasida muvaffaqiyatli amalga oshirilishi mumkin.

Yer yuzasining ayrim mintaqalariga xos tabiiy-iqlim, ijtimoiy-ekologik, tabiat bilan inson o'rtasidagi o'zaro aloqalari natijasida yuzaga keladigan ekologik muammolar *mintaqaviy ekologik muammolar* deb ataladi. Mintaqaviy ekologik muammolarga bahe berishning mezoni havo va suvning ifloslanishi, tuproq eroziyasi, yaylovlarning ishdan chiqishi, o'rmonlarda daraxtlarning kesilishi belgilangan miqdordan oshib ketishi va boshqalar hisoblanadi. Markaziy Osiyodagi mintaqaviy ekologik muammolardan eng muhimi Orol va Orolbo'yi ekologik muammosidir. Orol va Orolbo'yidagi ekologik ahvolning keskinlashuvi jahon jamoatchiligini tashvishga solmoqda. Yaqin o'tmishda dunyodagi eng yirik ko'llardan biri hisoblangan Orol tezlik bilan qurib bormoqda. Hozirgi kunga kelib, Orol dengizi sathi 29 metrga pasaydi, akvatoriya maydoni 5,8 baravar kamaydi, suv hajmi 1064 dan 80 km<sup>3</sup> gacha va undan ortiq kamaydi, suv sho'rliigi g'arbiy qismda 110—112 g/l, sharqiy chuqurlikda esa 280 g/l ga yetdi. Dengiz sohildan 120—200 km ga uzoqlashdi.

Orol dengizining qurishiga asosiy sabab Amudaryo va Sirdaryo suvlarining keskin kamayib ketishidir. Sug'oriladigan yerlar maydonining ko'payishi Orol dengizining taqdirini hal qilib qo'ydi. Har yili Orolning qurigan tubidan 75 mln. t. qum, shuningdek, 65 mln. t mayda dispersion chang va tuz ko'tariladi. Bu yaylovlar

mahsuldorligi va ekinlar hosildorligining kamayishiga olib keldi. Orol dengizini asl holiga qaytarish muammosi munozarali hisoblanadi. Ba'zi mutaxassislarining fikriga ko'ra Orol dengizi havzasida 60 ming km<sup>3</sup> dan ortiq yerosti suvlari mavjud. Bu suvlarni katta miqdorda chiqarish Orolbo'yida ichimlik suvi muammosini hal qiladi va hatto dengizni asl holiga qaytarish imkonini ham beradi. Buning uchun 50000 quduq qazilib, yiliga 100 km<sup>3</sup> suv olish zarur. Bu loyihaning zararli oqibatlari ham juda katta bo'lishi mumkin. Yaqin kelajakdagi asosiy va real vazifa Orol dengizining mavjud suv sathini saqlab qolishdir. Buning uchun dengizga har yili kamida 20 km<sup>3</sup> suv yetib borishini ta'minlash kerak.

Orol va Orolbo'yi muammolarini hal qilishda Markaziy Osiyo mamlakatlari hamkorlikda ish olib bormoqdalar. AQSH, Yaponiya, Germaniya, Fransiya va boshqa rivojlangan davlatlar, Birlashgan Millatlar Tashkiloti, Jahon Banki va boshqa turli davlat va nodavlat xalqaro tashkilotlari bu asr muammosini ijobiy hal qilishga o'z hissalarini qo'shmoqdalar.

Mahalliy ekologik muammolar turli korxonalar faoliyati, yerlarni sug'orish, yaylovlardan noto'g'ri foydalanish natijasida vujudga kelsa-da ma'lum hududlar uchun xos bo'lgan xususiyat sanaladi. Bugungi kunda O'zbekistonda mashinasozlik, energetika, kimyo, oziq-ovqat sanoati, transport hamda agrar sohani yanada rivojlantirish ko'zda tutilmoqda. Ishlab chiqaruvchi kuchlarning rivojlanishi respublika ijtimoiy ekologik holatiga muayyan darajada salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Respublikamizda tabiatni muhofaza qilishga oid muammolar quyidagilar:

- yirik hududiy sanoat majmualari joylashgan tumanlarda tabiatni muhofaza qilish;
- Orol va Orolbo'yi zonalarida ichimlik suv resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish;
- aholini toza ichimlik suvi bilan yetarli darajada ta'minlash;
- o'simlik va hayvonot dunyosini muhofaza qilish va qayta tiklash;

- tuproqning shoʻrlanishi va eroziyasining oldini olish;
- qattiq chiqindilar, shu jumladan, zaharli sanoat chiqindilarining toʻplanishni oldini olish va boshqalar.

Shu sababli ham ekologik muammolarni hal qilish maqsadida davlatimiz tomonidan atrof-muhitni muhofaza qilish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish boʻyicha dastur ishlab chiqilgan. Bu dasturda aholi salomatligi uchun xavfli boʻlgan moddalarni atmosfera havosiga va suv havzalariga iloji boricha chiqarmaslik, respublikada ekologik ahvolni tubdan yaxshilash, ishlab chiqarishda kam chiqindili va chiqindisiz texnologiyaga oʻtish, tabiiy resurslarni tejamkorlik bilan ishlatish chora-tadbirlarini ishlab chiqish kabi masalalar oʻz aksini topgan.

## SUVNING ISHLAB CHIQRISHDA QO‘LLANILISHI

### 1.1. Suvning xossalari va ishlatilishiga ko‘ra sinflarga bo‘linishi

Suv tabiatda sodir bo‘ladigan asosiy jarayonlarda, shuningdek, inson hayotida muhim ahamiyat kasb etadi. Sanoatda suv xomashyo va energiya manbayi, sovituvchi yoki isituvchi, erituvchi, ekstragent, xomashyo va materiallarni tashuvchi vosita sifatida va boshqa qator ehtiyojlar uchun ishlatiladi.

**Suv resurslari.** Sayyoramizda tabiiy suvning umumiy hajmi 1386 mln. km<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Ko‘rsatilgan hajmning 97,5 % dan ko‘prog‘ini dengiz, okean va ko‘l suvlari tashkil etadi. Dunyo bo‘yicha chuchuk suvga bo‘lgan ehtiyoj yiliga 3900 mlrd. m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Shu ko‘rsatkichning taxminan yarmi ishlatilib qaytarilmaydi, qolgan yarmisi esa oqova suvlarga aylanadi.

**Tabiiy suv** bu hech qanday antropogen ta‘sir ishtirokisiz tabiiy jarayonlar natijasida sifat va miqdoriy jihatdan shakllangan suvdur. Suvlar minerallashish darajasiga qarab (g/l da) chuchuk (tuzlarning umumiy miqdori < 1), sho‘rroq (1...10), sho‘r (10...50) va namakob (>50) ga ajratiladi. O‘z navbatida chuchuk suvlar kam mineral aralashmali (200 mg/l gacha), o‘rtacha minerallashgan (200—500 mg/l) va yuqori minerallashgan suvlarga bo‘linadi. Tarkibidagi anionlar miqdori bo‘yicha suvlar *gidrokarbonatli, sulfatli va xloridli* bo‘ladi.

Tabiiy suvlarning qattiqligi, ularning tarkibida kalsiy va magniy tuzlar borligi bilan belgilanadi. Suvlar tarkibidagi Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> ionlarining konsentratsiyasini mg-ekv/l larda ifodalanadi. Suvning qattiqligi umumiy, karbonat va nokarbonat turlarga ajratiladi. Umumiy qattqlik karbonat va nokarbonat qattqliklarning yig‘indisidan iborat. Karbonat qattqlik — suvda kalsiy va magniy bikarbonatlarining mavjudligi bilan bog‘liq. Karbonatsiz qattqlik esa kalsiy va magniy sulfatlari, xloridlari va nitratlari miqdoriga bog‘liq.

O'zDST 950:2000 bo'yicha «Ichimlik suvi, gigiyenik talablar va sifatni nazorat qilish» talabiga muvofiq ichimlik suvining qattiq-  
ligi 2,5—7 mg-ekv/l bo'lishi kerak. Suvning qattiqligi 4 mg-ekv/l  
bo'lganda ham suv ta'minoti tizimlarida va santexnika jihozlarida  
ko'p miqdorda cho'kma yig'iladi. Qattiq suv inson organizmiga,  
sanoat va maishiy qurilmalarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning  
uchun qurilmalar ishdan chiqishining oldini olish maqsadida suv  
yumshatiladi. Ayrim mamlakatlarda suvlarning qattiqligi turlicha  
sinflanadi (1-jadval):

1-jadval

Suvning qattiqligi, mg-ekv/l	Gidrokimyo bo'yicha ma'lumotnoma	Suvni tayyorlash	Germaniya DIN 19643	USEPA	
0—1,5	Yumshoq suv	Juda yumshoq suv	Yumshoq suv	Yumshoq suv	
0,5—1,6		Yumshoq suv		O'rtacha qattiq suv	O'rtacha qattiq suv
1,6—2,4			Yetarlicha qattiq suv		
2,4—3,0			O'rtacha qattiq suv	Qattiq suv	Qattiq suv
3,0—3,6					
3,6—4,0		O'rtacha qattiq suv	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	
4,0—6,0	O'rtacha qattiq suv				
6,0—8,0	Qattiq suv	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	
8,0—9,0					
9,0—12,0	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	Juda qattiq suv	
12,0 dan ortiq					

**Suvning fizik xossalari.** Toza suvning zichligi 15°C va 760 atmosfera bosimida 999 kg/m<sup>3</sup> ga tengdir. Suv tarkibidagi

aralashmaning konsentratsiya ortishi bilan uning zichligi ham o'zgarib boradi. Tuzlarining konsentratsiyasi  $35 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan dengiz suvining o'rtacha zichligi  $0^\circ\text{C}$  da  $1028 \text{ kg/m}^3$  ga ega. Tuzlarning miqdori  $1 \text{ kg/m}^3$  ga o'zgarsa zichlik  $0,8 \text{ kg/m}^3$  ga o'zgaradi. Harorat ko'tarilishi bilan suvning qovushqoqligi  $\mu$  kamayadi (2-jadval).

2-jadval

t, °C	0	5	10	15	20	25	30	35
$\mu$ , mPa·s	1,797	1,523	1,301	1,138	1,007	0,895	0,800	0,723

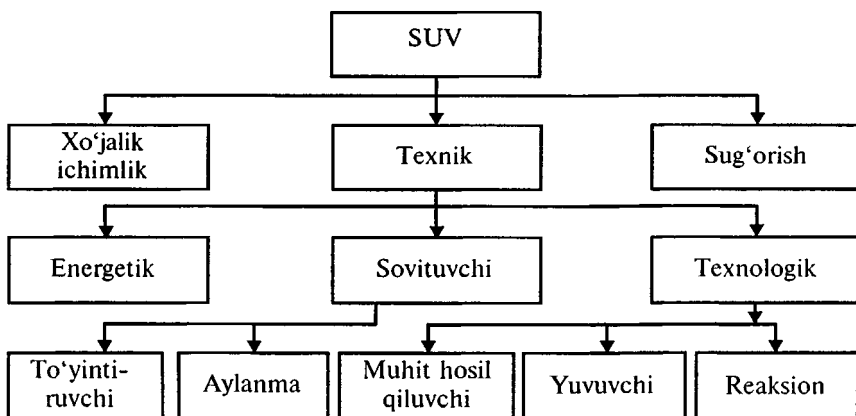
Suv tarkibidagi tuz miqdori ortishi bilan suvning qovushqoqligi ham oshib boradi. Shuningdek, suvning sirt tarangligi  $\sigma$   $18^\circ\text{C}$  da  $73 \text{ mN/m}$  ni tashkil etsa, harorat  $100^\circ\text{C}$  bo'lganda  $52,5 \text{ mN/m}$  ga tushadi. Harorat  $0^\circ\text{C}$  da issiqlik sig'imi  $4180 \text{ J (kg}\cdot^\circ\text{C)}$  bo'lsa,  $35^\circ\text{C}$  da eng kam miqdorni ko'rsatadi. Muzning suyuq holatga o'tish vaqtidagi erish issiqligi  $330 \text{ kJ/kg}$ , bug' hosil qilishdagi issiqlik esa atmosfera bosimida va harorat  $100^\circ\text{C}$  da  $2250 \text{ kJ/kg}$  ni tashkil qiladi.

**Suvning elektr xossalari.** Suv kuchsiz elektr o'tkazgich hisoblanadi. Uning  $18^\circ\text{C}$  da solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $4,41 \cdot 10^{-8} \text{ 1/Om}\cdot\text{sm}$  ga, dielektrik doimiysi esa 80 ga teng. Suvda eriydigan tuzlarning bo'lishi uning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi. Suvning bu xossasi haroratning o'zgarishiga bevosita bog'liq bo'ladi.

**Suvning optik xossalari.** Suvning tiniqligi va loyqaligi uning tarkibidagi muallaq holatdagi mexanik iflosliklar miqdoriga bog'liq. Suvdagi iflos qo'shimchalar miqdori ko'p bo'lsa, uning loyqalik darajasi ortadi va tiniqligi kamayadi. Tiniqlik o'lchanayotgan suvning ichiga kirib boruvchi nur yo'lining uzunligi bilan aniqlanadi. Suvdan ultrabinafsha nurlar oson, infraqizil nurlar esa qiyin o'tadi. Tiniqlik ko'rsatkichi suvdagi kir aralashmalarning miqdorini aniqlashda va suvning sifatini baholashda qo'llaniladi.

Sanoatda qo'llaniladigan suvlar sovituvchi, texnologik va energetik suvlarga bo'linadi (1.1-rasm).

**Sovituvchi suvlar.** Suv ko'pincha issiqlik almashinuvchi qurilmalardagi suyuq va gaz holatidagi mahsulotlarni sovitish



1.1-rasm. Suvning ishlatilishiga ko'ra sinflanishi.

uchun ishlatiladi. Sanoatda suv sarfining 65—80%i sovitish uchun ishlatiladi. Yirik kimyoviy korxonalarda sovituvchi suvga ehtiyoj yiliga 440 mln. m<sup>3</sup> ni tashkil etadi.

**Texnologik suv** muhit hosil qiluvchi, yuvuvchi va reaksiyon suvlarga ajratiladi. Muhit hosil qiluvchi suvlar eritish va pulpalar hosil qilish, rudalarni boyitish va qayta ishlash, sanoat mahsulotlari va chiqindilarning gidrotransportida ishlatiladi. Yuvuvchi suvlar gaz holatidagi (absorblash), suyuq (ekstraklash) va qattiq mahsulotlarni yuvishda kerak bo'ladi. Reaksiyon suvlar reagentlar tarkibida, shuningdek, azeotrop haydash va shunga o'xshash jarayonlarda qo'llaniladi. Texnologik suvlar mahsulot va buyumlar bilan bevosita ta'sirlashadi.

3-jadvalda turli maqsadlarda ishlatiladigan suvlarga qo'yilgan talablar keltirilgan.

**Energetik suvlar** bug' olish, qurilmalar, binolar va mahsulotlarni isitishda ishlatiladi. Texnologik jarayonda ishlatiladigan suvning sifati aylanma suv tizimlaridagi suvning sifatidan yuqori bo'lishi kerak. Suvning sifati deganda, uning sanoat korxonasida ishlatilishi mumkinligini ta'minlovchi fizik, kimyoviy, biologik va bakteriologik ko'rsatkichlari yig'indisi tushuniladi. Ba'zan tarkibida tuz miqdori 10—15 g/m<sup>3</sup>, qattiqligi 0,01 mol-ekv/m<sup>3</sup> dan yuqori bo'lmagan va oksidlanishi 2 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> ga teng bo'lgan suv kerak bo'ladi.

## Texnologik suv sifatiga qo'yiladigan talablar

Ko'rsatkichlar	Kimyoviy tolalar ishlab chiqarish sanoati	Kimyo sanoati	Oqlanma-gan selluloza sanoati	Yuqori bosimli qozonlarda bug' ishlab chiqarish (5-10 MPa)
Umumiy qattqlik, ekv/m <sup>3</sup>	0,035	0,012	5	0,035
Moddalarning miqdori, g/m <sup>3</sup> :				
kremniy dioksidi	—	50	50	0,7
mis	—	—	—	0,05
marganes	0,03	—	—	—
temir	0,05	0,1	0,1	0,05
kislород	—	—	—	0,3
nitrat va nitritlar	—	—	—	—
pH ko'rsatkichi	7-8	6,2-8,3	6-10	8-10
Ranglilik, grad	5	20	—	—
Oksidlanish, g/m <sup>3</sup>	4	—	—	—

Korxonalarda toza suv sarfini kamaytirish maqsadida aylanma va yopiq tizimli suv ta'minoti hosil qilinadi. Aylanma suv ta'minotida oqova suvlarni zaruriy tozalash, aylanma suvni sovutish, ishlov berish va takroriy ishlatish ko'zda tutiladi. Aylanma suv ta'minotini qo'llash tabiiy suv sarfini 10÷15 marta qisqartiradi. Aylanma suv karbonat qattqlik, pH, muallaq zarrachalar va biogen elementlar, KBKE (kislородga bo'lgan kimyoviy ehtiyoj) ko'rsatkichlarining ma'lum miqdorlariga mos kelishi kerak.

Aylanma suv asosan, issiqlik-almashtiruvchi qurilmalarda ortiqcha issiqlikni chiqarib yuborish uchun ishlatiladi. U ko'p marotaba 40÷5°C gacha isitiladi va purkovchi havzalarda sovutiladi. Uning anchagina qismi purkash va bug'lanish natijasida yo'qoladi. Issiqlik-almashtiruvchi qurilmalarining buzilishi va nosozligi tufayli u ma'lum me'yorda ifloslanadi.



## 1.2. Oqova suvlarning hosil bo'lishi, tarkibi va xossalari

Oqova suvlar hosil bo'lishi sharoitiga qarab maishiy, fekal, atmosfera va sanoat oqova suvlariga bo'linadi.

Xo'jalik-maishiy oqova suvlari — bu dush, yuvinish, hammom, kirxona, ovqatlanish xonalari, hojatxona, polni yuvishdan hosil bo'ladigan suvlar hisoblanadi. Bu suvlarning tarkibida taxminan 58% organik va 42% mineral moddadan iborat aralashmalar hosil bo'ladi. Atmosfera oqova suvlari — yomg'ir va qor erishidan paydo bo'ladigan va korxonada hududidan oqib chiqadigan suvlar. Ular organik hamda mineral qo'shimchalar bilan ifloslangan bo'ladi.

Sanoat oqova suvlari organik va noorganik xomashyoni qayta ishlash va qazib olishda hosil bo'ladi. Texnologik jarayonlarda oqova suvlarni hosil qiluvchi manbalarga quyidagilar kiradi: 1) kimyoviy reaksiyalar borishi natijasida hosil bo'ladigan suvlar (ular boshlang'ich moddalar va reaksiya mahsulotlari bilan ifloslanadi); 2) xomashyo va boshlang'ich mahsulotlardagi erkin va bog'langan hamda qayta ishlash jarayonlarida hosil bo'ladigan namlik ko'rinishidagi suv; 3) xomashyo, mahsulot va qurilmalarni yuvishdan so'ng hosil bo'ladigan suv; 4) oqadigan suvli eritmalar; 5) suvli ekstraktlar va absorbentlar; 6) sovituvchi suvlar; 7) boshqa oqova suvlar; vakuum-nasoslardan, aralashtirish kondensatorlaridan, gidrozol yo'qotishdan, idishlarni, qurilmalarni va binolarni yuvishdan tushadigan suvlar.

Oqova suvlarning miqdori va tarkibi ishlab chiqarish turiga bog'liq. U turli moddalar: 1) biologik noabarqaror organik birikmalar; 2) kam zaharli noorganik tuzlar; 3) neft mahsulotlari; 4) biogen birikmalar; 5) o'ziga xos zaharli moddalar, jumladan, og'ir metallar, parchalanmaydigan organik sintetik birikmalar bilan ifloslanishi mumkin:

Oqova suvlar tarkibida erigan anorganik va organik birikmalar, muallaq dag'al dispers va kolloid aralashmalar, ba'zan erigan gazlar (vodorod sulfid, karbonat angidrid va boshqalar) bo'ladi.

Tayyor mahsulot olish uchun texnologik siklni to‘liq o‘tishda foydalanilgan suv boshlang‘ich, oraliq va oxirgi mahsulotlar bilan ifloslanadi. Masalan, mineral o‘g‘itlar va noorganik moddalar ishlab chiqarish korxonalaridagi oqova suvlar, kislotalar, ishqorlar, har xil tuzlar (floridlar, sulfatlar, fosfatlar, fosfitlar va boshqalar) bilan, asosiy organik sintez ishlab chiqaruvchi korxonalar oqova suvlari — yog‘ kislotalari, aromatik birikmalar, spirtlar, aldegidlar bilan; neftni qayta ishlash korxonalarining suvlari — neft mahsulotlari, yog‘lar, smolalar, fenollar, SFM lar (sirt faol moddalar) bilan; sun‘iy tola, polimer, har xil sintetik smolalar ishlab chiqaruvchi korxonalarining oqova suvlari — monomerlar, yuqori molekularli moddalar, polimer zarrachalari bilan ifloslangan bo‘ladi.

Oqova suvlarning zararlilik darajasi undagi ifloslantiruvchi moddalarning (zaharlilik) xususiyati va tarkibiga bog‘liq. Og‘ir metallarning tuzlari, sianidlar, fenollar, vodorod sulfid, kanserogen moddalar va boshqa shu kabi moddalar oqova suvning yuqori darajada zaharlanishiga va hidi o‘zgarishiga olib keladi.

Oqova suvlarning ishqoriy yoki kislotali bo‘lishi quvur materialiga, kanalizatsiya kollektorlariga va tozalovchi inshootlarning uskunalariga o‘z ta‘sirini ko‘rsatadi. Sanoat oqova suvlarning ifloslilik darajalari doimo nazorat qilib turiladi. U quyidagi ko‘rsatkichlar bilan aniqlanadi:

1. Organoleptik ko‘rsatkichlar (suvning rangi, mazasi, hidi, tiniqligi, loyqaligi va boshqalar).

2. Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar (optik zichligi, pH, harorati, elektr o‘tkazuvchanligi, ishqoriyligi, kislotaliligi, qattiqligi, oquvchanligi, zichligi, sirt tarangligi va boshqalar).

3. Ergan organik va anorganik moddalar aralashmasining miqdori, kislorodga bo‘lgan kimyoviy ehtiyoj va kislorodga bo‘lgan biokimyoviy ehtiyoj.

4. Dag‘al dispers, kolloid zarrachalar shaklida aralashmalarining mavjudligi.

Oqova suvlarning tahlili organoleptik va fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarni aniqlashdan boshlanadi. So‘ngra iflos aralashmalarining

umumiy miqdorini quritish orqali aniqlanadi. Qurigan qoldiq qizdirilganda uning miqdorining kamayishi oqova suvda organik modda borligini bildiradi. Ko'pincha oqova suvlar qizdirilganda anorganik moddalar ham uchib ketishi mumkin. Shuning uchun organik moddalarning borligini kislorodga bo'lgan kimyoviy ehtiyoj (KBKE) va kislorodga bo'lgan biokimyoviy ehtiyoj (KBBE) ni aniqlash yordamida isbotlanadi.

KBKE — kislotali muhitda oksidlovchi modda — kaliy perman-ganatga ( $\text{KMnO}_4$ ) yoki kaliy bixromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )ga ekvivalent miqdorda sarflanayotgan kislorodning miqdori.

KBBE — ma'lum vaqt davomida organik aralashmalarni aerob biologik parchalanishi uchun sarflanayotgan kislorodning miqdori va u permanganatli yoki bixromatli oksidlanish yo'li bilan aniqlanadi. Har ikkala usulda ham kislorodning miqdori sarf bo'layotgan oksidlovchi, ya'ni  $\text{KMnO}_4$  yoki  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ning miqdoriga ekvivalent bo'lishi kerak.

Ifloslangan oqova suvlar miqdorini kamaytirishning qator yo'llari mavjud. Ularga quyidagilar kiradi: 1) chiqindisiz texnologik jarayonlarini yaratish va qo'llash; 2) mavjud jarayonlarni takomillashtirish; 3) zamonaviy qurilmalarni yaratish va qo'llash; 4) havoda sovitish qurilmalarini qo'llash; 5) aylanma va yopiq tizimlarda tozalangan oqova suvlarni qo'llash.

Oqova suvlarni samarali tozalash sxemasini tanlab olish uchun eng qulay bo'lgan sinflanish akad. L.A. Kulskiy tomonidan ishlab chiqilgan. Ushbu sinflanishga binoan oqova suvlar 4 guruhga bo'linadi:

I guruh — tarkibida o'lchamlari  $10^{-3}$ ÷ $10^{-5}$  m bo'lgan suvda erimaydigan yirik dispersli zarrachalar bilan ifloslangan oqova suvlar;

II guruh — tarkibida o'lchamlari  $10^{-5}$ ÷ $10^{-7}$  m bo'lgan suvda erimaydigan mayda dispersli va kolloid zarrachalar bilan ifloslangan oqova suvlar;

III guruh — tarkibida suvda erigan organik moddalar bilan ifloslangan oqova suvlar;

IV guruh — tarkibida suvda erigan anorganik moddalar bilan ifloslangan oqova suvlar.



## *Savol va topshiriqlar*

1. Tabiiy suvlar minerallashtirish darajasiga qarab qanday turlarga bo'linadi?
2. Oqova suvlarning ifloslanish darajasi qanday ko'rsatkichlarga bog'liq?
3. Ishlab chiqarishda qo'llaniladigan suvlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Texnologik jarayonlarda oqova suvlarni hosil qiluvchi manbalarga nimalar kiradi?
5. Sovituvchi suvlar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
6. Oqova suvlar L.A.Kulskiy tomonidan qanday guruhlariga bo'lingan?
7. O'zingiz yashayotgan tumanda oqova suv chiqaradigan korxonalar borligini aniqlang.
8. Oqova suvning ifloslanganlik darajasi qanday aniqlanadi?

### SANOAT OQOVA SUVLARINI TOZALASH

#### 2.1. Sanoat oqova suvlarini tozalash usullari

Quyosh radiatsiyasi va iflos suvga toza suv kelib quyilishi natijasida suv qaytadan tozalanadi. Turli bakteriya, zamburug' va suv o'tlari suvni qayta tozalashda faol agentlardan hisoblanadi. Suv turli iflos moddalarga haddan tashqari to'yingan bo'lsa, u holda uni tozalash uchun turli mustaqil yoki kompleks usullardan foydalaniladi. Suv ta'minotining yopiq tizimini hosil qilish uchun sanoat oqova suvlari mexanik, kimyoviy, fizik-kimyoviy, biologik va termik tozalash usullari orqali korxonalar turiga qarab suvning zarur sifatiga qadar tozalanadi. Bundan tashqari, qayd qilingan usullar rekuperatsion va destruktiv usullarga bo'linadi. Rekuperatsion usullar oqova suv tarkibidagi barcha qimmatbaho moddalarni ajratib olib, so'ngra qayta ishlatishga qaratilgan. Destruktiv usulda suvni ifloslantiruvchi moddalardan oksidlash yoki qaytarish usullari yordamida parchalantiriladi. Parchalash mahsulotlari suvdan gaz yoki cho'kma ko'rinishida ajratib olinadi. Tozalash usullarini tanlash quyidagi omillarni hisobga olgan holda olib boriladi:

1) qayta ishlatishni hisobga olgan holda tozalangan suvga qo'yiladigan sanitar va texnologik talablar;

2) oqova suv miqdori;

3) korxonada zararsizlantirish jarayoni uchun zarur bo'lgan energetik va moddiy resurslar miqdori (bug', yoqilg'i, siqilgan havo, elektr energiya, reagent, sorbentlar), shuningdek, tozalash qurilmasi va inshootlari uchun zarur maydon.

Sanoat va maishiy oqova suvlar tarkibida suvda eriydigan va erimaydigan moddalarning muallaq zarrachalari bo'ladi. Muallaq iflosliklar qattiq yoki suyuq bo'lib, dispers sistemani hosil qiladi. Zarracha o'lchamlariga ko'ra dispers sistemalar 3 guruhga bo'linadi:

1) zarracha o'lchamlari 0,1 mkm dan yuqori bo'lgan dag'al dispers (suspenziya va emulsiyalar) sistemalar;

2) zarracha o'lchamlari 0,1 mkm dan 1 nm gacha bo'lgan kolloid sistemalar;

3) alohida molekula yoki ion o'lchamlariga mos keluvchi zarrachalari bo'lgan chin eritmalar.

Oqova suv tarkibidan muallaq zarrachalarni ajratib olish uchun gidromexanik jarayonlar, kolloid dispers sistemalar uchun fizik-kimyoviy, organik va anorganik eritmalarini ajratish uchun kimyoviy jarayonlardan foydalaniladi. Bu jarayonlarni tanlash zarracha o'lchamiga, fizik-kimyoviy xossasiga, ularning suvdagi konsentratsiyasiga, oqova suv sarfiga bog'liq. Shuning uchun oqova suvlarni tozalashda quyidagi usullar qo'llaniladi:

1. Mexanik (suzish, tindirish, cho'ktirish, filtrlash, sentrifuglash va h.k.).

2. Fizik-kimyoviy (adsorblash, koagullash, flokullash, flotasiya, ion-almashinish, ekstraklash va h.k.).

3. Kimyoviy (neytrallash, oksidlanish, qaytarilish).

4. Biokimyoviy (aerob, anaerob sharoitlarda).

5. Termik (yuqori harorat ishtirokida).

Bu usullar ham o'z navbatida turli xildagi tozalash jarayonlariga bo'linadi. Oqova suvlarni tozalashda, birinchi navbatda, mexanik usuldan foydalaniladi.

## **2.2. Oqova suvlarni mexanik usulda tozalash**

Oqova suvlarni tozalashning mexanik usulida oqova suv tarkibidagi erimagan mineral va organik aralashmalar ajratib olinadi. Sanoat oqova suvlarini mexanik tozalashda fizik-kimyoviy, kimyoviy, biologik va termik usullardan birini qo'llab, suvni yuqori darajada tozalashga erishishga harakat qilinadi.

Mexanik usullar bilan tozalash oqova suvlar tarkibidagi muallaq moddalarni 90÷95% gacha ajratib olishda va organik ifloslanish (to'liq KBBE) ko'rsatkichi bo'yicha 20—25% gacha kamaytirishni ta'minlaydi.

Oqova suvni tozalashda diametri turlicha kattalikdagi panjaralar yordamida suzib olish, tindirish, tiniqlashtirish, filtrlash va

sentrifugalash kabi jarayonlardan foydalaniladi. Suv tozalash inshootlarining hajmiy kattaligi, ularning turi asosan oqova suvning miqdori, tarkibi va xossalariga, shuningdek, suvga keyingi ishlov berish jarayonlariga bog‘liq bo‘ladi.

Oqova suvni to‘liq tindirish uchun to‘rsimon barabanli filtrlar yoki mikrofiltrlar hamda yuqori bosimli filtrlar, penopoliuretanli yoki penoplastli suzib yuruvchi filtrlar ishlatiladi. Bunda oqova suvlarni kimyoviy moddalarni qo‘llamasdan tozalanadi.

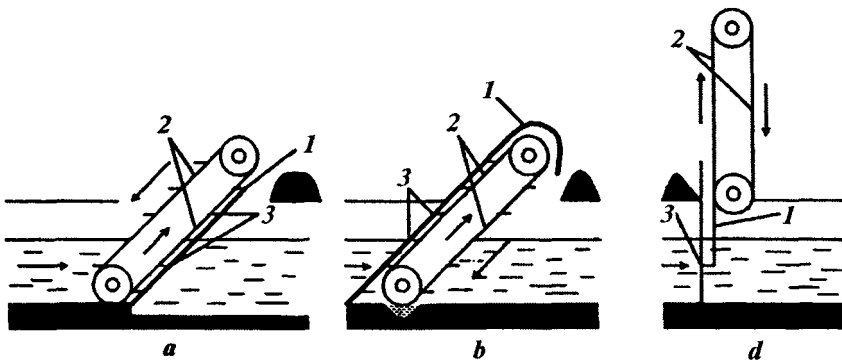
Oqova suvlarni muallaq zarrachalardan tozalash usulini tanlash jarayon kinetikasini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Sanoat oqova suvlaridagi muallaq zarrachalarning o‘lchami juda katta chegaralarda (zarrachalarning diametri  $5 \div 10^{-9}$  dan  $5 \div 10^{-4}$  m gacha) bo‘lishi mumkin. O‘lchami 10 mkm gacha bo‘lgan zarrachalar uchun oxirgi cho‘kish tezligi  $10^{-2}$  sm/s dan kichik bo‘ladi.

Agar zarrachalar yirik bo‘lsa (diametri 30—50 mkm va undan katta), u holda Stoks qonuniga muvofiq ular tindiriladi (ixtiyoriy cho‘kish — gravitatsion kuchlar ta‘sirida) yoki suzib olinadi. Shuni qayd etish lozimki, suv tarkibidagi aralashmalarning konsentratsiyasi ko‘p bo‘lsa tindiriladi, konsentratsiyasi kichik bo‘lsa, suzib olinadi.

### 2.3. Suzish va tindirish

Suzish usuli sanoat oqova suvlarini samarali tozalashdan oldin, kanal va quvurlarni to‘lib qolmasligi, shuningdek, oqova suvlar tarkibidagi yirik aralashmalarni ajratib olish maqsadida qo‘llaniladi. Bu jarayonni amalga oshirishda odatda panjara yoki elaklardan foydalaniladi.

Panjaraalar qo‘zg‘aluvchan, qo‘zg‘almas, shuningdek, maydalagichlar bilan birlashtirilgan turlarga bo‘linadi. Panjaraalar metall naychadan tayyorlanadi va oqova suvning harakatlanish yo‘nalishiga  $60—75^\circ$  burchak ostida o‘rnatiladi. Doira kesimli naychalarning qarshiligi kam bo‘ladi, ammo tez ifloslanadi, shuning uchun ko‘pincha to‘g‘ri burchakli naychadan foydalaniladi. Panjaraalar oqova suvni turli xilda o‘rnatilgan xaskashlar yordamida tozalaydi (2.1-rasm).



2.1-rasm. Oqova suvni tozalashda ishlatiladigan xaskashli panjara turlari (a—d).

1— panjara; 2— zanjir; 3— xaskash.

Panjaralarda oraliq kengligi 16—19 mm, naychalar orasida oqova suvning harakatlanish tezligi 0,8—1 m/s deb qabul qilinadi.

Panjaralarda yo‘qotilgan bosim ( $h_p$ ) quyidagi formula orqali topiladi:

$$h_p = \xi (\omega_k^2 P / 2g)$$

$$\xi = \beta (s/b)^{4/3} \sin \alpha,$$

bu yerda,  $\omega_k$  — panjaraga kirguniga qadar suvning kanaldagi harakatlanish tezligi, m/s;  $P$  — panjara to‘lib qolishi natijasida bosim yo‘qotilishining oshishini hisobga oluvchi koeffitsiyent ( $P=3$  deb qabul qilinadi);  $\xi$  — panjaraning mahalliy qarshilik koeffitsiyenti;  $g$  — erkin tushish tezlanishi,  $m^2/s$ ;  $\alpha$  — panjaraning egilish burchagi, grad;  $s$  — sterjen qalinligi, m;  $b$  — sterjenlar orasidagi oraliq kenglik, m;  $\beta$  — koeffitsiyent (to‘g‘ri burchakli sterjen uchun, 2,42, egilgan sterjen uchun — 1,83, yumaloq sterjen uchun — 1,79).

Panjaralar yordamida ushlab qolingani iflos aralashmalar ajratib olinib, qayta ishlashga yuboriladi. Bunda maydalagichlar, mexanizatsiyalangan xaskashlar va transportyorlar ishlatiladi. Bu ishlarni bajarish uchun sarf bo‘ladigan energiya sarfi 1000  $m^3$



oqova suvga taxminan 1 kVt ni tashkil etadi. Ba'zi inshootlarda panjara-maydalagichlar o'rnatilgan bo'ladi. Panjara maydalagichlar bir vaqtning o'zida ham panjara, ham maydalagich vazifasini bajaruvchi agregatdan iborat bo'lib, maydalagich chiqindilarni suv tarkibidan ajratib olmasdan maydalaydi.

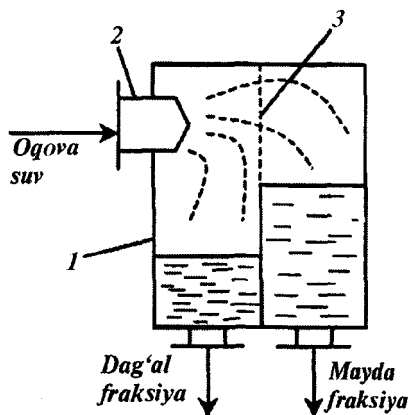
Oqova suvlar tarkibidagi o'ta mayda muallaq zarrachalarni, shuningdek, qimmatbaho xomashyolarni ajratib olish uchun elaklardan foydalaniladi. Elaklar 2 xil bo'lishi mumkin: *barabanli* va *diskli*.

Barabanli elak yoriqlari 0,5—1,0 mm bo'lib, to'rsimon shaklda. Baraban aylanish jarayonida oqova suv uning ichki yoki tashqi tomonidan filtrlanib, tozalanadi. Filtrlash jarayoni suvni ichkaridan yoki tashqi tomonidan berilishiga bog'liq. Ushlab qolingani aralashmalar to'rdan suv yordamida yuvilib tarnovga uzatiladi. To'rli barabansimon elaklarning ishlash quvvati barabanning diametri va uning uzunligiga, shuningdek, iflos aralashmalarining xususiyatiga bog'liq. Bunday elaklar ko'pincha to'qimachilik, selluloza-qog'oz va teri oshlash sanoatlarida ishlatiladi.

Cho'kmaga tushmaydigan muallaq zarrachalarning diametri har xilligi sababli ularni fraksiyalarga bo'lish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun maxsus fraksionatorlardan foydalaniladi. Fraksionatorlar 2 qisimli kameradan iborat bo'lib, o'rtada vertikal holatda turuvchi to'rsimon metallardan tayyorlangan devor bilan ajratilgan. To'rsimon devor tuynukchalarining diametri 60—100 mkm ga teng. Oqova suv soplo orqali fraksionatorning ichiga kelib tushadi va dag'al hamda mayda fraksiyalarga ajratiladi. Ajratishda 50—80% muallaq zarrachalar dag'al fraksiyada qoladi (2.2-rasm).

**Tindirish usuli** oqova suv tarkibidagi dag'al dispers aralashmalarni cho'ktirishda ishlatiladi. Cho'ktirish og'irlik kuchi ta'sirida olib boriladi. Jarayonni olib borish uchun qumtutgich, tindirgich va tiniqlashtirgichlar qo'llaniladi. Tiniqlashtirgichlarda bir vaqtning o'zida tindirish bilan birga oqova suvni muallaq zarrachali qatlamdan o'tkazish ham amalga oshadi.

Oqova suvlardagi turli shakl va o'lchamga ega bo'lgan muallaq zarrachalarning fizik xossalari cho'ktirish jarayonida o'zgaradi.



2.2- rasm. Fraksionator:  
1 — qobiq; 2 — soplo; 3 — ajratuvchi to‘r.

Bundan tashqari, turli kimyoviy tarkibga ega bo‘lgan oqova suvlarning qo‘shilishi natijasida qattiq moddalar hosil bo‘ladi. Bu hodisa zarrachaning shakli va o‘lchamiga ta‘sir ko‘rsatadi va cho‘ktirish jarayonining qonuniyatlarini o‘rganishga xalaqit beradi.

Oqova suvlarning umumiy xossalari toza suvning xossalariidan farq qiladi. Oqova suv yuqori zichlik va qovushqoqlikka ega. Faqat qattiq zarrachali iflosliklardan iborat bo‘lgan oqova suvning qovushqoqligi va zichligi quyidagicha topiladi:

$$\mu_{o.s.} = \mu_o (1 + 2,5 \cdot c_o)$$

$$\rho_{o.s.} = \rho + \rho_{qat.} (1 - \varepsilon)$$

Suyuq zarrachaning hajmiy qismi quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = V_s / (V_s + V_{qat.}),$$

bu yerda,  $\mu_{o.s.}$  va  $\mu_o$  — oqova va toza suvning dinamik qovushoqligi, Pa·s;  $c_o$  — muallaq zarrachalarning hajmiy konsentratsiyasi, kg/sm<sup>3</sup>;  $\varepsilon$  — suyuq fazaning hajmiy qismi;  $V_s$  va  $V_{qat.}$  — oqova suvdagi suyuq va qattiq faza hajmi, m<sup>3</sup>.

Tindirgichlarning ish faoliyatini hisoblashda zarrachalarning cho‘kish tezligi (gidravlik yiriklik) —  $\omega_{cho‘k}$  asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi.

Laminar o'tish va turbulent rejimlari uchun shar shaklidagi zarrachalarning erkin cho'kish tezligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Re_0 = \frac{Ar}{(18 + 0,6\sqrt{Ar})};$$

bu yerda,  $Re_0 = \frac{w_{cho'k} d \rho}{\mu_0}$  — Reynolds soni;  $Ar = d^3 \rho^2 g (\rho_{qat} - \rho) / \mu_0^2 \rho$

— Arximed soni;  $d$  — zarracha diametri.

Shar shaklidagi zarrachalar uchun formulaga zarrachaning ekvivalent diametri  $d_e = \sqrt[3]{V_z / \pi}$  ( $V_z$  — zarracha hajmi) qo'yiladi. Oqova suvlarni tindirish jarayonida zichlashgan cho'kma hosil bo'ladi. Bir xil o'lchamli shar holatdagi zarracha uchun zichlashib cho'kish tezligi Stoks tenglamasi bo'yicha laminar rejimda muallaq zarracha konsentratsiyalarini va reologik xossalarini hisobga olsak:

$$w_{cho'k} = \frac{d^2 g (\rho_{qat} - \rho) R}{18 \cdot \mu_0}, \quad R = \frac{\varepsilon \cdot \mu_0}{\mu}$$

ko'rinishida yoziladi.

Qumtutgichlar mineral va organik aralashmalarni (0,2—0,25 mm) oqova suvdan boshlang'ich ajratib olishda qo'llaniladi. Gorizontaal qumtutgichlar uchburchakli yoki trapetsiyali ko'ndalang kesimli rezervuardan iborat. Ularning chuqurligi 0,25—1 m, bo'lib, suvning harakat tezligi — 0,3 m/s bo'ladi. Gorizontaal qumtutgichlarning turli-tumanligi oqova suvning o'tishi uchun dumaloq rezervuarli, konussimon shakldagi perforlangan lotokli bo'lishidadir. Cho'kma konussimon lotok tubida yig'ilib, u yerdan qayta ishlashga yo'naltiriladi. Vertikal qumtutgichlar to'g'ri burchakli yoki yumaloq shaklga ega bo'lishi mumkin. Ularda oqova suv vertikal chiqishli oqim bo'yicha 0,05 m/s tezlik bilan harakatlanadi.

Qumtutgichlarning konstruksiyasi oqova suv miqdori, mual-laq moddalar konsentratsiyasiga qarab tanlanadi.

**Gorizontaal tindirgichlar** to'g'ri burchakli rezervuarlar bo'lib, 2 yoki undan ortiq bir vaqtda ishlaydigan bo'limlardan iborat. Suv tindirgichning bir tomonidan kirib oxirigacha harakatlanadi (2.3- rasm, a).

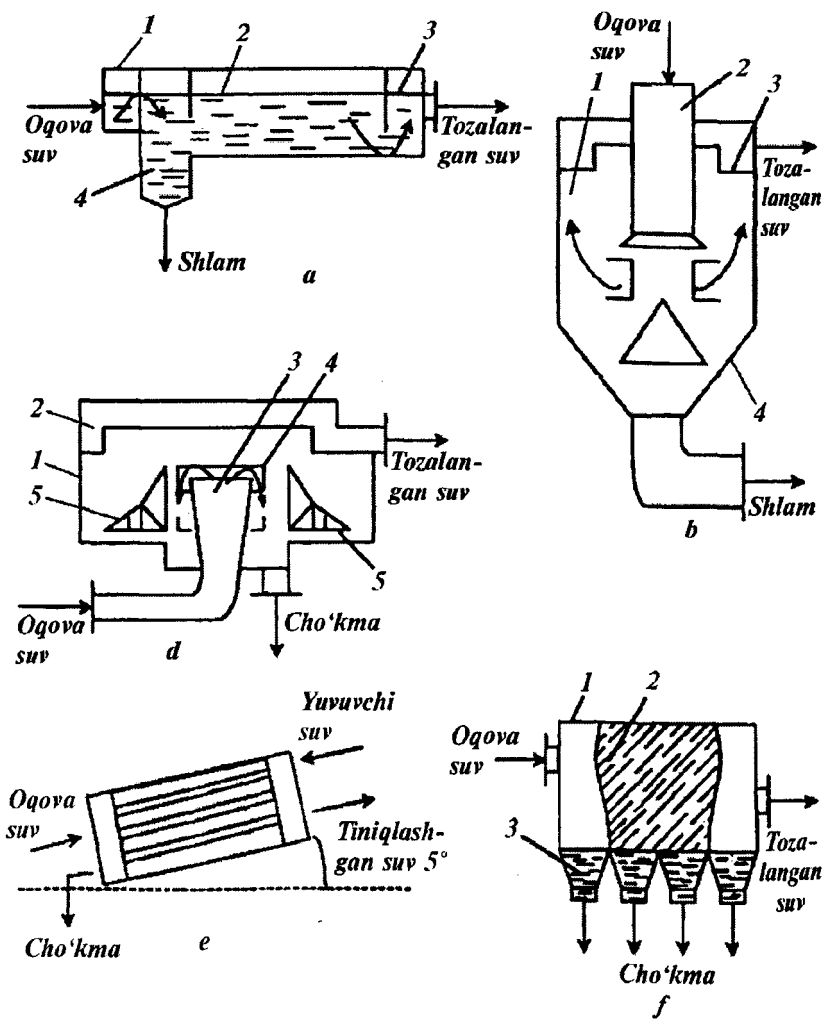
Bunday tindirgichlarning chuqurligi  $H=1,5-4$  m, uzunligi  $8-12$  m, koridor kengligi  $3-6$  m bo'ladir. Oqova suv sarfi  $15000$  m<sup>3</sup>/sut dan ortiq bo'lganda gorizontallik tindirgichlar qo'llaniladi. Uning tindirish samaradorligi  $60\%$ . Tindirgichda har bir zarracha suv oqimi bilan  $v$  tezlikda og'irlik kuchi ta'sirida pastga  $w_{cho'k}$  qarab harakatlanadi. Tindirgichda suvning harakat tezligini  $0,01$  m/s dan yuqori bo'lmagan miqdori qabul qilinadi.

**Vertikal tindirgichlar** silindrsimon yoki kvadrat shaklga, konussimon taglikka ega rezervuarlardir. Vertikal tindirgichga oqova suv markaziy truba orqali beriladi. Tindirgich ichiga tushgach, suv pastdan yuqoriga qarab harakatlanadi (2.3- rasm, b). Suvning yaxshi taqsimlanishi va loyqalanishining oldini olish maqsadida quvurlarni og'zi kengaygan va taqsimlovchi to'siqli qilib tayyorlanadi. Shunday qilib, cho'kish  $0,5-0,6$  m/s tezlikka ega bo'lgan cho'kuvchi oqimda sodir bo'ladir. Cho'kish zonasining balandligi  $4-5$  m. Har bir zarracha suv bilan birga  $v$  tezlik va og'irlik kuchi ta'sirida  $w_{cho'k}$  pastga qarab harakatlanadi. Agar  $w_{cho'k} > v$  bo'lsa, cho'kish tezlashadi. Agar  $w_{cho'k} < v$  bo'lsa, zarracha suv bilan yuqoriga ko'tariladi. Vertikal tindirgichlarning samaradorligi gorizontallik tindirgichlarga nisbatan  $10-20\%$  pastroq.

**Radial tindirgichlar** yumaloq shaklga ega rezervuarlardir. Ularda suv markazdan chetga tomon harakatlanadi. Bunda minimal tezlik chetki tomonda kuzatiladi. Bunday tindirgichlarni oqova suv sarfi  $20000$  m<sup>3</sup>/sut dan yuqori bo'lganda ishlatiladi. Odatda  $16-60$  m diametrli tindirgichlar qo'llaniladi. Ularning cho'ktirish samaradorligi  $60\%$  ni tashkil qiladi (2.3- rasm, d).

Cho'ktirish samaradorligini koagulant va flokulantlar yordamida zarrachalar o'lchamini yiriklashtirib yoki oqova suvni qizdirib qovushqoqligini kamaytirish yo'li bilan oshirish mumkin.

**Trubkasimon tindirgichlarning** ishchi elementi diametri  $25-50$  mm va uzunligi  $0,6-1$  m li trubkalar hisoblanadi. Ularni juda kichik ( $5^\circ$  gacha) va katta ( $45-60^\circ$ ) qiyalikda o'rnatiladi. Ularda avval tindirish, so'ngra quvurlarni cho'kmalardan tozalash olib boriladi. Uncha katta bo'lmagan qiyalikli trubkasimon tindirgichlar davriy ravishda ishlaydi (2.3- rasm, e). Muallaq zarrachalar ko'p



2.3-rasm. Tindirgich turlari.

a — gorizonal tindirgich: 1 — kirish tarnovi; 2 — tindiruvchi kamera; 3 — chiqaruvchi kamera; 4 — chuqurcha; b — vertikal tindirgich: 1 — silindrsimon qism; 2 — markaziy quvur; 3 — suvni qaytarish moslamasi; 4 — konussimon qism; d — radial tindirgich: 1 — qobiq; 2 — jelob; 3 — ajratuvchi moslama; 4 — tinchlantiruvchi kamera; 5 — sidirib beruvchi mexanizm; e — trubka-simon tindirgich; f — bukilgan plastinali tindirgich: 1 — qobiq; 2 — plastinalar; 3 — cho'kma qabul qiluvchi.

bo'lganda oqova suvlarni tindirish uchun sarf 100—10000 m<sup>3</sup>/sut bo'lganda ishlatiladi. Tozalash samaradorligi 80—85%.

**Plastinasimon tindirgichlar** qobig'ida bir qator parallel o'rnatilgan qiyali plastinalar bo'ladi (2.3- rasm, f). Suv plastinalar orasidan harakatlanadi, cho'kma esa pastga cho'kma yig'gichga kelib tushadi. Bunday tindirgichlar to'g'ri oqimli va qarama-qarshi oqimli bo'ladi. To'g'ri oqimli tindirgichlarda suv harakatining yo'nalishi bir xil, qarama-qarshi oqimli tindirgichlarda suv va cho'kma bir-biriga qarab harakatlanadi. Qarama-qarshi oqimli tindirgichlar keng tarqalgan.

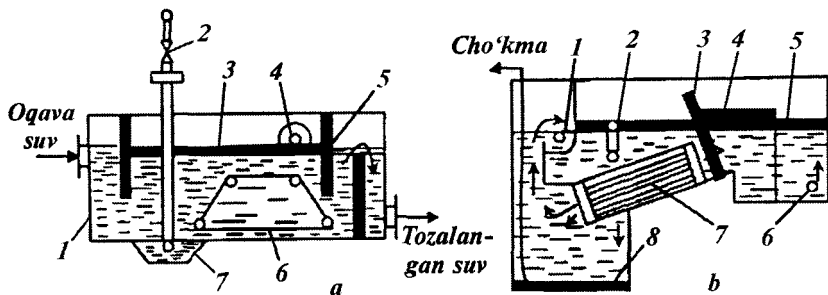
## 2.4. Qalqib chiquvchi iflosliklarni ajratish

Tindirish jarayoni ishlab chiqarish oqova suvlarini neft, yog', moy smolalaridan tozalash uchun ham qo'llaniladi. Qalqib chiquvchi iflosliklarni tozalash qattiq zarrachalarni cho'ktirishga o'xshaydi. Farqi shundaki, qalqib chiquvchi zarrachalarning zichligi suv zichligidan kichikroqdir. Neft zarrachalarini tutib qolish uchun nefttutgichlar, yog'-moy zarrachalarini tutib qolish uchun yog'tutgichlar ishlatiladi. Neft zarrachalarini tutib qolish uchun to'g'ri burchakli nefttutgichlarda neftning suv yuzasiga qalqib chiqishi tezligi 1—4 mm/sek. Bunda 96—98% neft qalqib chiqadi. Gorizontaal nefttutgichlar kamida 2 ta seksiyadan iborat bo'ladi. Seksiyalar kengligi 2—3 m, suvning tindirilgan qatlami chuqurligi 1,2—1,5 m; tindirish vaqti — 2 soatga teng (2.4- rasm).

Yog'-moy kombinatlari, junga birlamchi ishlov beruvchi fabrikalar, go'sht kombinatlari, oshxonalar oqova suvlari tarkibida yog'lar bo'ladi. Ularni oqova suv tarkibidan ushlab qolish uchun yog'tutgichlar qo'llaniladi. Yog'tutgichlar xuddi nefttutgichlarga o'xshaydi. Suv tarkibidagi yog'ni samarali ushlab qolish uchun aeratsiyalangan yog'tutgichlar ishlatiladi.

Yengil suyuqlik zarrachalarining ko'tarilish tezligi  $\omega_{\text{qalq}}$  zarracha o'lchamiga, zichligi va qovushqoqligiga, ya'ni  $R_c = \omega_{\text{qalq}} d\rho/\mu_0$  ga bog'liq.  $Re \leq 0,25$  da qalqib chiqish Stoks qonuni bo'yicha

$$\omega_{\text{qalq}} = d^2 \cdot g \cdot (\rho - \rho_{\text{yc}}) / 18 \cdot \mu_0.$$



2.4- rasm. Nefttutgichlar:

*a*—gorizontal nefttutgich: 1— nefttutgich qobig'i; 2— gidroelevator; 3— neft qatlami; 4— neft yig'uvchi quvur; 5— neftni tutib qoluvchi to'siq; 6— xaskashli transportyor; 7— cho'kma uchun idish. *b*— yupqa qatlamli nefttutgich: 1— tozalangan suvning chiqishi; 2— neft yig'uvchi quvur; 3— to'siqlar; 4— suzuvchi penoplast; 5— neft qatlami; 6— oqova suvning kirishi; 7— gofrirlangan plastinali bo'lmalar; 8— cho'kma.

Yengil faza zarrachalarining yuqoriga harakatlanishi oqova suvda ko'tarilishni to'xtatib qoluvchi ikkinchi oqimni vujudga keltiradi. To'xtatib qolish hisobi olingandagi ko'tarilish tezligi

$$\omega'_{\text{qalq}} = \omega_{\text{qalq}} (3\mu_{\text{ye}} + 3\mu_0) / (3\mu_{\text{ye}} + 2\mu_0),$$

bu yerda:  $\omega'_{\text{qalq}}$  — yengil suyuqlikning qalqib chiqish tezligi, m/s;  $\rho_{\text{ye}}$  — qalqib chiquvchi (yengil) suyuqlik zichligi;  $\mu_{\text{ye}}$  — qalqib chiquvchi suyuqlikning dinamik koeffitsiyenti. Ajralish jarayoniga turbulentslik, koagullash, gidrodinamik kompleks hosil qilish ta'sir ko'rsatadi.

Ma'lum o'lchamdagi yengil suyuqlikning tingan zarrachalarini yengil suyuqlik zarrachalarining umumiy miqdoriga bog'liqligi *tindirish samarasi F* deyiladi. Bunda oqova suvda yengil suyuqlikning bir maromda taqsimlanish sharoitida u quyidagiga teng:

$$F = \omega_{\text{qalq}} \cdot L / v \cdot h,$$

bu yerda,  $L$  — nefttutgich uzunligi;  $v$  — nefttutgichda oqova suvning tezligi;  $h$  — yengil suyuqlik qatlamini nefttutgich tubidan boshlab balandligi.

## 2.5. Filtrlash

Filtrlash usuli oqova suv tarkibidagi mayda dispers qattiq yoki suyuq moddalarni ajratib olish uchun qo'llaniladi. Chunki ularni tindirish usuli bilan ajratib olish qiyin.

**Filtrlovchi to'siqlar orqali filtrlash.** To'siqni tanlash oqova suvning xossasi, harorati, filtrlash bosimi va filtr tuzilishiga bog'liq. To'siq sifatida teshikli metall listlar va zanglamaydigan po'lat, aluminiy, nikel, mis panjaralar ishlatiladi. Shuningdek, turli matoli to'siqlar (asbest, shisha, paxtaqog'oz, jun, tabiiy va sun'iy tolali matolar) ham qo'llaniladi. Yuqori harorat va kimyoviy agressiv oqova suvlar uchun teshikli listlar, to'rlar hamda plastinalardan tayyorlangan metall to'siqlardan foydalaniladi.

Muallaq zarrachalarni tutib qoluvchi filtrlovchi to'siqlar minimal gidravlik qarshilikka, yetarli darajada mexanik zichlik va egiluvchanlikka, kimyoviy barqarorlikka ega bo'lib, olib borilayotgan filtrlash sharoitida bo'kmasligi va parchalanib ketmasligi kerak. Filtrlovchi to'siqlar tayyorlangan materialiga qarab organik, anorganik; ishlatilishiga ko'ra — yuza va chuqur, strukturasiga ko'ra egiluvchan va egilmaydigan bo'ladi.

Chuqur filtrlovchi to'siqlar odatda qattiq fazaning kichik konsentratsiyali suspenziyalarini tiniqlashtirishda qo'llaniladi. Bunda suspenziya tarkibidagi qattiq zarrachalar to'siq ichkarisiga kirishda tutib qolinadi (cho'kadi va adsorbsiyalanadi). Yuza filtrlovchi to'siqlarda zarrachalarning to'siq kovaklariga kirishi kuzatilmaydi.

Filtrlash jarayoni filtrlovchi to'siq yuzasida cho'kma hosil bo'lishi yoki filtrlovchi to'siq kovaklarida tiqilishi bilan olib boriladi. Filtrlash jarayonida siqiladigan yoki siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiladigan cho'kmalar zichlashishi va bosimlar farqining oshishi bilan qarshilik ortishi natijasida kovaklilik kamayadi. Siqilmaydigan cho'kmalarda filtrlash jarayonida suyuqlik oqimiga qarshilik va kovaklilik doimiy saqlanib qoladi. Bunday cho'kmalarga zarracha o'lchamlari  $>100$  mkm bo'lgan mineral moddalar (qum, bo'r, soda) kiradi. Filtr quvvati filtrlash tezligi, ya'ni



yuza birligi orqali vaqt birligida o'tadigan suvning hajmi bo'yicha topiladi. Filtrlash tezligi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$dV/Fd\tau = \Delta P/\mu (R_{\text{cho'k}} + R_{\text{ft}}).$$

Filtrlash jarayoni doimiy bosimlar farqida va doimiy tezlikda o'tkazilishi mumkin. Filtrlash tenglamasi doimiy bosim farqida quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$dV/Fd\tau = \Delta P/\mu r_0(x_0V/F + R_{\text{ft}}).$$

Filtrning berilgan rejimida cho'kma tushishi uchun zaruriy vaqt quyidagiga teng:

$$\tau = \mu r_0 V/\tau F (x_0V/F + R_{\text{ft}}).$$

Jarayonning doimiy tezligida filtrlash tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\Delta P = \mu r_0 V/\tau F (x_0V/F + R_{\text{ft}}).$$

Filtrlash tezligi  $\omega = V/F\tau$  ga tengligi uchun yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta P = \mu r_0 \omega (x_0 \omega \tau + R_{\text{ft}});$$

bu yerda,  $V$  —  $\tau$  vaqt ichidagi filtrat hajmi,  $m^3$ ,  $F$  — filtrlash yuzasi;  $m^2$ ;  $\tau$  — filtrlash davomiyligi, s;  $R$  — bosimlar farqi, Pa;  $\mu$  — filtratning dinamik qovushoqligi, Pa·s;  $R_{\text{cho'k}}$  va  $R_{\text{ft}}$  — cho'kma qarshiligi va mos ravishda filtrlovchi to'siqning qarshiligi,  $m^{-1}$ ;  $r_0$  — cho'kmaning nisbiy qarshiligi;  $m^{-2}$ ;  $x_0$  — cho'kma hajmining filtrat hajmiga nisbati.

Filtrlash uchun turli tuzilishdagi filtrlar ishlatiladi. Ularga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi: iflosliklar ajralishining yuqori samaradorligi va filtrlashning yuqori tezligi.

Filtrlar turli belgilariga qarab quyidagilarga ajratiladi: jarayonning o'tkazish xarakteri bo'yicha davriy va uzluksiz; jarayon ko'rinishiga ko'ra — ajratish, quyuqlashtirish va tiniqlashtirish; filtrlash vaqtidagi bosimga ko'ra — vakuum ostida (0,085 MPa); bosim ostida (0,3—1,5 MPa gacha) yoki suyuqlik ustunining gidrostatik bosimida (0,05 MPa gacha); filtrlash yo'nalishi bo'yicha — pastga, yuqoriga yoki yonga; konstruktiv belgilari bo'yicha;

cho‘kmani ajratish usuli bo‘yicha; cho‘kmani yuvish, zararsizlantirish mavjudligi bo‘yicha; filtr yuzasining shakli va joylashishi bo‘yicha.

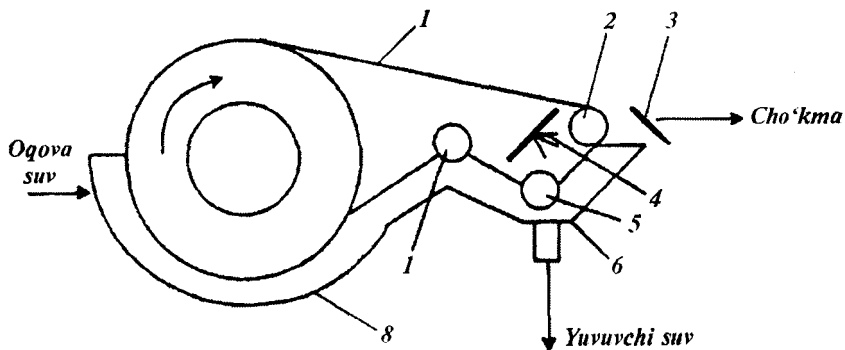
Oqova suvlarni tozalash tizimlarida davriy ravishda ishlaydigan: nutch-filtrlar, listli va filtr-presslar va uzluksiz ishlaydigan, barabanli, diskli, lentali filtrlar ishlatiladi.

Davriy ishlaydigan filtrlardan nutch yoki druk-filtrlar tuzilish jihatidan sodda hisoblanadi. Ular neytral, kislotali va ishqorli suspenziyalarni ajratishga mo‘ljallangan. Filtrlarning quyi qismi resiver orqali vakuum tizimiga ulanadi. Matoga yig‘ilgan cho‘kma qo‘l bilan ajratib olinadi. Qiyin filtrlanuvchi suspenziyani ajratish uchun 0,3—1,2 MPa bosimda ishlovchi filtr-presslar qo‘llaniladi. Ramali filtrlar turli suspenziyalarni filtrlashda ishlatiladi. Ularda cho‘kmani yuvish va havo bilan tozalash ko‘zda tutiladi.

Listli filtr listli element joylashtirilgan idishdan iborat. Filtrlovchi element filtrlovchi mato tashqarisidan filtrlovchi mato bilan tortilgan sim to‘rli tekis ramadan iborat. Suspenziya qurilma ichiga tushadi. Filtrlash jarayonida cho‘kma filtrlovchi elementga oqib keladi, filtrat esa uzluksiz ravishda idishga chiqarib yuboriladi. Filtrlash jarayoni tugaganda cho‘kma siqilgan havo bilan filtrlovchi elementlardan idish ichiga ajratiladi va maxsus shtutser orqali chiqarib yuboriladi.

Qiyin filtrlanuvchi suspenziyalarni ajratishda yuqori unum bilan uzluksiz ishlaydigan barabanli vakuum-filtrlar ishlab chiqilgan (2.5-rasm). Baraban aylanganida suyuq faza vakuum ostida uning ichki bo‘shlig‘iga kelib tushadi va taqsimlovchi moslama orqali barabandan chiqarib yuboriladi. Qattiq faza maydon yuzasida to‘planadi va pichoq bilan ajratib olinadi. Mato esa to‘ldirgich tizimi orqali bosim ostida berilgan yuvuvchi suyuqlik bilan regeneratsiyalanadi.

Turli maqsadlarda oqova suvlarni tozalash va cho‘kmalarni suvsizlantirish uchun uzluksiz barabanli, diskli va lentali vakuum filtrlar ishlatiladi. Barabanli vakuum-filtrlar tez cho‘kma hosil qiluvchi suspenziyalarni ajratish uchun qo‘llaniladi. Diskli filtrlar qattiq fazaning cho‘kish tezligi yuqori bo‘lmagan suspenziyalarni filtrlashda, shuningdek, oson bug‘lanuvchi, qovushoq, oksidlanuvchi va zaharli suspenziyalarni ajratishga mo‘ljallangan.



2.5- rasm. Barabanli vakuum filtr:

1 — filtrlovchi mato; 2,5,7 — roliklar; 3 — pichoq; 4 — yuvuvchi suvni uzatish uchun soplo; 6 — yuvuvchi suyuqlikni ajratish ushun tarnov; 8 — tog'ora.

**Donachali to'siqli filtrlar.** Oqova suvlarni tozalash jarayonida ko'p miqdordagi suvni tozalashga to'g'ri keladi. Ularni tozalash uchun yuqori bosim kerak bo'lmaydigan filtrlar qo'llaniladi. Shu maqsadda to'rsimon elementli (mikrofiltrlar va barabanli to'rlar) va filtrlovchi donachali qatlamli filtrlar ishlatiladi.

Donachali to'siqli filtr ostki qisrda suvni chiqarib yuborish uchun drenaj moslamasi bo'lgan rezervuar bo'ladi. Drenajga tayanch mato qatlamlari, so'ngra filtrlovchi material taxlanadi.

G'ovak muhitning muhim xossasi uning kovakliligi va nisbiy yuzasi hisoblanadi. Kovaklilik g'ovak muhit strukturasi bog'liq bo'lib, faqat donacha o'lchami bilan emas, ularning shakli va taxlamiga ham bog'liq. Agar kovaklilik  $\varepsilon$  va jism bilan band bo'lgan hajm  $V_0$  bilan ifodalansa, u holda  $\varepsilon + V_0 = 1$  bo'ladi.  $\varepsilon = 0$  bo'lganda g'ovak muhiti silliq jismga,  $\varepsilon = 1$  bo'lganda esa maksimal g'ovakli jismga aylanadi.

Qatlamning solishtirma yuzasi faqat kovaklilik bilan aniqlanib qolmay, alohida donachalarning g'ovaklilik bilan ham aniqlanadi. Bunda donacha shakli ham hisobga olinadi. Qatlamning solishtirma hajmiy yuzasi quyidagicha hisoblanadi:

$$a = 6(1 - \varepsilon) \cdot \Psi \cdot d_c,$$

bu yerda,  $a$  — filtrlovchi qatlamning solishtirma hajmiy yuzasi  $m^2/m^3$ ;  $\Psi$  — donacha shakli koeffitsiyenti;  $d_e$  — donachaning ekvivalent diametri, m.

Zarrachalarni suvdan ajratib olish mexanizmi quyidagichadir: 1) suzish, bunda zarrachalar faqat mexanik usulda ajratib olinadi; 2) gravitatsion cho'ktirish; 3) inersion tutib olish; 4) kimyoviy adsorbsiya; 5) fizik adsorbsiya; 6) adgeziya; 7) koagulatsion cho'ktirish; 8) biologik o'stirish. Ba'zan bu usullar birga ishlatiladi va filtrlash jarayoni quyidagi uch bosqichdan iborat bo'ladi: 1) modda yuzasiga qatlam hosil qiluvchi zarrachalarning o'tishi; 2) yuzaga mahkamlanishi va 3) yuzadan ajralishi.

Muallaq zarrachalar ikki usulda filtrlanadi: 1) donacha yuzasida hosil bo'ladigan iflosliklar (cho'kma) pardasi orqali; 2) iflosliklar (cho'kma) pardasini hosil qilmasdan.

Birinchi holatda o'lchami material g'ovaklaridan katta bo'lgan zarrachalar tutib qolinadi, so'ngra filtrlovchi material hisoblangan iflosliklar qatlami hosil bo'ladi. Bu jarayon yuqori tezlik talab qilmaydigan sekin filtrlarga xosdir.

Ikkinchi holatda iflosliklar zarrachalari filtrlovchi material donachalarida adgeziya kuchlari tufayli tutib qolinadi. Bunday jarayon tezkor filtrlarga xosdir. Adgeziya kuchi kattaligi donacha shakli va yirikligiga, yuzaning g'adir-buduriligiga, uning kimyoviy tarkibiga, oqim tezligiga, suyuqlik harorati va aralashmalar xossalriga bog'liq.

Filtrlash kinetikasi va moddiy balans quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$-dc/dx = bc - aq \qquad -dq/d\tau = -vdc/dx$$

Bu tenglamalarni yechishda jarayonning umumiy tenglamasi hosil bo'ladi:

$$d^2c/dxd\tau + avdc/dx + bdc/d\tau = 0;$$

bu yerda,  $c$  — oqova suvdagi muallaq zarrachalar konsentratsiyasi;  $x$  — kanal maydonining uzunligi;  $b$  va  $a$  — zarrachalarning yopishish va ajralish tezligi konstantasi,  $q$  — cho'kma konsentratsiyasi.

Zarrachaning filtrga «sakrash» holatigacha bo‘lgan davomiyligi himoya harakati vaqti  $\tau_f$  deyiladi. Zarrachaning filtratga «sakrash»gacha bo‘lgan davomiyligi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\tau_f = 1/k(l/v^{1,7} d^{0,7} - s_0 d/v);$$

bu yerda,  $l$  — filtrlovchi qatlam qalinligi;  $d$  — filtrlovchi qatlam zarrachasi o‘lchami,  $k$  va  $s_0$  — boshlang‘ich va tindirilgan oqova suvning muallaq zarrachalari konsentratsiyasiga bog‘liq konstantalar.

Muallaq zarrachalar material qatlamidan o‘tganda kovaklilikni kamaytirib, yuzani o‘zgartiradi. Filtrlovchi qatlam qarshiligi oqova suvning o‘tishi imkoniga qarab oshadi va quyidagiga teng bo‘ladi:

$$h = \int_0^l i dl = i_0 \int_0^l [\varepsilon / (\varepsilon - \Delta V_{cho'k})]^3 dl ;$$

$$i_0 = 0,188 \Psi^2 \mu (1-\varepsilon)^2 / d_e^2 \Delta V_{cho'k}^3 ;$$

$$i = i_0 [\varepsilon / (\varepsilon - \Delta V_{cho'k})]^3 ;$$

bu yerda,  $h$  — filtrlovchi qatlam qarshiligi;  $i_0$  — filtrlovchi qatlamdan toza suyuqlik o‘tgandagi uning qalinlik birligi qarshiligi;  $i$  — filtrlovchi qatlamning tutib qolingan zarrachalar bilan birgalikdagi qarshiligi;  $\varepsilon$  — filtrlovchi qatlam kovaklili;  $V_{cho'k}$  — filtrlovchi qatlamda to‘plangan cho‘kmaning solishtirma hajmi;  $d_e$  — yuklama donachaning ekvivalent diametri;  $\Psi$  — donacha shakli koeffitsiyenti.

Donachali qatlamli filtrlar sekin va tezkor, ochiq va yopiq turlarga bo‘linadi. Ochiq filtrlarda qatlam qalinligi 1—2 m, yopiq filtrlarda 0,5—1 m bo‘ladi. Yopiq filtrlarda suvning bosimi nasos yordamida hosil qilinadi.

**Sekin filtrlar** koagullanmagan oqova suvlarni filtrlashda ishlatiladi. Ular beton yoki g‘ishtli donachali qatlam joylashtirilgan drenaj qurilmali rezervuarlardir. Filtrlash tezligi ulardagi muallaq zarrachalar konsentratsiyasiga bog‘liq: 25 mg/l da filtr tezligi 0,2—0,3 m/soat; 25—30 mg/l da 0,1—0,2 m/soat ni tashkil etadi. Oqova suvlarni tozalash darajasining yuqoriligi filtrning afzalligi hisoblanadi. Kamchiliklari: o‘lchamlari kattaligi, qimmatligi, cho‘kmadan tozalashning qiyinligi.

**Tezkor filtrlar** 2 xil bo‘ladi: bir qatlamli va ko‘p qatlamli. Bir qatlamli filtrlarda filtrlovchi qatlam bir xil matodan, ko‘p qatlamli filtrlarda har xil matodan iborat bo‘ladi. Tezkor filtrning sxemasi 2.6- rasm, *a* da keltirilgan.

Tezkor filtrlarda oqova suv filtr ichiga beriladi. Bu yerda u filtrlovchi matodan, drenajdan o‘tadi va filtrdan ajratiladi. Filtrlovchi material ifloslanganda yuvuvchi suv pastdan yuqoriga beriladi va material yuviladi.

Ko‘p qatlamli tezkor filtrlarda filtrlovchi qatlam turli material donachalaridan tarkib topadi. Masalan, antratsit va qum qatlamidan iborat bo‘lishi mumkin. Yuqori qatlamda pastki qatlamga nisbatan katta o‘lchamli donachalar joylashadi. Filtr turini tanlash filtrlanuvchi suvning miqdoriga, iflosliklar konsentratsiyasiga, ularning disperslik darajasiga, qattiq va suyuq fazaning fizik-kimyoviy xossalriga, talab qilinadigan tozalash darajasiga bog‘liq.

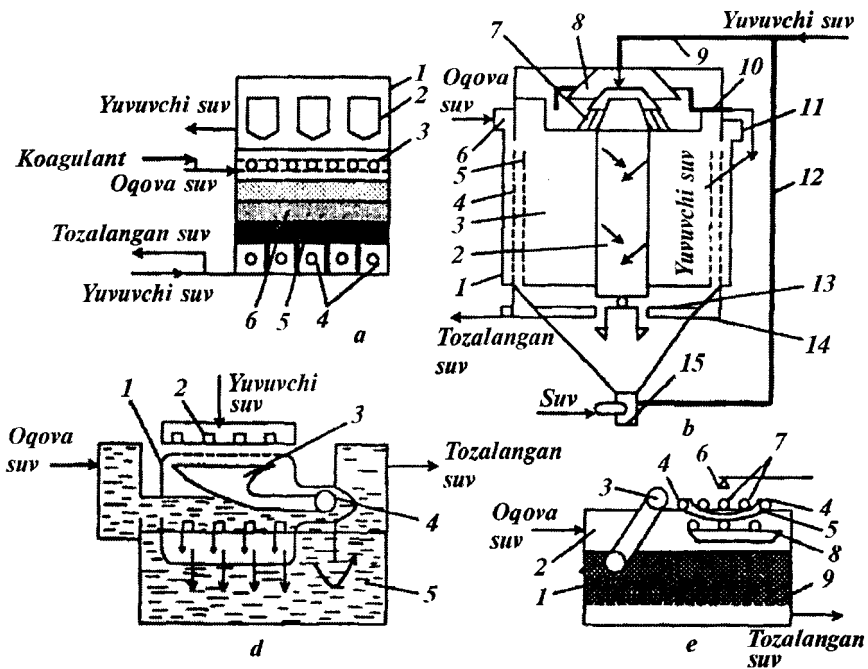
Filtrlarni yuvilganda donachalar muallaq holatga o‘tadi va iflosliklarning yopishgan zarrachalaridan ozod bo‘ladi. Suv-havoli yuvishda avval donachali qatlamga havo purkaladi, so‘ngra suv beriladi.

**Qo‘zg‘aluvchan yukli filtrning** afzalligi filtrlovchi yukning vertikal joylashuvi va filtrlanuvchi suvning gorizontal harakati hisoblanadi. Filtrlovchi material sifatida kvarsli qum (1,5—3 mm) yoki granitli shag‘al (3—10 mm) ishlatiladi. Filtrning sxemasi 2.6- rasm, *b* da keltirilgan.

Bunda oqova suv kollektorga tushadi, u yerdan kanal va teshiklar orqali filtrlovchi qatlamga o‘tadi. Tozalangan suv drenaj kamerasi yordamida filtrdan chiqarib yuboriladi. Ifloslangan material gidroelevatorda quvur bo‘ylab yuvuvchi qurilmaga uzatiladi. Filtrlash tezligi 15 m/soat; yuvuvchi suvning sarfi 1—2%. Tozalash samaradorligi 50—55%ni tashkil etadi.

Filtrning afzalligi: filtrlashning katta tezlikda borishi, filtrning iflosliklardan sifatli yuvilishi. Kamchiligi: metallga ehtiyojning kattaligi, quvur devorining yedirilishi, boshqarishning qiyinligi, qumning maydalanishi va yo‘qotilishi.

**Mikrofiltrlar.** Mikrofiltrlash jarayoni oqova suvni teshik o‘lchamlari 40 dan 70 mkm gacha bo‘lgan to‘rlar orqali suzish



2.6- rasm. Filtrlar:

*a*— tezkor kontaktli filtr: 1 — qobiq; 2 — yuvuvchi suvlarni ajratish tizimi; 3— oqova suvni uzatish tizimi; 4 — yuvuvchi suvlarni uzatish tizimi; 5 — g'ovakli drenaj; 6 — filtrlovchi material; *b* — qo'zg'aluvchan yukli filtr: 1 — qobiq; 2 — drenajli kamera; 3 — o'rta kamera; 4 — kanallar; 5 — teshikli quvurlar; 6 — oqova suvning chiqishi; 7 — klassifikator; 8 — yuvuvchi moslama; 9 — yuvuvchi suvni uzatish uchun quvur; 10 — yuvuvchi suvning chiqarilishi; 11 — kollektor; 12, 13 — quvurlar; 14 — halqali kollektor; 15 — gidroelevator; *d* — mikrofiltr: 1 — aylanuvchi baraban; 2 — yuvish uchun moslama; 3 — yuvuvchi suvni yig'ish uchun tarnov; 4 — yuvuvchi suvni chiqarish uchun quvur; 5 — tiniqlashgan suvni chiqarish uchun kamera; *e* — penopolyuretanli filtr: 1 — penopolyuretan qavati; 2 — kamera; 3 — elevator; 4 — yo'naltiruvchi roliklar; 5 — lenta; 6 — purkagich; 7 — siquvchan roliklar; 8 — regenerat uchun sig'im; 9 — panjarali to'siq.

bilan yakunlanadi. Mikrofiltrlar oqova suvni qattiq va tolali materiallardan tozalashda qo'llaniladi (2.6- rasm, d).

Oqova suv baraban ichiga tushadi va teshik orqali kameraga o'tadi. Muallaq moddalar baraban ichki yuzasida tutib qolinadi va

yuvuvchi suv bilan yuvilganda tarnovga tushadi. Baraban 6—20 min<sup>-1</sup> chastota bilan aylanadi. Filtrlash tezligi 25—45 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·soat). Muallaq zarracha konsentratsiyasi 15—20 mg/l bo'lganda tozalash samaradorligi 50—60% ni tashkil etadi.

**Magnitli filtrlarda** tozalash samaradorligi 80% ga yetadi. Shu sababli ham bunday filtrlar keng tarqalgan. Ular mayda ferromagnit zarrachalarni suyuqlikdan ajratib olishda qo'llaniladi. Bunda magnit zarrachalardan tashqari qum va boshqa iflosliklar ham tutib qolinadi. Magnitli filtrlarning unumdorligi 60 m<sup>3</sup>/s gacha bo'ladi.

Laminar oqimli oqova suvlar magnit maydoni orqali o'tganda 0,5—1 mkm o'lchamli ferromagnit zarrachalar magnitlanadi va o'lchami 50 mkm bo'lgan aglomeratlar hosil qiladi. Ular filtrlab ajratib olinadi yoki gravitatsion maydon ta'sirida cho'ktiriladi. Bunda suyuqlik oqimi yo'nalishi magnit maydon yo'nalishiga mos bo'lishi kerak.

Magnitli separatorlar 3 guruhga bo'linadi: 1) ferromagnit zarrachalarning ajralishi doimiy magnit ta'siri ostida bõrõvchi separatorlar; 2) zarracha ajratuvchilar sifatida maxsus ferromagnit elementlar qo'llanuvchi separatorlar; 3) turli mexanik filtrlõvchi elementli doimiy magnitlar kombinatsiyasidan iborat filtrseparatorlar.

**Emulgirlangan moddalarni filtrlash.** Emulsiyalarni donachali qatlam orqali filtrlashda yuzaning boshlang'ich xususiyati katta ahamiyatga ega. Gidrofob yuzaga zarrachalarning yopishishi gidrofil yuzadagiga nisbatan kuchliroq, chunki gidrofil materiallar yuzasida gidrat qobig'i mavjud. Yopishish shu qobiqlar buzilgandagina hosil bo'ladi.

Neft mahsulotlari va yog'ni ajratish uchun penopoliuretanli filtrlar ishlatiladi (2.6- rasm, e). Material qatlami balandligi 2—2,5 m, penopoliuretan bo'laklari o'lchami 5—10 mm. Filtrlash tezligi 25 m/s gacha. Bunday filtrlarni oqova suvda yog' konsentratsiyasi 1000 mg/l gacha bo'lganda qo'llash mumkin.

Yuqoridan berilgan oqova suv material qatlamidan o'tadi va yog' zarrachalaridan tozalanadi. Material yog'ga to'yingandan so'ng suv bilan yuvilib, 3 martagacha mexanik siqish bilan regeneratsiyalanadi. Material elevatordan lentaga berilib, siqish g'ildiraklaridan o'tkaziladi.



## 2.6. Muallaq zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish

Muallaq zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida cho'ktirish gidrosiklon va sentrifugalarda olib boriladi.

**Gidrosiklonlar.** Oqova suvlarni tozalashda bosimli va ochiq (past bosimli) gidrosiklonlar qo'llaniladi. Bosimli gidrosiklonlar qattiq iflosliklarni cho'ktirishda, ochiq gidrosiklonlar esa cho'kuvchan va qalqib chiquvchi iflosliklarni ajratishda ishlatiladi. Suyuqlik gidrosiklonlarda aylantirilganda zarrachalarga markazdan qochma kuch, harakatlanayotgan oqimning qarshilik kuchi, gravitatsion va inersiya kuchlari ta'sir etadi.

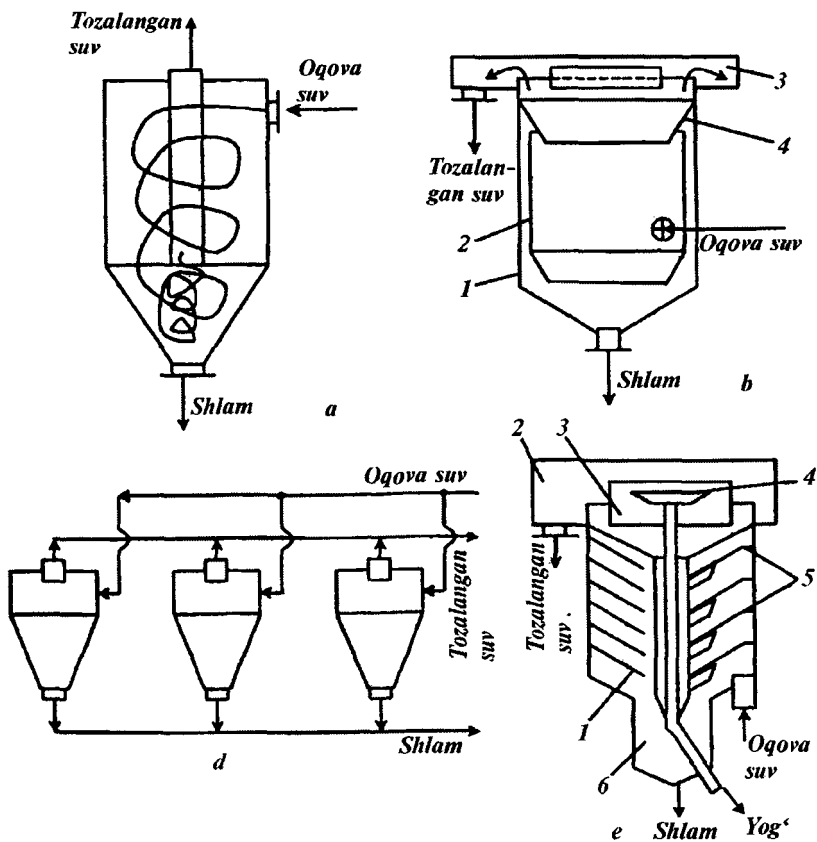
Markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikda zarrachalarning harakat tezligi uning diametri  $d$ , fazalar zichligi farqi  $\rho$ , qovushoqligi  $\mu_c$ , oqova suv zichligi  $\rho_{o.s.}$  va markazdan qochma kuch maydonining tezlanishi  $I$  ga bog'liq:

$$v_m = C^{0,385} d^m \rho^{(m-2)/3} \Delta\rho^{(m+1)/3} I^{(m+1)/3} / \mu_s^{(2m-1)/3}.$$

Proporsionallik koeffitsiyenti  $C$  va daraja ko'rsatkichi  $m$  gidrodinamik rejimga bog'liq. Laminar rejimda  $Re = v_m d \rho / \mu_s = 1,6$ ;  $m=2$ ;  $C=1,7 \cdot 10^{-4}$ . O'tish rejimida  $Re=16-420$ ;  $m=1,2$ ;  $C=2,49 \cdot 10^{-3}$ . Turbulent rejimda  $Re > 420$ ,  $m=5,36$ ,  $C=0,5$  ga teng.

Gidrosiklonning ish samaradorligiga suyuqlikning fizik xossaligidan tashqari konstruktiv ko'rsatkichlar (qurilma, kiritish va chiqarish patrubkalari diametri) ham ta'sir etadi. Bosimli gidrosiklonlar orasida konussimon shaklga ega bo'lgan qurilmalar keng tarqalgan (2.7- rasm, a).

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv tangensial holatda gidrosiklonga beriladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik aylanganda gidrosiklon ichida bir qator oqimlar hosil bo'ladi. Suyuqlik silindrik qismga kimgach aylanuvchan harakatga keladi va devor yaqinida vintli spiral bo'yicha pastga harakatlanadi. Uning yirik zarrachali bir qismi gidrosiklondan chiqarib olinadi, qolgan (tiniqlashgan) qismi qaytarilib, yuqoriga gidrosiklon o'qi atrofida harakatlanishga beriladi. Bu yerda radial, yopiq sirkulatsion tok hosil bo'ladi.



### 2.7- rasm. Gidrosiklonlar:

- a — bosimli; b — ichki silindri va konussimon diafragmali;  
 1 — korpus; 2 — ichki silindr; 3 — halqali tarnov; 4 — diafragma;  
 d — bosimli gidrosiklonlar bloki; e — tozalangan suvni chiqarish uchun kerak bo'lgan egilgan patrubkali ko'p yarusli gidrosiklon; 1 — konussimon diafragma; 2 — tarnov; 3 — suv to'kish idishi; 4 — yog' yig'uvchi voronka; 5 — ajratuvchi tarnovlar; 6 — shlaklarni chiqaruvchi teshik.

Markazda esa havo to'sig'i yuzaga keladi, uning bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'lib, gidrosiklon ish samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Gidrosiklonlar diametri 10 dan 700 mm gacha bo'lib, silindrik qismining balandligi qurilma diametriga teng qilib tayyorlanadi. Konuslik burchagi 10—20° ga teng bo'ladi.

Gidrosiklonlar ishining samaradorligi 70% gacha yetadi. Suvning qovushqoqligi kamayganda markazdan qochma kuch maydonida zarrachalarning cho‘kishi tezlashadi. Suyuqlik zichligi ortishi bilan suvdan og‘irroq bo‘lgan zarrachalarda fazalar zichligi farqi kamayadi. Bu ularning markazdan qochma kuch maydonida tezligining pasayishi va zarrachalar suvdan yengil bo‘lganda — harakat tezligi oshishida ko‘rinadi.

Kichik diametrli gidrosiklonlar parallel ishlovchi umumiy agregatga birlashtiriladi. Bunday qurilmalar *multigidrosiklonlar* deyiladi. Multigidrosiklonlar asosan kam miqdordagi oqova suvlarni mayda dispers zarrachalardan tozalashda ishlatiladi. Bunday qurilmalarning ish unumdorligini oshirish uchun ularning miqdori ko‘paytiriladi va bloklarga joylashtiriladi (2.7- rasm, d).

Bosimli gidrosiklon quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = K_1 \cdot D \cdot d_{kir} \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta H} ,$$

bu yerda,  $K_1$  — o‘lchovsiz koeffitsiyent;  $D$  — gidrosiklon diametri, m;  $d_{kir}$  — kiritish patrubkasi diametri, m;  $\Delta H$  — chiqarish va kiritish patrubkalaridagi bosimlar farqi, Pa.

**Ochiq (bosimsiz) gidrosiklonlar** oqova suvlarni yirik iflosliklardan (yirikligi 5 mm/s) tozalashda qo‘llaniladi. Ular bosimli gidrosiklonlardan quvvatining yuqoriligi va gidravlik qarshiligining kichikligi bilan farqlanadi. Bunday gidrosiklonlarning biri — ichki silindrlil va konussimon diafragmalil gidrosiklon 2.7-rasm, b da keltirilgan.

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv tangensial shaklda ichki silindr bilan chegaralangan bo‘shliqqa beriladi. Oqim spiral bo‘ylab yuqoriga harakatlanadi. Silindr yuqorisiga yetgach u 2 oqimga bo‘linadi. Ulardan biri (tiniqlangan suv) diafragmaning markaziy teshigiga qarab harakatlanadi va undan o‘tib tarnovga tushadi. Muallaq zarrachali ikkinchi oqim silindr va gidrosilindr devorlari orasidagi bo‘shliqqa yo‘naltiriladi hamda uning konussimon qismiga tushadi.

**Ko‘p yarusli gidrosiklonlarda** ishchi hajm bir necha yarusli konussimon diafragmalar bilan bir nechta yaruslarga bo‘linib, ularning har biri o‘ziga mustaqil ishlaydi. Bunday konstruksiyada mayda qavatli tindirish usulidan foydalanilgan (2.7- rasm, e).

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv kameralardan teshik orqali bo'shliqqa kelib tushadi, u yerda spiral bo'ylab markazga harakatlanadi. Natijada qattiq zarrachalar ostki diafragma yaruslariga cho'kadi. Cho'kma suzilib, yoriq orqali konussimon qismga tushadi. Tiniqlashgan suv halqasimon oqimga oqib o'tadi. Yog' va neft zarrachalari diafragma orqasidagi tuynuk orqali yuqoridagi diafragma ostidan qalqib chiqadi. Ularni voronka orqali gidrosiklonidan ajratib olinadi.

Ko'p yarusli gidrosiklonning quvvati quyidagicha topiladi:

$$Q = 3,6 \cdot \pi \cdot \dot{n} (R^2 - r^2) \omega_{\text{cho'k}};$$

bu yerda,  $R$  — aylanish radiusi;  $r$  — shlam qabul qiluvchi sig'im radiusi;  $n$  — gidrosiklonidagi yaruslar soni.

Gidrosiklonlarning konstruktiv o'lchamlari: diametri 3—6 m; yarus balandligi 130—200 mm; yaruslar soni 4—20 ta; diafragma yoriqlarining diametri 0,6—1,4 m; shlam chiqaruvchi yoriqlarning kengligi 100 mm; suvning jihozga kirayotgandagi tezligi 0,5 m/sek.

**Sentrifugalar.** Cho'kmalarni oqova suv tarkibidan ajratib olishda filtrlovchi va tiniqlashtiruvchi sentrifugalar ishlatiladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida filtrlash suspenziyani to'r yoki filtrlovchi mato tortilgan teshikli barabanda aylantirish bilan amalga oshiriladi. Cho'kma baraban devorlarida qoladi. Uni qo'l yoki pichoq bilan ajratib olinadi. Bunday filtrlash kam namlikka ega bo'lgan cho'kmani olish va cho'kmani yuvish kerak bo'lganda samarali hisoblanadi.

Markazdan qochma kuch ta'sirida filtrlash tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$d\nu/d\tau = \rho_s \cdot \omega^2 \cdot (R^2 - r_s^2) \cdot \pi \cdot K_q \cdot L / \mu \cdot \ln(R/r_{\text{cho'k}}).$$

Sentrifugadagi bosimlar farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P = \omega^2 \cdot \rho_s (R^2 - r_s^2) / 2;$$

bu yerda,  $\rho_s$  — suyuqlik zichligi;  $\omega$  — rotor aylanishining burchak tezligi,  $R$  — rotor radiusi;  $r_s, r_{\text{cho'k}}$  — mos ravishda suyuqlik va cho'kmaning ichki radiusi;  $K_q$  — qatlamning proporsionallik koeffitsiyenti,  $L$  — rotor uzunligi.

Filtrovchi sentrifugalalar yuqori darajada suvsizlantirilgan choʻkma olish, uni samarali yuvish uchun ishlatiladi. Bunda toza filtrat qoʻllaniladi. Sentrifugalalar davriy yoki uzluksiz ishlaydi. Ular gorizontal, vertikal yoki qiya joylashadi. Ular yopiq va ochiq holda ishlashi mumkin.

Davriy ravishda ishlovchi sentrifugalalar suspenziya sarfi  $5 \text{ m}^3/\text{soat}$  dan kichik va suspenziyadagi zarrachalar diametri  $10 \text{ mkm}$  dan katta boʻlganda qoʻllaniladi. Sentrifugalalar orasida eng koʻp tarqalgani choʻkmani mexanik tushiruvchi sentrifugalalar hisoblanadi.

Ularning ish sikli quyidagi jarayonlardan iborat: toʻldirish, sentrifugalash, choʻkmani yuvish, choʻkmani yuvish va tushirishdan keyingi sentrifugalash. Uzluksiz ishlaydigan sentrifugalalar orasidan choʻkmani pulsirlashli va shnekli tushirish turi koʻp tarqalgan. Zarrachalar oʻlchami  $100 \text{ mkm}$  dan katta boʻlgan konsentrlangan suspenziyalar ajratish uchun qabul qilinadi.

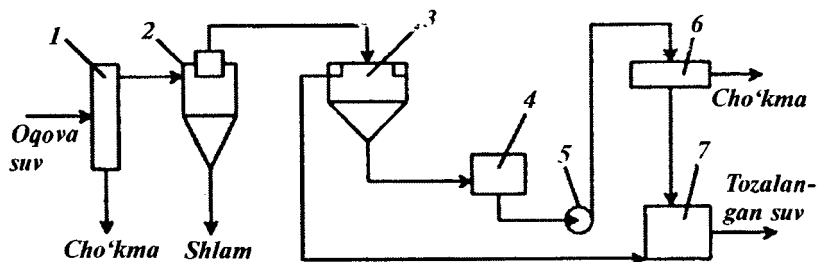
Oqova suvlarni tozalash tizimlarida uzluksiz ishlaydigan tindirgichli sentrifugalalar orasida gorizontal shnekli OGSHT turidagi sentrifugalalar koʻp tarqalgan. Ularda zarrachalar oʻlchami  $0,2 \text{ mm/s}$  (qarama-qarshi oqimda) va  $0,05 \text{ mm/s}$  (toʻgʻri oqimda) ga teng boʻlgan oqova suvlar tozalanadi. Sentrifugalarning quvvati quyidagiga teng:

$$Q = K v_v / \tau_s;$$

bu yerda,  $K$  — vanna hajmidan foydalanish koeffitsiyenti ( $K=0,4-0,6$ );  $v_v$  — rotor vannasining hisoblangan hajmi;  $\tau_s$  — suspenziyaning rotorda boʻlish davomiyligi.

Oqova suvlarni sentrifugalalarda tozalash sxemasi 2.8-rasmda keltirilgan. Oqova suvdan avval toʻr yordamida yirik choʻkma, soʻng gidrosiklonda qum ajratib olinadi. Choʻkma zichlashgandan soʻng uni sentrifugadan ajratib olinadi.

**Chualchangsimon siquvchi qurilmalar.** Bunday qurilmalar sentrifugalarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: tez aylanuvchi qismlari yoʻq, choʻkmaning oxirgi namligi kam, tayyorlash oddiy va jarayon uzluksiz. Kamchiliklari: quyi konsentratsiyali va mayda dispers ( $100 \text{ mkm}$  dan kichik) suspenziyalar bilan ishlaganda



2.8-rasm. Cho'kmani oqova suvdan sentrifuga yordamida ajratib olish:  
 1— to'r; 2— gidrosiklon; 3— cho'kma zichlashtirgich; 4, 7— sig'imlar;  
 5— nasos; 6— sentrifuga.

qattiq fazaning ko'p qismi yo'qotiladi va qurilmada cho'kmani yuvish mumkin emas.

**Ishlash prinsipi.** Supenziya yuklovchi voronka orqali filtrlovchi qobiqqa kelib tushadi. Qattiq faza zarrachalari chuvalchangsimon siquvchi qurilmaning filtrlovchi qobig'ida cho'kadi va chiqarib yuboriladi. Cho'kma oxirgi namlikka ega bo'ladi. Shnek elektrdvigatel yordamida aylantiriladi. Aylanish chastotasi katta emas. Bunday qurilmalarda tolali zarrachali suspenziyalar yaxshi ajratiladi.



### Savol va topshiriqlar

1. Gidravlik yiriklik nima va u qanday aniqlanadi?
2. Oqova suvlardan muallaq zarrachalarni ajratib olish uchun qanday tindirgichlar ishlatiladi va ularning samaradorligi qancha?
3. Tindirish jarayonining samaradorligini oshirishning qanday usullari mavjud?
4. Filtrlash tezligi qanday aniqlanadi?
5. Emulsiyalarni filtrlash jarayoni qaysi filtrlarda olib boriladi? Ularning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
6. Muallaq zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'siri ostida ajratib olish mexanizmini tushuntirib bering.
7. Bosimli gidrosiklonlarning ochiq gidrosiklonlardan farqi nimada?
8. Filtrlovchi sentrifugal qanday maqsadlarda ishlatiladi?

## OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING FIZIK-KIMYOVIY USULLARI

Oqova suvlarni fizik-kimyoviy tozalashga koagullash, flokullash, adsorblash, ion-almashinish, ekstraklash, rektifiklash, bug'latish, distillash, qaytar osmos, ultrafiltrlash, kristallash, desorblash kabi usullar kiradi. Bu usullar oqova suvlar tarkibidagi mayda dispers zarrachalardan (qattiq va suyuq), erigan gazlardan, mineral va organik moddalardan tozalashda qo'llaniladi. Fizik-kimyoviy usullarni qo'llash biokimyoviy usullarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega:

1. Oqova suv tarkibidagi zaharli biokimyoviy oksidlanmaydigan organik ifloslantiruvchilarni yo'qotish mumkin.

2. Ancha chuqur va barqaror darajada tozalashga erishiladi.

3. Qurilmalar o'lchami kichik.

4. Bosimlar o'zgarishiga ta'sirchanligi kam.

5. To'liq avtomatlashtirish mumkin.

6. Ba'zi jarayonlarning kinetikasi chuqur o'rganilgan, model-lashtirish, matematik izohlash va optimallashtirish imkoniyati bor.

7. Turli moddalarni rekupirlash imkoni bor.

Oqova suvlarni tozalashda sanitariya va texnologiya talablariga amal qilgan holda usul tanlanadi. Bunda oqova suvning miqdori, ifloslovchi moddalarning konsentratsiyasi, moddiy va energetik resurslarning mavjudligi va jarayonning foydaliligi hisobga olinadi.

### 3.1. Koagullash va flokullash

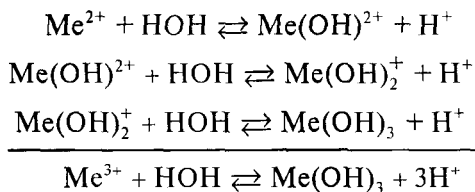
**Koagullash.** Bu jarayonda dispers zarrachalar o'zaro ta'sirla-shishi natijasida yiriklashadi va agregatlar hosil qilib birikadi. Bu usuldan mayda dispers iflosliklardan va emulgirlangan moddalardan tozalashda foydalaniladi. Usul suvdan 1—100 mkm o'lchamli kolloid dispers zarrachalarni ajratib olishda yaxshi samara beradi.

Koagullash jarayoni kimyoviy va fizikaviy jarayonlar yordamida amalga oshiriladi. Oqova suvlarni koagullash uchun unga maxsus moddalar — koagulantlar qo‘shiladi. Koagulantlar suvda og‘irlik kuchi ta‘sirida tez cho‘kadigan metall gidroksidlari iviqlarini hosil qiladi. Iviqlar muallaq va kolloid zarrachalarni tutib, ularni agregatlash qobiliyatiga ega bo‘ladi. Kolloid zarrachalar (–) manfiy, koagulant iviqlari (+) musbat zaryadga ega bo‘lganligi uchun ular o‘rtasida o‘zaro tortishish kuchi vujudga keladi.

Kolloid zarrachalar uchun zarracha yuzasida ikkilamchi elektr qavatning hosil bo‘lishi xosdir. Ikkilamchi qavatning bir qismi fazalar ayirmasi yuzasida joylashadi, ikkinchi qismi esa ionlar bulutini hosil qiladi. Ikkilamchi qavatning bir qismi qo‘zg‘almas, boshqa qismi qo‘zg‘aluvchan (diffuziya qatlami) bo‘ladi. Qatlamning qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas qismlari orasidagi potentsiallar farqi  $\xi$  — dzeta potentsial termodinamik potentsial  $E$  ga hamda qo‘shaloq qatlam qalinligiga bog‘liq. Uning miqdori zarrachalar itarilishining elektrostatik kuchi kattaligini ifodalaydi. Kolloid zarrachalarni koagullashga uchratish uchun ularni dzeta potentsialining musbat zaryadiga ionlarni qo‘shish bilan kritik qiymatgacha kamaytirish zarur. Koagullash jarayonining samaradorligi koagulant ionining valentligiga bog‘liq. Valentlik katta bo‘lsa, koagulantning ta‘siri yuqori bo‘ladi.

Koagullash jarayoni boshlanishi uchun zarrachalar bir-biriga kimyoviy bog‘lanish va tortishish kuchi ta‘sir qila oladigan darajada yaqinlashishi kerak. Zarralarning yaqinlashi broun yoki suv oqimining laminar va turbulent harakati natijasida amalga oshadi.

Koagulantlarning gidrolizlanishi va iviqlar hosil bo‘lishi quyidagi bosqichlarda boradi:



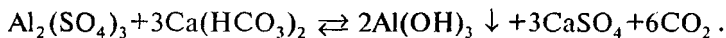
Gidroliz jarayoni bir oz murrakabroq boradi.



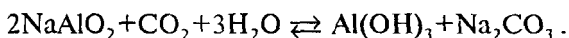
Metall ioni gidrooksid ioni va polimerlash reaksiyalari natijasida barqaror oraliq birikmalar hosil qiladi. Hosil bo'lgan birikma musbat zaryadli bo'lib, manfiy zarayadlangan kolloid zarrachalar bilan yengil adsorbsilanadi.

Koagulant sifatida ko'pincha aluminiy, temir tuzlari yoki ularning aralashmalari ishlatiladi. Koagulant tanlash uning tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari va narxi, zarrachalarning suvdagi konsentratsiyasi, pH va suvdagi tuz tarkibiga bog'liq.

Koagulant sifatida aluminiy sulfat  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ; natriy aluminat  $NaAlO_2$ ; aluminiy gidroksochlorid  $Al_2(OH)_5Cl$ ; aluminiy-kaliy va aluminiy-ammoniyning tetraksosulfatlari [alumokaliyli achchiqtosh —  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  va ammiakli achchiqtosh  $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ] ishlatiladi. Bu koagulantlardan eng ko'p qo'llaniladigani aluminiy sulfat bo'lib, u  $pH=5-7,5$  oraliqda samarali hisoblanadi. U suvda yaxshi eriydi va narxi ham qimmat emas. Uni quruq holda yoki 50% li eritma holatida qo'llasa bo'ladi. Koagullash jarayonida u gidrokarbonatlar bilan o'zaro ta'sirlashadi:

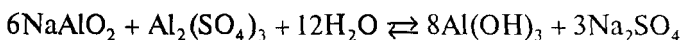


Natriy aluminat quruq holatda yoki 45% li eritma holatida qo'llaniladi. U ishqoriy reagent hisoblanib,  $pH=9,3-9,8$  da tez cho'kuvchi iviqlar hosil qiladi. Ortiqcha ishqoriylikni neytrallash uchun kislotaga yoki tarkibida  $CO_2$  bo'lgan tutun gazlari ishlatiladi:

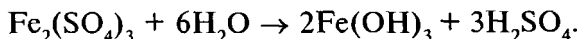
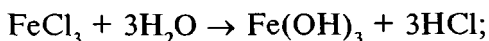


Ko'pgina hollarda (10:1) — (20:1) nisbatdagi

$NaAlO_2 + Al_2(SO_4)_3$  aralashmasi qo'llaniladi:



Bu tuzlarni birga qo'llash tiniqlashtirish samaradorligini, iviqlarning cho'kish tezligini va zichligini oshiradi, pH ning optimal chegarasini kengaytiradi. Temir tuzlaridan koagulant sifatida temir sulfatlari  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ ;  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$  va  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  hamda temir xlorid  $FeCl_3$  qo'llaniladi. Uch valentli temir tuzlarini qo'llash suvni tiniqlashtirishda yaxshi samara beradi. Temir xlorid quruq yoki 10—15% li eritma ko'rinishida ishlatiladi.



Temir tuzlari koagulant sifatida aluminiy tuzlariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: suvning past haroratida yaxshi ta'sir qiladi; optimal pH muhiti miqdorining chegaralari kengroq; iviqlar pishiqligi yirikligi va gidravlik yiriklik, tarkibida tuz bo'lgan suv uchun qo'llash mumkin; yomon hid va ta'mlarni yo'qotishi mumkin. Kamchiliklari: temir kationlarining ba'zi organik birikmalar bilan reaksiyasi natijasida kuchli bo'yovchi komplekslar hosil qilishi; qurilma korroziyasini tezlashtiruvchi kuchli kislotali xossaga ega, iviqlar sirtining yetilmaganligi.

Koagullash jarayonining tezligi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq. Elektrolitning konsentratsiyasi kichik bo'lganda o'zaro yopishadigan zarrachalarning to'qnashuv sonini to'qnashuvning umumiy soniga nisbati ( $\Psi = 0$ ) nolga yaqin bo'ladi. Bunday koagullash *sekin koagullash* deyiladi.  $\Psi = 1$  bo'lganda tezkor koagullash yuzaga keladi, ya'ni barcha zarrachalarning o'zaro to'qnashuvi agregat hosil bo'lishi bilan yakunlanadi.

Zarrachalarning broun harakatida qo'zg'almas muhit uchun tezkor koagullash tezligi Smoluxovskiy nazariyasiga binoan:

$$dn_x/d\tau = k(n_0 - n_x)^2$$

bo'ladi.

Suvning hajm birligida  $\tau$  vaqt davomidagi zarrachalar soni sekin va tezkor koagullash uchun quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$n_\tau = n_0 / (1 + \tau / T_{1/2}); \quad n_\tau = n_0 / [1 + \psi (\tau / T_{1/2})]$$

Laminar va turbulent rejimdagi suv oqimining ma'lum hajmdagi zarrachalarining o'zaro ta'sirlashish soni  $n_1$  va  $n_2$  quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$n_t = 1/6 n_1 n_2 G (d_1 + d_2)^3,$$

$$n_t = 5n_1 n_2 R^2 \sqrt{u_1^2 + u_2^2},$$

bu yerda,  $n_x$  — zarrachalar agregatlari soni;  $K$  — koagullash konstantasi  $K \approx 4\pi\partial R \approx 4\pi D r$ ;  $D$  — birlamchi zarrachalarning diffuziya koeffitsiyenti;  $r$  — zarrachalar radiusi;  $R$  — zarrachalar o‘zaro birlashishi uchun zarur bo‘lgan ular orasidagi oraliq ( $R \approx 2r$ );  $n_0$  — zarrachalarning boshlang‘ich konsentratsiyasi;  $T_{1/2}$  — ma‘lum hajmdagi zarrachalar miqdorini koagullash vaqti;  $\Psi$  — zarrachalar to‘qnashuvining samaradorlik koeffitsiyenti;  $n_1$  va  $n_2$  — mos ravishda suv oqimining laminar va turbulent rejimi uchun zarrachalarning o‘zaro ta’sirlashish soni;  $n_1$  va  $n_2$  — mos ravishda  $d_1$  va  $d_2$  o‘lchamdagi zarrachalar soni;  $G$  — tezlik gradiyenti ( $G = dv/dz$ );  $\bar{u}_1$  va  $\bar{u}_2$  — ikki koagullanuvchi zarrachalarning o‘rtacha kvadrat tezligi.

Polidispers sistemalarda monodispers sistemaga nisbatan koagullash jarayoni tezroq boradi, chunki yirik zarrachalar cho‘kishida o‘zi bilan birga mayda zarrachalarni ham cho‘ktiradi. Zarrachalar shakli ham koagullash tezligiga ta’sir qiladi. Masalan, uzunchoq holatdagi zarrachalar shar shaklidagi zarrachalarga nisbatan tezroq cho‘kadi.

Iviqlarni tavsiflashda diametr ekvivalent tushunchasidan foydalaniladi:

$$d_c = 0,136 \sqrt{v \omega_{cho'k} / [(\rho_x - 1) K_{sh}]},$$

bu yerda,  $v$  — suvning kinematik qoshushqoqligi;  $\rho_x$  — iviqlar zichligi;  $\omega_{cho'k}$  — erkin cho‘kish tezligi;  $K_{sh}$  — iviqlarning shakl koeffitsiyenti.

Iviqlar zichligi  $\rho_s$  suvning va qattiq fazaning zichligi  $\rho_q$  hamda iviqlarning hajm birligi ichida qattiq moddaning hajmini  $\delta_q$  hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$\rho_x = \rho_s + \delta_q (\rho_q - \rho_s).$$

Iviqlarning mustahkamligi zarrachalarning granulali tarkibi va qovushqoqlikka bog‘liq. Har xil o‘lchamli zarrachalar aglomeratlari bir xil o‘lchamlilarga nisbatan mustahkamroq. Suvdan gaz

ajralishi va aeratsiya va flotasiya natijasida iviqlar gazga to'yinadi. Bu esa iviqlar zichligini va cho'kish tezligining kamayishiga olib keladi.

Flokullash jarayoni oqova suv tarkibiga yuqori molekular birikmalar, ya'ni flokulantlar ta'sir ettirish natijasida muallaq zarrachalarni yiriklashtirishdan iborat. Koagullash jarayonidan farqli ravishda bu jarayonda zarrachalarning yiriklashishi zarrachalarning o'zaro ta'siri bilan emas, balki flokulant zarrachalarida adsorbsiyalangan molekularlarning o'zaro ta'siri natijasida sodir bo'ladi.

Oqova suvlar tarkibidagi aluminiy va temir gidroksidlari iviqlari hosil bo'lish jarayonini tezlashtirish maqsadida flokullash jarayonidan foydalaniladi. Flokulantlarni qo'llash koagulant miqdorini kamaytirish, koagullash vaqtini qisqartirish va hosil bo'lgan iviqlarning cho'kish tezligini oshirishga yordam beradi.

Oqova suvlarni tozalash uchun tabiiy va sintetik flokulantlardan foydalaniladi. Tabiiy flokulyantlarga kraxmal, dekstrin, ayrim efirlar, selluloza va boshqalar kiradi. Faollangan kremniy dioksidi ( $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ ) eng keng tarqalgan anorganik flokulant hisoblanadi. Sintetik flokulyantlar orasida ko'p ishlatiladiganlari poliakrilamid PAA ( $-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CONH}_2$ )<sub>n</sub>, texnik PAA va gidrolizlangan PAA dir.

Flokulant tarkibi va dozasini tanlashda uning makromolekulasining xususiyati va dispers zarralarning tabiati hisobga olinadi. Oqova suvlarni tozalashda PAA ning optimal miqdori 0,4—1 g/m<sup>3</sup> atrofida bo'ladi. PAA ni pH ning turli oraliqlarida qo'llash mumkin, biroq flokullangan iviqning cho'kish tezligi pH > 9 bo'lganda pasayadi.

Flokulantlarning ta'sir mexanizmi quyidagi hodisalarga asoslangan: kolloid zarrachalar yuzasida flokulant molekularining adsorbsiyasi; flokulant molekularining retikulatsiyasi (to'rsimon strukturaning hosil bo'lishi); Van-der-Vaals kuchlari hisobiga kolloid zarrachalarning yopishishi. Flokulantlarning kolloid zarrachalar bilan ta'sirlashishi natijasida uch o'lchamli strukturalar hosil bo'ladi. Bu suyuq fazadan mayda zarrachalarning tezroq va to'liqroq ajralishiga olib keladi. Bunday strukturaning hosil bo'lishiga sabab flokulant makromolekularining bir necha zarrachalar

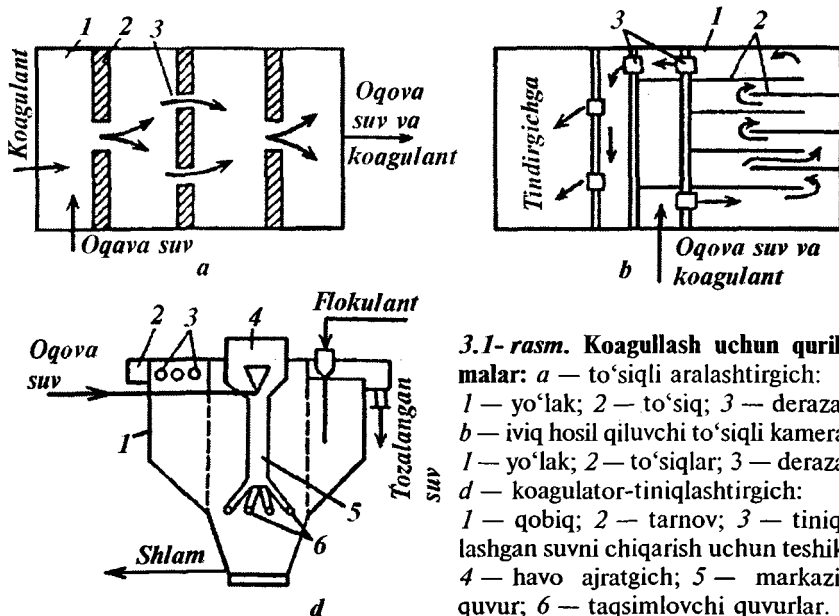
o'rtasida polimer ko'priklarini hosil qilib, adsorbsiyalanishidir. Kolloid zarrachalar manfiy zaryadga ega bo'lganligi uchun aluminiy va temir gidroksidlari bilan birga cho'kadi. Faollangan kremniy dioksidi qo'shilganda cho'kish tezligi 2—3 marta tezlashadi va tiniqlashish samarasi oshadi. Poliakrilamid 7—9% li gel holatida ishlab chiqariladi, u 273°K dan past haroratda qotadi. PAA ni suvga qo'shganda uning qovushqoqligi ortadi.

Flokulantlarning samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\eta_f = (\omega_f - \omega) / \omega q,$$

bu yerda,  $\omega_f$  va  $\omega$  — flokulantlangan va flokulantlanmagan cho'kmaning cho'kish tezligi, mm/s;  $q$  — 1 t qattiq modda uchun flokulant sarfi.

Oqova suvlarni koagullash va flokullash usullari bilan tozalash quyidagi bosqichlardan iborat: reagentlarni dozalash, oqova suv bilan aralashtirish, iviqlarni hosil qilish va cho'ktirish.



3.1- rasm. Koagullash uchun qurilmalar: a — to'siqli aralashtirgich: 1 — yo'lak; 2 — to'siq; 3 — deraza; b — iviq hosil qiluvchi to'siqli kamera: 1 — yo'lak; 2 — to'siqlar; 3 — deraza. d — koagulator-tiniqlashtirgich: 1 — qobiq; 2 — tarnov; 3 — tiniqlashgan suvni chiqarish uchun teshik; 4 — havo ajratgich; 5 — markaziy quvur; 6 — taqsimlovchi quvurlar.

Koagulantlarni suv bilan aralashtirish uchun mexanik va gidravlik aralashtirgichlardan foydalaniladi. Gidravlik aralashtirgichlarda aralashtirish suv oqimining harakat yoʻnalishi va oqim tezligi oʻzgarishi natijasida sodir boʻladi. Bunday aralashtirgichlardan birining sxemasi 3.1- rasm, *a* da keltirilgan.

Aralashtirgichli qurilmalarda aralashtirish jarayonini bir maromda olib borish maqsadga muvofiqdir.

Oqova suvlarni reagentlar bilan aralashtirilgach iviq hosil qilish kamerasiga yoʻnaltiriladi. Kameralarda iviq hosil boʻlishi 10—30 daqiqa davom etadi. Iviq hosil qiluvchi toʻsiqli kameraning sxemasi 3.1- rasm, *b* da keltirilgan. Iviq hosil qilish kamerasi toʻsiqlar bilan ajratilgan ketma-ket oʻtkazilgan yoʻlaklardan iborat. Yoʻlaklarda suvning tezligi 0,2—0,3 m/s ga teng boʻladi.

Iviqlarning choʻkishi tindirgich va tiniqlashtirgichda amalga oshiriladi. Aralashtirish, koagullash va choʻktirish bosqichlari baʼzan bitta qurilmada olib boriladi (3.1- rasm, *d*).

### 3.2. Flotatsiya

Oqova suvdan erimaydigan va oʻzi mustaqil choʻkadigan aralashmalarni ajratib olish uchun flotatsiya usuldan foydalaniladi. Baʼzan erigan moddalar, masalan sirt faol moddalar (SFM) ni ajratib olishda ham bu jarayon qoʻllaniladi. Bu jarayon *koʻpikli quyultirish* deb ataladi. Neftni qayta ishlash, sunʼiy tola, selluloza-qogʻoz ishlab chiqarish, teri oshlash, mashinasozlik, oziq-ovqat, kimyo sanoati oqova suvlarini tozalashda flotatsiya qoʻl keladi. Biokimyoviy tozalashdan soʻng faol loyqani ajratib olishda ham bu usuldan foydalaniladi.

Jarayonning uzluksizligi, qoʻllanish sohasining kengligi, kapital va ekspluatatsion sarflarning katta emasligi, qurilmaning soddaligi, tindirish jarayoniga nisbatan jarayonning tezligi yuqoriligi, namligi yuqori boʻlmagan (90—95%) choʻkma olishning imkoni borligi, tozalash samaradorligining yuqoriligi (95—98%), ajratib olingan moddalarni rekuperatsiya qilish imkonining borligi flotatsiyaning afzalliklari hisoblanadi. Flotatsiyada oqova suvlarni aeratsiya qilish hisobiga SFM va oson oksidlanuvchi

moddalarning, bakteriya va mikroorganizmlarning konsentratsiyasini kamaytirish mumkin. Bularning hammasi oqova suvlarni tozalashning keyingi bosqichlarini muvaffaqiyatli amalga oshirishga asos bo'ladi.

Flotatsiyaning elementar akti suvda yuqoriga ko'tarilayotgan havo pufakchasi bilan qattiq gidrofob zarrachalarini ajratib turgan suv qatlamchani buzilib, pufakchani zarracha bilan yopishib birikishi bilan tushuntiriladi. «Pufakcha-zarracha» kompleksi suv yuzasiga ko'tarilib, yig'iladi va boshlang'ich oqova suvdagiga nisbatan yuqoriroq konsentratsiyali zarrachalarning ko'pikli qatlami vujudga keladi.

Flotatsion zarracha-pufakcha kompleksining hosil bo'lishi, jarayonning tezligi va bog'larning mustahkamligiga, kompleksning mavjudlik davomiyligi esa zarrachalar tabiatiga, shuningdek, reagentlarning zarrachalar yuzasi bilan ta'sirlashishi tabiatiga va zarrachalarning suvda namlanish qobiliyatiga bog'liq.

Zarrachalarning o'zaro yopishishi  $\theta$  burchak ko'rsatkichi bilan tavsiflanuvchi zarrachalarning ho'llanishiga bog'liq. Ho'llanish burchagi qancha katta bo'lsa, zarrachalarning yopishishi va zarracha yuzasida pufakchani tutib qolish mustahkamligi shuncha ko'p bo'ladi.

Zarracha pufakcha kompleksining hosil bo'lish energiyasi quyidagi ifodaga teng:

$$A = \sigma(1 - \cos \theta),$$

bu yerda,  $\sigma$  — suvning havo bilan chegarasidagi sirt tarangligi.

Suvda yaxshi ho'llanuvchan zarracha uchun  $\theta \rightarrow 0$ ,  $\cos \theta \rightarrow 1$ , mos ravishda yopishish mustahkamligi minimal, ho'llanmaydigan zarrachalar uchun esa maksimaldir.

Flotatsiya bilan ajratish samaradorligi havo pufakchalarining soni va o'lchamiga bog'liq. Ba'zi adabiyotlarda zarrachalarning optimal o'lchami 15—30 mkm ga teng deb ko'rsatilgan. Bunda suvning pufakchalar bilan to'yinish darajasi yuqori bo'lishini hisobga olish zarur. Havoning solishtirma sarfi aralashmalar konsentratsiyasining oshishi bilan pasayadi, chunki to'qnashish va yopishish darajasi

oshadi. Flotatsiya jarayonida pufakcha o'Ichamlari barqarorligi katta ahamiyatga ega. Shu maqsadda suvga turli ko'pik hosil qiluvchilar qo'shiladi. Ularga qayin moyi, krezol, fenol, natriy alkilsulfat va boshqalar kiradi. Bu moddalardan ayrimlari yig'uvchi va ko'pik hosil qiluvchi xossalarga ega.

Zarrachaning og'irligi ularning pufakchaga yopishish kuchidan va pufakchalarni yuqoriga ko'tarish kuchidan oshib ketmasligi kerak. Yaxshi flotatsiyalanuvchi zarrachalarning o'lchami material zichligiga bog'liq va 0,2—1,5 mm ga teng bo'ladi.

Flotatsiyani flokulatsiya jarayoni bilan birga olib borish mumkin. Koagulyatsiyadan so'ng iviqlarni flotatsiyalashda yangi hosil bo'lgan iviqlarga gaz pufakchalarining yopishishi bir necha soat oldin hosil bo'lgan iviqlarga nisbatan kattaroq ekanligini inobatga olish kerak. Zarracha-pufakcha kompleksining hosil bo'lishi ehtimolligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega = \left[ n4/3\pi(R+r)^3 - n4/3\pi R^3 \right] / V = C_g \left[ (1+r/R)^3 - 1 \right],$$

bu yerda,  $n$  —  $V$  suyuqlik hajmidagi  $R$  radiusli pufakchalar soni;  $r$  — zarracha radiusi;  $c_g = n4/3\pi R^3/V$  — gaz fazasining hajmiy konsentratsiyasi.

Flotatsiya muhiti suvdan, havo pufakchalari va qattiq zarrachalardan iboratdir. Muhitning zichligi quyidagiga teng:

$$\rho_{muh} = \rho_s(1 - c_z - c_g) + \rho_z c_z + \rho_g C_g$$

bu yerda  $\rho_s$ ,  $\rho_z$ ,  $\rho_g$  — suyuqlik, zarracha va gazning zichligi;  $C_z$ ,  $C_g$  — suvdagi zarracha va gazning hajmiy konsentratsiyasi.

Zarracha  $v_z$  va pufakcha  $v_p$  larning harakat tezligi quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$v_z = -2/9gr^2 / \mu_m \rho_s \left[ (1 - c_z)(\rho_z / \rho_s - 1) + c_g \right];$$

$$v_p = 1/9gR^2 / \mu_m \rho_s \left[ (1 + c_z)(\rho_z / \rho_s - 1) - c_g \right],$$

bu yerda:  $g$  — erkin tushish tezlanishi (og'irlik kuchlari);  $\mu_m$  — flotatsiya muhitining dinamik qovushqoqligi.



Flotatsiyada zarrachalarning ajralish jarayoni tezligi quyidagicha yoziladi:

$$dc_z/d\tau = -Kc_z,$$

bu yerda:  $K$  — gidrodinamik va konstruktiv parametrlarga bogʻliq boʻlgan flotatsiya tezligi koeffitsiyenti.

Ajralishning eng yaxshi sharoiti qattiq va gaz holatidagi fazalar orasidagi nisbat  $G_r/G_z=0,01-0,1$  ga teng boʻlgan sharoitdir. Bu nisbat quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$G_g/G_z = 1,3b(f p - 1)Q_1/c_z Q,$$

bu yerda,  $G_g$  va  $G_z$  — havo va qattiq moddalarning mos ravishdagi massasi,  $g$ ;  $b$  — berilgan harorat va atmosfera bosimidagi suvdagi havoning eruvchanligi,  $\text{sm}^3/\text{l}$ ;  $f$  — toʻyinish darajasi (odatda  $f=0,5-0,8$ );  $P$  — suvning havo bilan toʻyingandagi absolut bosimi;  $Q_1$  — havo bilan toʻyingan suvning miqdori,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q$  — oqova suv sarfi,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

Oqova suvlarga eritmadan havoni ajratib olib, havoni mexanik disperglab, havoni gʻovakli materiallar orqali oʻtkazib, elektroflotatsiyalab va kimyoviy flotatsiyalab flotatsion ishlov beriladi.

**Eritmadan havoni ajratish bilan flotatsiyalash.** Bu usul tarkibida juda kichik zarracha iflosliklari mavjud boʻlgan oqova suvlarni tozalashda qoʻllaniladi. Usulning mohiyati oqova suvda toʻyingan havo eritmasini hosil qilishdadir. Bosim kamayganda eritmadan iflosliklarni flotatsiya qiluvchi pufakchalar ajraladi. Suvda havoning toʻyingan eritmasini hosil qilish usuliga qarab vakuimli, bosimli va erliftli flotatsiyaga boʻlinadi.

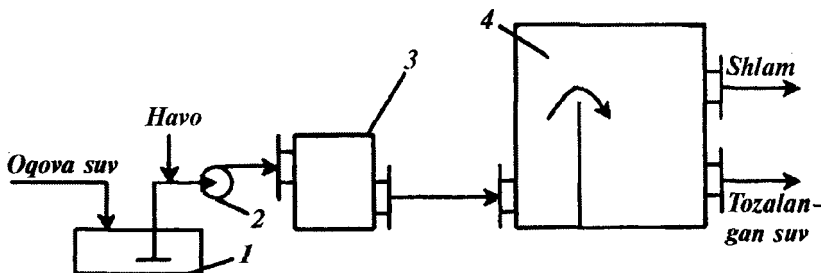
**Vakuimli flotatsiyada** oqova suvni aeratsion kamerada atmosfera bosimida havo bilan toʻyintiriladi, soʻngra flotatsion kameraga yoʻnaltiriladi. Bu yerda vakuum nasosda 29,9–39,9 kPa (225–300 mm sim.ust) bosimda ushlab turiladi. Kamerada ajralayotgan mayda pufakchalar bir qism iflosliklarni chiqarib yuboradi. Flotatsiya jarayoni 20 daqiqa davom etadi.

Usulning afzalliklari: gaz pufakchalarining hosil boʻlishi va uning zarrachalar bilan yopishishi tinch muhitda boradi; jarayonni olib borish uchun energiya sarf-xarajatlari kam.

Kamchiliklari: oqova suvning gaz pufakchalari bilan to‘yinish darajasi kam, shuning uchun yuqori konsentratsiyali muallaq zarrachalarga qo‘llab bo‘lmaydi (250—300 mg/l dan yuqori bo‘lmagan); germetik yopiq flotatorni jihozlash va ularga xaskashli mexanizm o‘rnatish zarur.

**Bosimli qurilmalar** vakuumlga nisbatan ko‘p tarqalgan. Ular sodda va ishlatishga qulay. Bosimli flotatsiya iflosliklar konsentratsiyasi 4—5 g/l gacha bo‘lgan oqova suvlarni tozalashda yordam beradi. Tozalash darajasini oshirish uchun suvga koagulantlar qo‘shiladi. Bosimli flotatsiya jihozlari suv tarkibida nefttutkichlarga nisbatan qoldiq iflosliklar miqdorini 5—10 marotaba kamaytiradi. Jarayon ikki bosqichda amalga oshiriladi: 1) suvni bosim ostida havo bilan to‘yintirish; 2) atmosfera bosimida erigan gazning ajralishi. Bosimli flotatsiyaning sxemasi 3.2- rasmda keltirilgan.

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv qabul qiluvchi rezervuarga kelib tushadi. Bu yerdan nasos bilan havo to‘ldirilgan so‘ruvchi quvurga yuboriladi. Hosil bo‘lgan suv-havoli aralashma bosimli sig‘imga yo‘naltiriladi. Bu yerda yuqori bosimda (0,15—0,4 MPa) havo suvda eriydi. Atmosfera bosimida ishlovchi flotatorga suv-havoli aralashma kelib tushganda havo pufakchalar ko‘rinishida ajraladi va muallaq zarrachalarni flotatsiyalaydi. Ko‘pik qattiq zarrachalar bilan birga suv yuzasidan xaskashli mexanizm yordamida olib tashlanadi. Tiniq suv flotatorning pastki qismidan chiqarib yuboriladi. Koagulantlar ishlatilganda iviq hosil bo‘lishi bosimli sig‘imda ro‘v beradi.



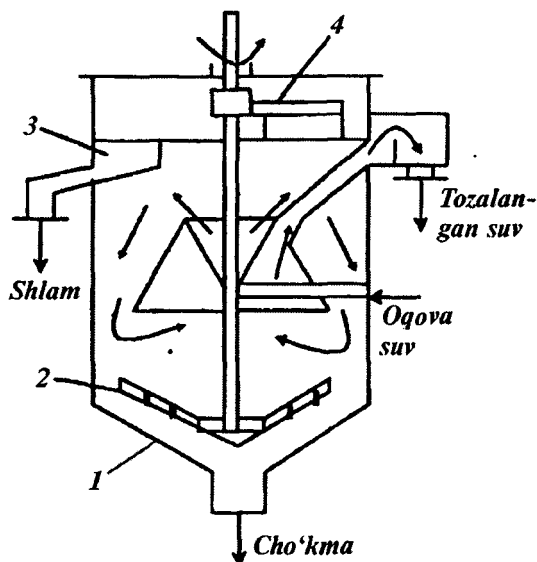
3.2-rasm. Bosimli flotatsiya chizmasi:  
1—sig‘im; 2—nasos; 3—bosimli sig‘im; 4—flotator.

Bosimli flotatsion qurilmalarning quvvati 5—10 dan 1000—2000 m<sup>3</sup>/s gacha. Ular parametrlar o'zgarishining quyidagi chegaralarida: bosimli sig'imdagi bosim 0,17—0,39 MPa; oqova suvning bosimli sig'imga yetib kelish vaqti 14 daqiqa, oqova suv flotatsion kamerada esa 10—20 daqiqa bo'lganda ishlaydi. So'riyotgan havoning hajmi tozalanayotgan suv hajmining 1,5—5% ini tashkil qiladi. Ko'rsatilgan miqdorlar iflosliklarning konsentratsiyasi va xossalriga bog'liq.

Flotatsiya jarayoni va iflosliklarni oksidlashni bir vaqtda olib borish zarurati bo'lganida suvni kislorod yoki ozonli havo bilan to'yintirish zarur. Oksidlanish jarayonining oldini olish maqsadida flotatsiya jarayonida havo o'rniga inert gaz beriladi.

Amalda turli xil flotatsiya kameralari ishlatiladi. 3.3- rasmda flotatsion kameraning sxemasi («Aeroflotor») keltirilgan.

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv kamera ichiga beriladi. Bu yerda yuqoriga qarab harakatlanuvchi gaz pufakchalari ajraladi. Ular muallaq zarrachalarni tutib, yuqoriga harakatlanadi. Ko'pikli qatlam

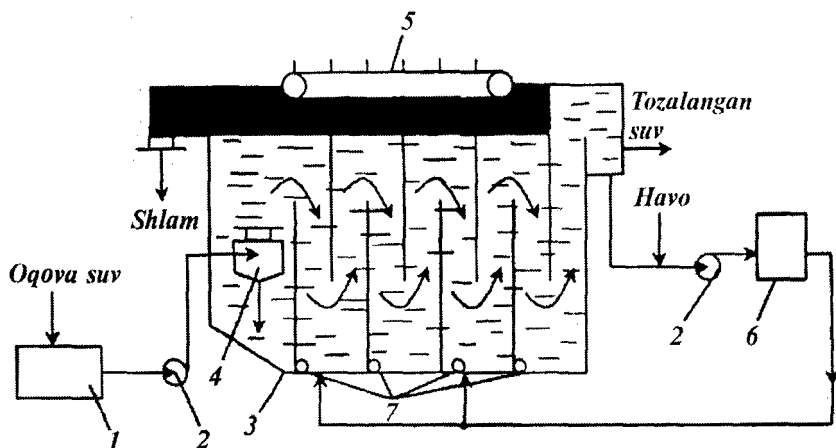


3.3- rasm. Flotator «Aeroflotor»:

1—kamera; 2—xaskash; 3—shlam qabul qilgich; 4—yuzaki xaskash.

qattiq zarrachalar bilan birga yuzali xaskashda shlam qabul qiluvchi kameraga chiqarib yuboriladi. Tiniqlashgan suv kameradan chiqariladi. Kamera tubiga cho'kkan qattiq zarrachalar pastdagi xaskashlar yordamida qabul qiluvchi kameraga suriladi va quvur orqali chiqarib yuboriladi.

Turli quvvat va diametrga ega bo'lgan silindsimon flotatorlardan ham foydalaniladi. Ular suvni va ko'pikni kiritish hamda chiqarish qurilmasi bilan farqlanadi. Masalan, quvvati  $600 \text{ m}^3/\text{soat}$  bo'lgan flotatorning diametri 12 m bo'ladi. Tozalangan suvni resirkulatsiya qiluvchi ko'p kamerali flotatsion qurilmada (3.4-rasm) ifloslangan oqova suv dastlab gidrosiklonga kelib tushadi. U yerda muallaq zarrachalarning bir qismi ajratib olinadi. So'ngra uni kameraga yo'naltirilib, sirkulatsion suv va havo bilan aralashtiriladi. Havo kamerada ajraladi va iflosliklarni flotatsiyalaydi. Keyin oqova suv ikkinchi, so'ngra uchinchi kameraga o'tadi va flotatsiya jarayoni amalga oshadi. Sirkulatsiya qiluvchi suvning bir qismi nasos orqali bosimli sig'imga tushadi. Bosimli sig'imda havo eriydi. Ko'pik ko'pik-yig'uvchilar yordamida ajratib olinadi.



3.4- rasm. Resirkulatsiyali ko'p kamerali flotatsion qurilma chizmasi.

1—idish; 2—nasos; 3—flotatsion kamera; 4—gidrosiklon; 5—ko'pik beruvchi; 6—bosimli sig'im; 7—aerator.

**Erlift qurilmalar** kimyo sanoati korxonalaridan chiqadigan oqova suvlarni tozalash uchun qo'llaniladi. Ular qurilishi jihatidan sodda, jarayon o'tkazish uchun ketadigan energiya sarfi bosimli qurilmalarga nisbatan 2—3 marta kam. Qurilmaning kamchiligi — flotatsion kamerani balandga o'rnatilishidadir.

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv 20—30 m balandlikda joylashgan sig'imdand aeratorga kelib tushadi. U yerga siqilgan havo beriladi va u yuqori bosimda eriydi. Erlift quvurdan yuqoriga ko'tarilayotgan suyuqlik flotatorda ajralayotgan havo pufakchalar bilan to'yinadi. Hosil bo'lgan ko'pik qattiq zarrachalar bilan birga xaskash yordamida ajratib olinadi. Tiniqlashgan suv esa keyingi tozalashga yuboriladi.

**Havoni mexanik dispergatsiyalash bilan flotatsiyalash.** Flotatsiya mashinalarida havoni mexanik dispergatsiyalash nasos ko'rinishidagi turbinalar yordamida amalga oshiriladi. Bunday qurilmalar foydali qazilmalarni boyitishda, muallaq zarrachalari ko'p bo'lgan (2 g/l dan ko'p) oqova suvlarni tozalashda qo'llaniladi. Qurilmadagi impeller aylanganda suyuqlikda ko'p sonli mayda oqimlar paydo bo'lib, ular ma'lum o'lchamli pufakchalarga bo'linadi. Maydalanish darajasi va tozalash samaradorligi impellerning aylanish tezligiga bog'liq. Ammo yuqori aylanma tezlikda oqimning turbulentligi ko'payib, iviqsimon zarrachalarning parchalanishi va tozalash jarayonining samaradorligi kamayib ketishiga olib keladi.

**Ishlash prinsipi.** Oqova suv flotatsiya mashinasining cho'ntagiga tushadi va quvur orqali valning quyi qismida aylanuvchi impellerga o'tadi. Val trubkaga mahkamlangan bo'lib, impeller aylanganida past bosim hududi hosil bo'lganligi tufayli shu trubkadan havo so'rib olinadi. Flotatsiya jarayoni yaxshi ketishi uchun suv havo bilan o'ta to'yintiriladi (1 hajm suvga 0,1—0,5 hajm havo). Odatda flotatsiya mashinasi ketma-ket ulangan bir nechta kameradan iborat bo'ladi. Impellerlar diametri 600—700 mm ni tashkil etadi.

**Pnevmatik qurilmalar** tarkibida harakatlanuvchi qismlari (nasos, impellerlar) bor mexanizmlarga nisbatan agressiv hisoblangan erigan iflosliklar mavjud bo'lgan oqova suvlarni tozalashda qo'llaniladi.

Maxsus soplo orqali havo taqsimlovchi trubkalarga havo pufakchalarini o'tkazib uni maydalashga erishiladi. Odatda, teshiklari diametri 1,0—1,2 mm li soplo qo'llaniladi. Soplodan chiqishdagi havo oqimining tezligi 100—200 m/s ga teng.

**G'ovakli plastinalar yordamida flotatsiya.** Havoni g'ovakli keramik plastinalar yoki qalpoqchalar orqali o'tkazilganda o'l-chamlari

$$R = 6\sqrt[4]{r^2\sigma}$$

ga teng bo'lgan mayda pufakchalar hosil bo'ladi. Bu yerda,  $R$  va  $r$  — pufakcha va yoriqlar radiusi;  $\sigma$  — suvning sirt tarangligi.

Sirt taranglik kuchiga bardosh berish uchun zarur bo'lgan bosim Laplas formulasi orqali topiladi:

$$\Delta P = 4\sigma/r$$

Bu usul boshqa usullarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: flotatsiya kamerasing tuzilishi oddiy, energiya sarfi kam (impeller va nasos ishtirok etmaydi). Usulning kamchiligi: tez ifloslanadi va g'ovakli material teshiklari kengayib ketadi, mayda va bir xil o'lchamli pufakchalar paydo bo'lishini ta'minlovchi yoriqlari bir xil bo'lgan material tanlash qiyin.

Kichik miqdordagi oqova suvni tozalash uchun g'ovakli qalpoqchali flotatsiya kamerasi qo'llaniladi. Oqova suv yuqoridan, pufakcha ko'rinishidagi havo esa g'ovakli qalpoqchalar orqali jihozga beriladi. Ko'pik aylanma tarnovga quyilib, undan ajratib olinadi. Tiniqlashgan suv sath rostlagichi orqali chiqarib yuboriladi. Qurilmalar bir yoki bir necha pog'onadan iborat bo'lishi mumkin. Yuqori quvvatli qurilmalarda havo filtrli plastinalar orqali beriladi.

Flotatsiya samaradorligi material teshiklari kattaligiga, havo bosimiga, havo sarfiga, flotatsiya davomiyligiga, flotatordagi suvning hajmiga bog'liq. Tajribalardan ma'lumki, teshiklar o'lchami 4 dan 20 mkm gacha, havo bosimi 0,1—0,2 MPa, havo sarfi 40—70 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>s) gacha, flotatsiya davomiyligi 20—30 daqiqa, flotatsiyagacha bo'lgan kameradagi suvning sathi 1,5—2,0 m bo'lishi kerak.

### **Ko'pikli fraksiyalash usuli bilan tozalash (ko'pikli separatsiya).**

Ko'pikli fraksiyalash yuqoriga eritma orqali ko'tariladigan gaz pufakchalari yuzasida bir yoki bir necha erigan moddalarni adsorbsiyalashga asoslanadi. Hosil bo'lgan ko'pik adsorbsiyalangan modda bilan to'yintiriladi va bu eritma komponentlarining parsial separatsiyasini ta'minlaydi. Bu jarayon oqova suv tarkibidan SFM larni ajratishda qo'llaniladi. U qattiq sorbentlarda boradigan adsorbsiya jarayoniga o'xshash. Organik moddalarni gaz-suyuqlik yuzasida adsorbsilash sirt taranglik va qoldiq sirt konsentratsiyaning o'zgarishi bilan bog'liq:

$$d\sigma = \Gamma_i T_i d\mu_i,$$

bu yerda,  $d\sigma$  — sirt taranglikning o'zgarishi;  $T_i$  — yuzadagi moddalarning qoldiq konsentratsiyasi;  $\mu_i$  — kimyoviy potensial, u  $R_g T_a - a_i$  ga teng;  $R_g$  — gaz doimiysi;  $T_a$  — harorat;  $a_i$  — termodinamik faollik.

Eritma kuchli suyultirilganda  $a_i = c_i$  bo'ladi (bu yerda,  $c_i$  — erigan modda konsentratsiyasi). Shuni nazarda tutgan holda taqsimlanish koeffitsiyenti quyidagiga teng:

$$\Gamma_i / c_i = (-1 / R_g T_a) (d\sigma / dc_i) = K_i,$$

bu yerda,  $\Gamma_i / c_i = K_i$  — taqsimlanish koeffitsiyenti,  $K_i$  — tekshirila-yotgan ikki fazadagi konsentratsiyalar nisbati.

Suyultirilgan eritmalarda  $d\sigma / dc_i$  sezilarsiz darajada konsentratsiyaga va  $K_i$  ga bog'liq bo'lib, erituvchi va erigan modda uchun o'zgarmas hisoblanadi.

Havoni tarkibida SFM bo'lgan suv orqali barbotatsiya qilinganda uning yuzasida diametri turlicha bo'lgan gaz pufakchalaridan iborat ko'pikli qatlam hosil bo'ladi. Ko'pikli qatlamdagi gaz pufakchalarining o'lchamlari normal logarifmik qonuniyatlarga mos keladi.

Havo tezligining ortishi pufakchalar hosil bo'lish chastotasi-ning va ko'pik hajmining oshishiga olib keladi. Mos ravishda fazalar ayirmasi yuzasi va SFM miqdori oshadi. SFM ni ajratib olish kinetikasi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\ln c_k/c_0 = K \cdot \tau - \ln[(d\sigma/dc_k)/(d\sigma/dc_0)].$$

Oqova suv sirt tarangligi ko'rsatkichining SFM konsentratsiyasiga mos ravishda to'g'ri chiziq bo'ylab o'zgarishi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\ln c_k/c_0 = -K \cdot \tau.$$

Ko'pikli konsentrlash jarayonida tizim hajmi o'zgarishini hisobga olsak jarayon kinetikasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$(-1/V)dc/d\tau = Kc^n,$$

bu yerda,  $\sigma$  — oqova suvning sirt tarangligi,  $c_k$  — suv hajmidagi erigan SFMning qoldiq konsentratsiyasi;  $c_0$  —  $\tau_0$  vaqt mobaynida SFM ning konsentratsiyasi ( $\tau_0 = 0$ ;  $c_k = c_0$ );  $\tau$  — vaqt;  $K$  — konstanta;  $V$  — suyuqlik hajmi,  $n$  — SFMni ko'pikka o'tish jarayoni reaksiyasining formal tartibi.

SFM ni ko'pikdan ajratish darajasi quyidagiga teng:

$$\delta_k = 100(c_b - c_k)/c_b = c_k/c_b,$$

bu yerda,  $c_b$  — SFM ning suvdan ajratib olingunga qadar konsentratsiyasi;  $c_k$  — SFMning ko'pikdagi konsentratsiyasi.

SFM ni suvdan ajratib olish darajasi ko'pgina parametrlarga bog'liq. SFM ning suvdagi boshlang'ich konsentratsiyasi ortishi bilan eritmaning ko'pik hosil qilish qobiliyati va uni ajratib olish darajasi oshadi, SFM ni maksimal ajratib olishga zarur bo'ladigan vaqt esa kamayadi. Bu SFM konsentratsiyaning oshishi natijasida hosil bo'lgan pufakchalar dispersligining ortishi bilan bog'liq. Eritma ishqoriyligi ortishi natijasida (pH  $\approx$  9,5 dan boshlab) SFMni ajratish miqdori dastlab ortadi, so'ngra pH  $\approx$  12,3 da kamayadi. Oz miqdorda ( $\leq 0,0005$  mol/l) KCl,  $K_2SO_4$ ,  $K_4P_2O_7$ ,  $KNO_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $NH_4NO_3$  kabi elektrolitlar qo'shilganda ajratish darajasi ortadi. Buni elektrolit ionlari gidrotatsiya hisobiga suvning bir qismini yutishi, natijada SFMning samarali koeffitsiyentining ortishi bilan tushuntiriladi.



Haroratning o'zgarishi SFM ko'piklari barqarorligiga ta'sir ko'rsatadi, ya'ni harorat ko'tarilganda ko'piklar barqarorligi kamayadi. Bu ko'pik hosil qiluvchining fazalararo yuza bilan desorbsiyasi va dispers muhit qovushqoqligining pasayishi bilan izohlanadi. Bundan tashqari, haroratning oshishi pufakchalar diametrini oshirib, SFMning eruvchanligini o'zgartiradi. Oqova suv va ko'pikli mahsulot (ko'pik kondensat) orasidagi ajratish samaradorligini ifodalovchi SFMning taqsimlanish koeffitsiyenti quyidagiga teng:

$$\varepsilon_p = c_p / c_k.$$

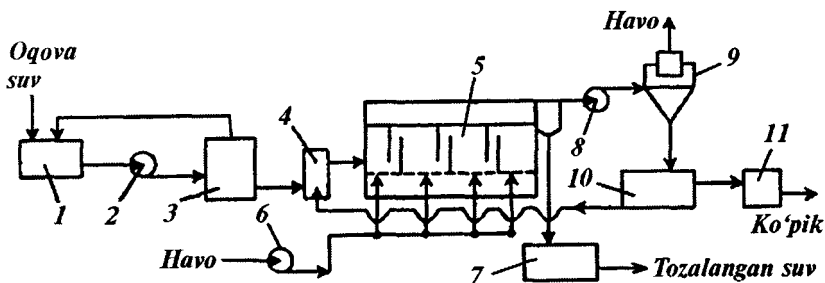
Taqsimlanish koeffitsiyenti ko'pikli mahsulot hajmi va oqova suv tarkibidan SFMni ajratish darajasiga bog'liq.  $\varepsilon_p$  koeffitsiyenti har doim 1 dan katta bo'ladi.

Ko'pikli fraksiyalash jarayonida oqova suv hajmining o'zgarish darajasi quyidagiga teng:

$$R_v = V_k / V_{qol},$$

bu yerda,  $V_k$  — ko'pik kondensati hajmi;  $V_{qol}$  — eritmaning qoldiq hajmi.

Oqova suvni ko'pikli separatsiya usulida SFM dan tozalash sxemasi 3.5-rasmda keltirilgan.



3.5-rasm. Oqova suvni ko'pikli separatsiya usulida tozalash qurilmasi chizmasi:

1—sig'im; 2—nasos; 3—oralik yig'uvchi; 4—sarf o'lchagich; 5—separator; 6—havo purkagich; 7—yig'uvchi; 8—ventilator; 9—siklon; 10—tindirgich; 11—ko'pikni konsentrlash kamerasi.

**Ishlash prinsipi.** Separator bir necha kameradan iborat bo‘lib, bu kameralarning har biriga havo beriladi. Kameralardagi suv qatlami balandligi 0,5—0,8 m. Tozalangan suv yig‘uvchiga tushadi, ko‘pik esa ventilator orqali siklonga beriladi. Siklonda gaz faza suyuqlikdan ajraladi. Siklondan suv bilan ko‘pik aralashmasi tindirgichga tushadi, bu yerda ajralish yuz beradi. Suv separatorning birinchi kamerasiga, ko‘pik esa konsentrlash kamerasiga tushadi. Ko‘pikli separatsiya jarayonida faqat SFM ni ajratib olish emas, balki bir vaqtning o‘zida suvdan suspenziya va emulsiyalangan zarrachalarni, shuningdek, erigan moddalarni qisman ajratish ham amalga oshiriladi.

Havo va oqova suvni teshikli quvurlar, mayda g‘ovakli materiallar, bosimli flotatsiyada va elektroflotatsiyada impellerlar yordamida berish mumkin. Oqova suv tarkibidan SFMlarni ajratib olishning yuqori darajasiga havoni g‘ovakli materiallar orqali dispergatsiyalash yo‘li bilan erishiladi.

Ajralish jarayonida SFM ning yuqori konsentratsiyali ko‘piklari hosil bo‘lib, uning miqdori SFM konsentratsiyasi va oqova suv sarfiga proporsionaldir. SFM larni barqaror ko‘piklardan ajratish ancha qiyin. Shuning uchun ko‘pgina hollarda u chiqindi hisoblanadi.

Ko‘pik qatlamining parchalanish jarayoni kichik tezlik  $F$  bilan boradi. U quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$F=245 V_{\text{havo}}(\lg Lc_b)^{2,33}\tau^{3,24},$$

bu yerda,  $V_{\text{havo}}$  — havoni SFM eritmasi orqali barbotatsiyasidagi sarfi,  $m^3/\text{soat}$ ;  $L$  — oqova suv sarfi,  $m^3/s$ ;  $\tau$  — barbotatsiyalash davomiyligi, soat.

Ko‘piklarni parchalash jarayonini tezlashtirish uchun ko‘pik so‘ndirgichlar, masalan, kremniyorganik va germaniyorganik birikmalar qo‘llaniladi. Ammo ko‘pik so‘ndirgichlar ishlatilganda ko‘pik kondensati qo‘shimcha ifloslanadi. Shu sababli ham termik elektrik va mexanik usullarni qo‘llab ko‘pikni so‘ndirish maqsadga muvofiqdir.

Ko‘pikli separatsiya usuli bilan tozalashning quyidagi kamchiliklari bor: 1) sekin parchalanuvchan to‘yingan SFM konden-

sati hosil bo‘ladi; 2) oqova suvda SFM ning konsentratsiyasi oshganda tozalash samaradorligi pasayadi.

SFM dan tozalashning taklif qilingan ko‘pikli separatsiya va radiatsion destruksiya usullari qo‘shib o‘tkazilganda ko‘pik chiqindisi bartaraf etiladi.

### **3.3. Adsorbsiya**

Oqova suvlarni biokimyoviy tozalashdan so‘ng erigan organik moddalardan to‘liq tozalash uchun adsorbsiya usulidan foydalaniladi. Agar suvda organik moddalarning konsentratsiyasi yuqori bo‘lmasa va ular biologik parchalanmasa yoki kuchli zaharli bo‘lsa, mahalliy qurilmalarda ham adsorbsiya jarayoni qo‘llaniladi. Adsorbentning kam solishtirma sarfida modda yaxshi adsorbsiyalansa mahalliy qurilmalarning ishlatilishi maqsadga muvofiq.

Adsorbsiya usuli oqova suvlarni fenol, gerbitsit, pestitsid, aromatik nitrobirikmalar, SFM, bo‘yovchi va boshqa moddalardan zararsizlantirishda qo‘llaniladi. Bu usulning afzalligi yuqori samaradorligi bo‘lib, tarkibida bir nechta modda bo‘lgan oqova suvlarni tozalash va ularni rekuperatsiya qilish mumkinligidir.

Oqova suvlarni adsorbsion tozalash regenerativ va destruktiv bo‘lishi, ya‘ni oqova suvlardan ajratib olingan moddalar adsorbent bilan birga yo‘qotib yuborilishi mumkin. Oqova suvni adsorbsiya usulida tozalashning samaradorligi 80—95% ga teng. Bu adsorbentning kimyoviy xususiyati, adsorbsiya yuzasining o‘lchami, moddaning kimyoviy tuzilishi va uning aralashmadagi holatiga bog‘liq.

Adsorbentlar sifatida faollangan ko‘mir, sintetik sorbentlar va ishlab chiqarishdagi ba‘zi chiqindilar (kul, shlak, qipiq va hokazo) ishlatiladi. Mineral sorbentlar — tuproq, silikagel, alumogel va metall gidroksidlari oqova suvlardagi turli moddalarni adsorbsiyalash uchun kam ishlatiladi, chunki ularning suv molekulari bilan ta’sirlashish energiyasi juda katta, ba’zida adsorbsiya energiyasidan oshib ketadi. Adsorbentlar orasidan faollangan ko‘mir ko‘p ishlatiladi, ammo u ma’lum bir xususiyatga ega bo‘lishi kerak.

Faollangan ko'mir suv molekullari bilan deyarli ta'sirlashmasligi va organik moddalar bilan esa juda yaxshi ta'sirlashishi kerak (adsorbsion g'ovaklarining samarali radiusi 0,8—5 nm yoki 8—50 Å bo'lishi lozim. Faollangan ko'mir suv bilan qisqa vaqt ichida ta'sirlashganda adsorbsion sig'imi va selektivligi yuqori bo'lishi kerak. Bundan tashqari regeneratsiya vaqtida tutib turish qobiliyati past bo'lishi maqsadga muvofiqdir, natijada reagentlarning sarfi kam bo'ladi. Faollangan ko'mirlar mustahkam, suvda tez namlanishi, ma'lum bir granulometrik holatga ega bo'lishi kerak. Tozalash jarayonida mayda zarrachali adsorbentlar (0,25—0,5 mm) va o'lchami 40 mkm li yuqori dispersli ko'mir zarrachalari ishlatiladi. Oksidlanish, kondensatsiyalanish va boshqa reaksiyalarga nisbatan ko'mirning katalitik faolligi past bo'lishi muhimdir, chunki oqova suvdagi ba'zi organik moddalar oksidlanadi va smolalanadi. Bu jarayon katalizator ta'sirida tezlashadi. Smolalangan moddalar adsorbentning g'ovaklariga kirib yopib qo'yadi. Bu regeneratsiyaning past haroratda borishiga xalaqit beradi. Shuningdek, ular arzon bo'lishi, regeneratsiyadan so'ng adsorbentlar hajmi kamaymasligi va ishning ko'p marta ishlatilishini ta'minlashi kerak. Faollangan ko'mir uchun xomashyo sifatida turli uglerod-tarkibli materiallar ishlatiladi.

**Adsorbsiya jarayonining asoslari.** Yaxshi adsorbsiyalanadigan moddalar adsorbsiyaning qavariqli izotermasiga ega, yomon adsorbsiyalanadigan moddalar esa botiq izotermaga ega. Oqova suv tarkibidagi moddalarning adsorbsiya izotermasi tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Uni tajribasiz quyidagi tenglik orqali taxminiy aniqlash mumkin:

$$a = a_{\infty} K_w C_m / (V_{H_2O}^* / V_i^* + K_w C_m),$$

bu yerda,  $a$  — solishtirma adsorbsiya, mmol/g;  $a_{\infty}$  — moddaning maksimal solishtirma adsorbsiyasi (adsorbsion hajm), mmol/g;  $K_w = K_a / 55,5$  — suvning ionli birikmasi;  $K_a$  — adsorbsiya muvozanati konstantasi,  $V_{H_2O}^*$  va  $V_i^*$  — suv va adsorblanayotgan moddaning molyar hajmi;  $C_m$  — muvozanat konsentratsiya, mmol/l.

Suv tarkibida bir nechta komponent bo'lsa, ularning birga adsorbsiyalanishini aniqlash uchun differensial erkin energiyaning  $\Delta F^0$  standart ko'rsatkichi topiladi va max va min qiymatlar ayirmasi topiladi.  $\Delta F_{\max}^0 - \Delta F_{\min}^0 \leq 10,5 \text{ kJ/mol}$  shart bajarilsa, barcha komponentlar birga adsorbsiyalanishi mumkin. Agar bu shart bajarilmasa, tozalash jarayoni bir nechta bosqichda amalga oshiriladi.

Adsorbsiya jarayonining tezligi erigan moddalarning konsentratsiyasiga, tabiati va tuzilishiga, suvning haroratiga, adsorbentning turi va xususiyatiga bog'liq. Umuman olganda adsorbsiya jarayoni 3 bosqichdan iborat: moddaning oqova suv tarkibidan adsorbent zarrachalarining yuzasiga olib o'tilishi (tashqi diffuziya sohasi); adsorbsiya jarayoni; moddani adsorbent zarrachasining ichiga olib o'tilishi (ichki diffuziya sohasi). Shu narsa qabul qilinganki, adsorbsiya jarayonining tezligi yuqori bo'lib, u umumiy jarayonning tezligini chegaralamaydi. Chunonchi, cheklovchi bosqich tashqi yoki ichki diffuziya bo'lishi mumkin. Ba'zan jarayon shu ikki bosqich bilan cheklanadi.

**Adsorbsion qurilmalar.** Oqova suvlarni adsorbsion tozalashda suv adsorbent bilan shiddatli aralashtiriladi. Natijada suv adsorbent qatlami orqali filtrlanadi. Adsorbentni suv bilan aralashtirishda o'lchamlari 0,1 mm va undan kichik bo'lgan faol ko'mir zarrachalari ishlatiladi. Jarayon bir yoki bir necha bosqichda olib boriladi.

Bir bosqichli statik adsorbsiya usulida juda arzon adsorbentdan yoki ishlab chiqarish chiqindisidan foydalaniladi.

Ko'p bosqichli qurilmalar ishlatilganda (adsorbentning sarfi kam bo'lganda) jarayon yaxshi samara beradi. Bunda birinchi bosqichda ifloslilik konsentratsiyasi  $c_0$  dan  $c_1$  gacha kamayishi uchun zaruriy adsorbent beriladi, so'ng adsorbent cho'ktiriladi yoki filtrlab ajratib olinadi. Oqova suv esa ikkinchi bosqichga beriladi, bu yerda yangi adsorbent qo'shiladi. Ikkinchi bosqichda adsorbsiya jarayoni tugaganda suvdagi ifloslilik konsentratsiyasi  $c_1$  dan  $c_2$  gacha kamayadi va hokazo.

Bir bosqichli jarayon uchun adsorbentning sarfi moddiy balans  $m$  orqali topiladi:

$$m = \frac{Q \cdot (c_b - c_o)}{a},$$

bu yerda:  $m$  — adsorbent sarfi;  $Q$  — oqova suvning hajmi;  $c_b$  va  $c_o$  — ifloslangan oqova suvning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalari;  $a$  — adsorbsiya koeffitsiyenti.

$n$  bosqichli qurilmada oqova suvdagi iflosliklar tozalangandan keyingi oxirgi konsentratsiya quyidagicha topiladi.

$$c_n = \left[ \frac{Q}{Q + k_m} \right]^n \cdot c_b,$$

bu yerda,  $k$  — taqsimlanish koeffitsiyenti.

$$k = \frac{a_\tau}{a} = \frac{(c_b - c_o)}{(c_b - c_m)} \approx 0,7 - 0,8,$$

bu yerda,  $a_\tau$  —  $\tau$  vaqti birligida solishtirma adsorbsiya miqdori;  $c_m$  — moddaning muvozanat konsentratsiyasi.

Har bir bosqich uchun adsorbentning sarfi quyidagicha topiladi:

$$m_n = \frac{Q}{k \sqrt{c_b / c_n - 1}}.$$

Kerakli bosqichlar soni:  $n = \lg c_b - \lg c_n / [\lg(Q + k \cdot m_1) - \lg Q]$ .

Qarama-qarshi oqim bo'yicha adsorbent bir marta oxirgi bosqichga beriladi va u oqova suv oqimi bo'yicha harakatlanadi. Adsorbentning sarfi kam bo'lgan holda tozalash jarayoni uzluksiz olib boriladi.

$n$  bosqichdan so'ng moddaning oqova suvdagi konsentratsiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$c_o^n = (km / Q - 1) c_b \left[ (km / Q)^n - 1 \right].$$

Oxirgi bosqichga beriladigan adsorbentning dozasi quyidagicha topiladi:

$$\alpha m^{n+1} - \beta m - \gamma = 0,$$

bu yerda,  $a=(k/Q)^{n-1}$ ;  $\beta = kc_b/Qc_n$ ;  $\gamma = c_b/c_n - 1$ .

Bosqichlar soni  $n = K - 1$  ga bog'liq holda o'rnatiladi.

Bu yerda,

$$K = \frac{\left\{ \lg \left[ c_b \left( \frac{km}{Q} - 1 \right) + c_n \right] - \lg c_n \right\}}{\lg(m-Q) \cdot k}.$$

Dinamik sharoitda tozalash jarayoni oqova suvni adsorbent qatlami bo'yicha filtrlash natijasida olib boriladi. Filtrlash tezligi erigan moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq va  $2-6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$  gacha farq qilib turadi.

Suv kolonnada hamma kesimlarni to'ldirib pastdan yuqoriga qarab harakatlanadi. Adsorbentlar 1,5—5 mm li zarrachalar ko'rinishida ishlatiladi. Suyuqlikning filtrlanishiga maydaroq zarrachalar qarshilik ko'rsatadi. Ko'mir panjarada joylashgan graviy qatlamiga o'rnatiladi. Adsorbentning tiqilib qolishini oldini olish maqsadida suvda qattiq muallaq zarrachalar bo'lmasligi kerak. Ko'mirning qo'zg'almas qatlami bitta kollonada tozalash jarayoni «sakrash» holati hosil bo'lgunga qadar davriy ravishda olib boriladi, so'ng adsorbentni olib tashlab, uni regeneratsiya qilinadi. Adsorbentlarni berish uchun maxsus o'Ichagichlardan foydalaniladi. Ishlovchi qatlamning aralashish tezligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$u = \frac{c_b \cdot \omega_{o'r}}{a_{0d}},$$

bu yerda,  $\omega_{o'r}$  — suvning kollonadagi o'rtacha tezligi;  $a_{0d}$  — adsorbentning dinamik hajmi.

Ishlovchi qatlamning uzunligi

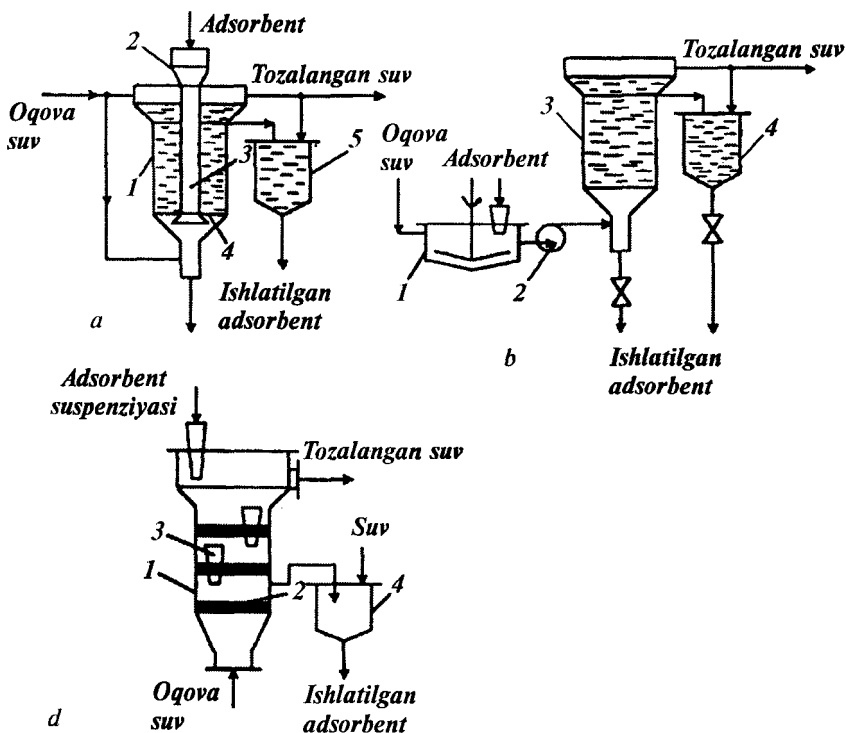
$$L_{ish} = \frac{\mu}{S \cdot \beta \cdot \Delta c_{o'r}},$$

bu yerda,  $\mu$  — yutilgan moddaning miqdori;  $S$  — qatlamning ko'ndalang kesim maydoni;  $\beta$  — massa berish koeffitsiyenti;  $\Delta c_{o'r}$  — adsorbsiyaning o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi.

Mavhum qaynash qatlamli qurilmalardan (davriy va uzluksiz bo'lganda) oqova suv tarkibida cho'kmaydigan moddalar ko'p bo'lganda foydalanish maqsadga muvofiqdir.

**Adsorberlar qurilmalari.** Mavhum qaynash qatlamli qurilmalarda  $H/H_0$  ko'rsatkichi ( $H_0$  — adsorbent qo'zg'almas qatlamining balandligi,  $H$  — mavhum qaynash qatlamining balandligi) 1,4—1,6 oraliqda bo'lishi tavsiya qilinadi.

Faollangan ko'mir (3.7- rasm, *a*) voronka orqali quvurdan panjara teshiklarining diametri 5—10 mm bo'lgan taqsimlovchi



3.7- rasm. Adsorberlar:

- a* — bir yarusli silindrsimon adsorber: 1 — kolonna; 2 — voronka; 3 — truba; 4 — panjara; 5 — yig'gich. *b* — bir yarusli chiqarib qo'yilgan aralashitirgichli: 1 — aralashitirgich; 2 — nasos; 3 — kolonna; 4 — yig'gich. *d* — uch yarusli: 1 — kolonna; 2 — panjaralarli; 3 — adsorbentni aralashishi uchun trubka; 4 — yig'gich.



panjara ostidan uzluksiz beriladi. Oqova suv adsorbent donachalarini ushlab olib, ular bilan birga to‘siq teshiklari orqali o‘tadi. Panjara ustida tozalaniş jarayoni boradigan mavhum qaynash qatlami hosil bo‘ladi. Ko‘mirning ortiqcha qismi yig‘gichga kelib tushadi, u yerdan esa regeneratsiyaga beriladi. Tozalangan suv kolonnaning ustki qismidagi tarnov orqali chiqariladi. Ko‘mirning suvda ketadigan zarrachalari ham yig‘gichga yuboriladi.

Bir yarusli chiqarilgan aralashtirgichli adsorberda (3.7- rasm, *b*) ko‘mir 40—60 ayl/daqiqada aylanadigan parrakli aralashtirgichga kelib tushadi. Shu yerga oqova suv ham beriladi. Ko‘mirning suv bilan suspenziyasi qo‘l nasosi yordamida aralashtirgichdan adsorbsiyalash kolonnasiga yuboriladi. Adsorberni kvadrat piramidali bak ko‘rinishida tasavvur qilish mumkin. Ko‘mirning suvli suspenziyasi piramidaning ichiga yuboriladi va u yerda mavhum qaynash qatlam hosil bo‘ladi. Ko‘mirning ortiqcha qismi bak devorlari orasidagi bo‘shliqda cho‘kib qoladi. Trubkali uch yarusli adsorber murakkabroq tuzilishga ega (3.7- rasm, *d*). Mavhum qaynash qatlami tarelkalar (qalpoqchali tarelka ustida) hosil bo‘ladi. Yaruslar bir-biriga konussimon trubkalar orqali birikkan. Kolonnaning ustki qismidan 15—20% li ko‘mir suspenziyasi, pastki qismidan esa oqova suv beriladi. Ko‘mirning ortiqcha qismi yig‘gichga yuboriladi.

**Adsorbentning regeneratsiyasi.** Adsorbsion tozalash jarayonining muhim bosqichi faollangan ko‘mirni regeneratsiyalash hisoblanadi. Ko‘mir tarkibidagi adsorbsiyalangan moddalar qizdirilgan suv bug‘i yoki isitilgan inert gazlar yordamida adsorbsiyalab ajratib olinadi. Bunda qizdirilgan bug‘ning harorati ( $P=0,3-0,6$  MPa da) 200 — 300°C ga, inert gazlarniki esa 120 — 140°C ga teng. Yengil uchuvchan moddalarni haydashdagi bug‘ning sarfi 1 kg haydalayotgan modda uchun 2,5 — 3 kg ni tashkil etadi, yuqori haroratda qaynaydigan moddalar uchun 5 — 10 marta ko‘p bo‘ladi.

Desorbsiyadan so‘ng bug‘ kondensatlanadi va kondensat tarkibidan modda ajratib olinadi. Ko‘mirni regeneratsiyalashda ekstraksiya usulidan ham foydalaniladi. Bunda past haroratda qaynovchan va yengil haydaladigan suv bug‘ili organik erituvchilar ishlatiladi. Organik erituvchilar yordamida regeneratsiyalashda (metanol, benzol, toluol, dixloretan va boshq.) jarayonni qizdirib

yoki qizdirmasdan olib boriladi. Desorbsiya tugagandan so'ng ko'mir tarkibidagi erituvchilarning qoldiqlari o'tkir bug' yoki inert gaz yordamida ajratib olinadi. Kuchsiz organik elektrolitlarni desorbsiyalash uchun ularni dissotsilangan ko'rinishga o'tkaziladi. Bunda ionlar ko'mir g'ovaklarida tiqilgan holda eritmaga o'tadi, bu yerda ularni issiq suv, kislota (organik asoslarni yo'qotish uchun) yoki ishqor aralashmalari (eritmaları) bilan (kislotalarni yo'qotish uchun) yuviladi.

Ba'zan regeneratsiyadan oldin adsorbsiyalangan modda kimyoviy ta'sir natijasida adsorbent tarkibidan oson ajraluvchi moddaga aylantiriladi. Termik regeneratsiya 700—800°C da kislorodsiz muhitda o'tkaziladi. Regeneratsiya yonuvchan gaz mahsulotlari aralashmasi, suyuq yoqilg'i va suv bug'i aralashmasining mahsulotlari bilan olib boriladi. U adsorbentning bir qismini yo'qotadi (15—20%).

Ko'mirni regeneratsiyalashda adsorbsiyalangan moddalarning biokimyoviy oksidlanishi bilan boradigan biologik usullar ishlab chiqilmoqda. Bu usul adsorbentning ishlatilish muddatini uzaytiradi.

**Adsorbsion tozalashga misollar.** Tarkibida 100—400 mg/l nitrobirikmalar bo'lgan oqova suvni KAD ko'miri bilan adsorbsion tozalashda ularning qoldiq miqdori 20 mg/l bo'lguncha olib boriladi. Ko'mir erituvchilar bilan (benzol, metanol, etanol, metilen xlorid) regeneratsiyalanadi. Erituvchi va nitrobirikmalar haydash orqali ajratiladi. Ko'mirda qolgan erituvchi o'tkir hidli bug' yordamida ajratiladi. Fenollarni ajratib olish uchun turli markadagi ko'mirlar ishlatiladi.

Kuchli karbonlangan, kam zolli, selektiv ko'p g'ovakli ko'mirlar yuqori g'ovakli tuzilishga ega. Bunday ko'mirlar bilan fenolni ajratib olish darajasi 50—99% gacha yetadi. Sorbsion sig'im pH muhiti kamayishi bilan oshadi, pH = 9 da 10—15% ni tashkil qiladi.

Fenol konsentratsiyasi 0,5 g/l bo'lganda adsorbsion kattalik quyidagi tenglamaga to'g'ri keladi:

$$a = 15,85 c^{0,22},$$

bu yerda,  $a$  — faollangan ko'mirdagi adsorbsiyalangan fenol miqdori, % (ko'mir og'irligi bo'yicha);  $c$  — fenolning suvli aralashmadagi muvozanat konsentratsiyasi, g/l.

Ko‘mirning regeneratsiyasi termik usul bilan o‘choqlarda yoki 870 — 930°C da qaynaydigan qatlamli o‘choqlarda olib boriladi. Bunda 10—15% adsorbent yo‘qotiladi. Ko‘mirni erituvchilar bilan regeneratsiyalanganda regeneratsiya darajasi etil efirida — 85%, benzolda — 70%, ishqorda — 37% ga yetadi. Ko‘mirdan fenollarni ammiakli suv bilan ham ajratib olish mumkin. Ba‘zan oqova suvlarni fenoldan tozalashda koks, torf, silikagel, kvarslı qum, keramzit va boshqa sorbentlar ishlatiladi. Ammo ularning adsorbsion sig‘imi kam, silikagel uchun 30%, yarim koks uchun atigi 6% ni tashkil qiladi. Amalda oqova suvlarni to‘la defenollash uchun sorbent sifatida temir sulfat, modifikatsiyalangan poliakrilamid va karboksi-metilselluloza qo‘llaniladi.

Oqova suvlarni kam miqdordagi SFM dan (100—200 mg/l) tozalash uchun OII—10 bo‘yicha adsorbsion sig‘imi  $\approx 15\%$  bo‘lgan АГ-5 va БАУ turidagi faollangan ko‘mir ishlatiladi. Bundan tashqari, faollangan antratsit (sig‘imi 2%), tabiiy sorbentlar (torf, loy) va adsorbsion hajmi pH muhitga bog‘liq bo‘lgan shlakdan foydalaniladi. Masalan, SFM anioni shlak bilan neytral muhitda yaxshi sorbsiyalanadi. Agar SFM aralashmada mitsella ko‘rinishida bo‘lsa, jarayonning samaradorligi ortadi. Tozalash jarayoni qo‘zg‘almas ko‘mir qatlamli filtrlash kollonalarida olib boriladi. Bunda suv 2—6 m/s tezlik bilan pastdan yuqoriga beriladi. Oldindan suv tarkibidan muallaq zarrachalar ajratib olinadigan bo‘lishi kerak.

Ko‘mirni regeneratsiyalashda issiq suv, kislota-suvli eritmalar (kation-almashuvchi SFM lardan tozalash uchun), ishqorlar (anioni faol SFM lardan tozalash uchun), organik suyuqliklar (SFM larni eritish uchun) ishlatiladi.

### **3.4. Ion-almashinish**

Ion-almashinish usuli oqova suvlarni metall ionlaridan (rux, mis, xrom, qo‘rg‘oshin, simob, kadmiy, vanadiy, marganes, nikel va boshq.), shuningdek, mishyak, fosfor va sian birikmalari, radioaktiv moddalardan tozalashda qo‘llaniladi. Bu usul suv tarkibidan qimmatbaho moddalarni rekuperatsiya qilib, uni yuqori

darajada tozalash imkonini beradi. Suvni tayyorlash jarayonida uni tuzsizlantirishda ion-almashinish usuli keng tarqalgan.

Ion-almashinish deganda, qattiq fazaning eritma bilan reaksiyaga kirishishi natijasida qattiq faza ionlarining eritmadagi ionlar bilan almashinishi tushuniladi. Qattiq fazani tashkil etuvchi moddalar *ionitlar* deyiladi. Ular amalda suvda erimaydi.

Elektrolit eritmalaridan qoniqarli ionlarni yutuvchilar — *kationitlar*, qoniqarsiz ionlarni yutuvchilar *anionitlar* deyiladi. Birinchisi kislotali, ikkinchisi esa asosli xususiyatga ega. Agar ionitlar ham, kationlar ham anionlar bilan almashinsa, ular amfolit deb ataladi.

Ionlarni yutish qobiliyati yutiluvchi massa birligining yoki ionit sig'imining ionlar ekvivalent soni bilan aniqlanadigan almashinish sig'imi bilan ifodalanadi. Almashinishning to'liq, statik va dinamik turlari mavjud.

To'liq almashinish sig'imi — hajm birligining yoki ionit massasining to'liq to'yinishida yutuvchi moddaning miqdoriga aytiladi.

Statik almashinish sig'imi — berilgan ish sharoitidagi muvozanatda ionitning almashinish sig'imiga aytiladi. Odatda statik almashinish sig'imi to'liq almashinuv sig'imiga nisbatan past ko'rsatkichga ega bo'ladi.

Dinamik almashinish sig'imi deb — filtrlash sharoitida aniqlanadigan ionlarning filtratda «sakrash» holatigacha bo'lgan ionit sig'imiga aytiladi. Bu sig'im statik sig'imga nisbatan kamroq.

**Tabiiy va sintetik ionitlar.** Ionitlar (kationitlar va anionitlar) anorganik (mineral) va organik bo'ladi. Ular tabiiy yoki sintetik moddalar bo'lishi mumkin. Noorganik tabiiy ionitlarga seolitlar, loyqali minerallar, dala shpati va turli shaffof mineral moddalar kiradi. Ularning kation almashinish xususiyati  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  turdagi alumosilikatlar tarkibiga o'xshash bo'ladi. Shuningdek, fluorapatit  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$  va gidroksidapatit  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$  ham ion-almashinish xususiyatiga ega.

Sintetik anorganik ionitlarga silikagel, permutit, ba'zi metallarning (aluminium, xrom, sirkoniy va boshq.) qiyin eruvchan oksidlari va gidroksidlari misol bo'ladi.

Kation almashinish xususiyati (masalan, silikagelning) gidroksid gruppalaridagi vodorod ionining ishqorli muhitdagi metall kationlariga almashinishiga bog'liq. Permutit, aluminiy va kremniyli moddalarning qotishma holdidagi birikmasi ham kation almashinish xususiyatiga ega.

Organik tabiiy ionitlar bu tuproq va ko'mirning gumin kislotalaridir. Ular kuchsiz kislotali xossaga ega. Kislotali xossa va almashinish sig'imini oshirish maqsadida ko'mir maydalanib oleum bilan sulfirlanadi.

Sulfoko'mirlar kuchli va kuchsiz kislotali gruppalariga ega bo'lgan arzon polielektrolit hisoblanadi. Bunday ionitlarning kimyoviy barqaror emasligi va donalarining mexanik chidamsizligi, shuningdek, almashinuv sig'imining kamligi (ayniqsa, neytral muhitda) uning kamchiligi hisoblanadi.

Sintetik organik ionitlarga yuza qatlami rivojlangan ion-almashinuvchi polimerlar kiradi. Oqova suvlarni tozalashda ularning ahamiyati katta. Sintetik ion-almashinuvchi polimerlar tarkibida ion-almashinuvchi funksional gruppalar joylashgan uglevodorod radikali bo'lgan yuqori molekular birikmalar hisoblanadi. Bo'shliqli uglevodorod karkasi *matritsa* deyiladi, almashinuvchi ionlar esa *qarama-qarshi ionlar* deyiladi. Har bir qarama-qarshi ion fiksirlangan yoki ankerlangan deb ataladigan qarama-qarshi zaryadlangan ionlar bilan birikkan bo'ladi. Matritsaning asosi hisoblangan poliuglevodorodlar zanjirlari o'zaro kesib o'tuvchi bog'lar bilan birikkan bo'ladi, bu esa karkasning mustahkamligini oshiradi. Ionitni qisqa ko'rinishda yozishda matritsa R bilan belgilanadi, faol gruppasi esa to'liq yoziladi. Masalan, sulfokationitlar  $RSO_3H$  deb yoziladi. Bu yerda R — matritsa, H — qarama-qarshi ion,  $SO_3$  — ankerli ion.

Ionitlar sopolimerlanish va sopolikondensatlanish jarayonlari yordamida olinadi. Kondensatsion ionitlarda birikish, ya'ni kesib o'tuvchi bog'larning hosil bo'lishi metilenli ( $-CH_2-$ ) yoki metinli ( $=CH-$ ) ko'priklar hisobiga amalga oshadi. Azotli gruppalar n-divinilbenzol va uning izomerlari yordamida sopolimerlar hosil qiladi. Bunda kesib o'tuvchi bog'larning soni to'r yacheykalarining o'lchami va matritsaning qattiqligiga bog'liq bo'ladi.

Kation-almashuvchi polimerlar dissotsilanish darajasiga qarab kuchli va kuchsiz kislotali hisoblanadi. Anion-almashuvchi polimerlar esa kuchli va kuchsiz asosli turlarga bo'linadi. Kuchli kislotali polimerlarga sulfoguruhli ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) yoki fosforli [ $\text{PO}(\text{OH})_2$ ] kationitlar kiradi. Karboksil ( $\text{COOH}$ ) va fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) gruppali kationitlar kuchsiz kationit hisoblanadi. Kuchli asosli ionitlar tarkibida ammoniy asoslari ( $\text{R}_3\text{NOH}$ ), kuchsiz asoslilarda esa birikmalarda turli darajada o'rin egallagan aminogruppalar ( $-\text{NH}_2$ ;  $=\text{NH}$ ;  $\equiv\text{N}$ ) bo'ladi.

Bir xil faol gruppalaridan iborat ionitlar *monofunksional*, kimyoviy tabiati turlicha bo'lgan funksional gruppalaridan tashkil topgan ionitlar *polifunksional ionitlar* deb ataladi. Ular kuchli va kuchsiz asosli bo'lgan aralash xususiyatlarga ega bo'lishi mumkin.

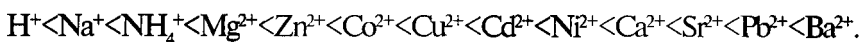
Kationitlarda qarama-qarshi ion sifatida faqat vodorod ionlari emas, balki metall ionlari ham bo'lishi (tuzli shaklda) mumkin. Anionitlar ham tuzli shaklda bo'ladi. Ionitlarni suvda yoki havoda qizdirish natijasida ularning donalari parchalanadi. Bu esa sig'imning kamayishiga olib keladi. Har bir polimer uchun harorat chegarasi mavjud, undan yuqorisida polimerni ishlatib bo'lmaydi. Umumiy holda anionitlarning termik chidamliligi kationitlarga nisbatan past. Ion-almashinish sodir bo'ladigan oqova suvdagi pH kattalik ionitlarning ion-almashuvchi gruppalarining dissotsilanish konstantasiga bog'liq. Kuchli kislotali kationitlar bilan jarayonni istagan muhitda olib borish mumkin. Kuchsiz kislotali kationitlar esa faqat ishqoriy va neytral muhitda yaxshi natija beradi. Shunday qilib, tarkibida karboksil gruppali bo'lgan kationitlar  $\text{pH} > 7$  bo'lganda, fenol gruppali kationitlar esa  $\text{pH} > 8$  da ion almashinadi.

Ionitlar suvda erimaydi, ammo ma'lum chegarada bo'kuvchi gel sifatida suvning ma'lum miqdorini yutib, bo'kadi. Ionitlarning bo'kishi natijasida mikrog'ovaklarning o'lchami 0,5—1,0 mm ( $5\text{--}10 \text{ \AA}$ ) dan 4 mm ( $40 \text{ \AA}$ ) gacha oshadi, mikrog'ovaklarning o'lchami esa 70—130 mm ( $700\text{--}1300 \text{ \AA}$ ) ni tashkil qiladi. Bunda ionitlarning hajmi 1,5—3 marta ortadi. Bo'kish darajasi ionitlarning tuzilishiga, qarama-qarshi ionlarning tabiati va eritma tarkibiga

bog'liq. Bo'kish ionlarning almashinish tezligi va almashinish to'liq bo'lishiga, shuningdek, ionitlarning tanlovchanligiga ta'sir etadi.

Gel ko'rinishdagi kuchli bo'kuvchan ionitlarning solishtirma almashinish yuzasi 0,1—0,2 m<sup>2</sup>/g ga teng. Makrog'ovakli ionitlarning almashinish yuzasi esa 60—80 m<sup>2</sup>/l ni tashkil etadi. Sintetik ionitlar tabiiylariga qaraganda suvda ko'proq bo'kadi va almashinish sig'imi katta bo'ladi. Anionitlarga qaraganda kationitlarning ishlash muddati ko'proq. Bu anionitlardagi faol gruppalar barqaror emasligi bilan tushuntiriladi.

Almashinishning tanlovchanligi ionit g'ovaklarida bo'kish bosimining kattaligiga va ionit g'ovaklarining o'lchamiga bog'liq. G'ovaklarning kichik o'lchamlarida katta ionlar ichki faol gruppalariga ta'sir etmaydi. Ayrim metallarga ionitlarning tanlovchanligini oshirish maqsadida ayni metall ionlari bilan ichki kompleks (xelatlar) hosil qiluvchi moddalar qo'shiladi. Almashinish energiyasiga ko'ra kuchli va kuchsiz kislotali kationitlar qatori mavjud. Masalan, kuchli kislotali sulfokationit KY-2 uchun quyidagi qatorni keltirish mumkin:



Kuchsiz kislotali kationit KB-4 uchun:



Ionitlar kukun (zarrachalar o'lchami 0,04—0,07 mm), donachali (0,3—2 mm) tola materiali, list va plitkalar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Katta donachali ionitlar qatlam balandligi 1—3 m bo'lgan filtrlarda ishlatish uchun mo'ljallangan, kukun ko'rinishdagi qatlam balandligi 3—10 mm bo'lganda ishlatiladi.

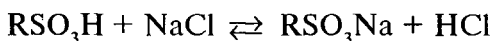
Ionit zarrachalarining o'lchami filtrlarda bosimlar farqi o'zgarishiga ta'sir qiladi. Zarrachalarning o'lchami kichiklanishi bilan qatlamdagi bosim o'zgarishi ortadi. Bundan kelib chiqadiki, tozalash jarayonida ionitlarni maydalash maqsadga muvofiq emas. Bu faqat filtrning qarshiligiga emas, balki oqova suvning filtr bo'yicha notekis taqsimlanishiga olib keladi.

Ionit zarrachalarining o'zaro to'qnashishi, shuningdek, qurilma devorlariga urilishi natijasida ionitlarning yedirilishi sodir bo'ladi. Yedirilish darajasi 0,5% dan oshmaydigan ionitlarni *me-xanik*

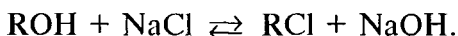
*chidamli* deb hisoblash mumkin. Shuningdek, ionitlar kimyoviy va termik barqaror bo'lishi kerak. Kimyoviy barqarorlik to'liq almashinish sig'imi va ionit massasining o'zgarishi bilan baholanadi.

**Ion-almashinish jarayonining mohiyati.** Ion-almashinish reaksiyasi quyidagicha boradi:

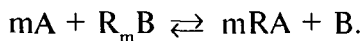
kationit bilan ta'sirlashganda:



anionit bilan ta'sirlashganda



Ion-almashinish ekvivalent munosabatda boradi va ko'pincha qaytar hisoblanadi. Ion-almashinish reaksiyalari almashinuvchi ionlar kimyoviy potentsiallarining farqi natijasida sodir bo'ladi. Umumiy ko'rinishda bu reaksiyalarni quyidagicha yozish mumkin:



Reaksiya muvozanat hosil bo'lguncha davom etadi. Muvozanat hosil bo'lishi dinamik rejimga, almashinuvchi ionlarning konsentratsiyasiga, ionit donalarining tuzilishiga bog'liq.

Moddalarni o'tkazish jarayoni bir nechta bosqichda borishi mumkin: 1) suyuqlik oqimi yadrosidan A ionlarini ionit donalarini o'rab turuvchi suyuq pardaning tashqi chegaraviy yuzasiga olib o'tilishi; 2) chegara qatlam orqali ionlar diffuziyasi; 3) fazalarning ajralish chegarasida ionni ionit donasiga o'tishi; 4) ionit donasi ichidagi A ionlarning ion-almashinuvchi funksional gruppalariga diffuziyasi; 5) A va B ionlarni ikkiyoqlama almashinishining kimyoviy reaksiyasi; 6) ionit donalarining ichidagi B ionlarining fazalarning ajralish chegarasidagi diffuziyasi; 7) B ionlarining fazalarning ajralish chegarasi orqali suyuqlik pardasining ichki yuzasiga olib o'tilishi; 8) B ionlarining parda orqali diffuziyasi; 9) B ionlarining suyuqlik oqimi yadrosiga diffuziyasi.

Ion-almashinish tezligi eng sekin boradigan bosqichlar — suyuqlik pardasidagi diffuziya yoki ionit donasidagi diffuziya bilan aniqlanadi. Ion-almashinishning kimyoviy reaksiyasi tez boradi va jarayonning umumiy tezligini belgilamaydi.



**Ionitlarning regeneratsiyasi.** Kationitlar 2—8% li kislota eritmalari bilan regeneratsiyalanadi. Bunda ular H-shaklga o'tadi. Regeneratsion eritmalar (elyuatlar)da kationlar mavjud. Kationlar yuvilgandan so'ng, masalan, ulardan osh tuzini o'tkazish orqali Na-shaklga o'tkaziladi. Bunda kationitni kislota bilan regeneratsiyalashda hosil bo'lgan H-funksional gruppaga Na-gruppalariga almashinadi, zaryadlantirish uchun ishlatiladigan osh tuzi esa HCl ga o'tkaziladi. Ishlatilgan anionitlar 2—6 % li ishqor eritmasi bilan regeneratsiyalanadi. Anionitlar bunda OH-shaklga o'tadi.

Konsentrlangan ko'rinishdagi elyuatlarda oqova suvlardan ajratib olingan barcha anionlar mavjud bo'ladi. Zarur bo'lsa, regeneratsiyalanayotgan anionitdan NaCl ni o'tkazish yo'li bilan OH-shakldan Cl-shaklga o'tkazilishi mumkin. Ishlatilgan zaryadlangan eritmalarda o'yuvchi natriy yig'iladi.

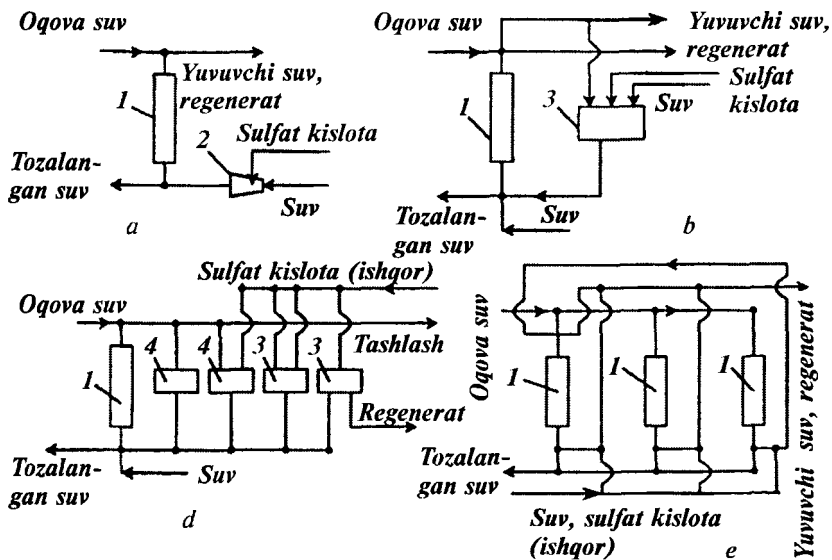
Kislota va ishqor eritmalari ko'rinishidagi elyuatlar neytrallanadi yoki qimmatbaho moddalarni regeneratsiyalash maqsadida ularga ishlov beriladi. Kislota va ishqorli elyuatlarni aralashtirish, shuningdek, kislota va ishqorlarni qo'shimcha ravishda berilishi natijasida neytrallashtirish jarayoni boradi.

Regeneratsiya darajasi (% da) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\alpha = 100\theta_k / \theta_m,$$

bu yerda:  $\theta_k$  — qayta tiklangan almashinish sig'imi;  $\theta_m$  — to'liq almashinish sig'imi. Regeneratsiya darajasiga ionitning turi, to'yingan qatlamning tarkibi, regeneratsiyalanayotgan moddaning tabiati, konsentratsiyasi va sarfi, harorat, ta'sirlashish vaqti va reagentning sarfi ta'sir etadi.

**Ion-almashinuvchi qurilmalarning sxemalari.** Oqova suvlarni ion-almashinish usulida tozalash jarayoni davriy va uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda olib boriladi. Davriy ishlaydigan qurilmalar (filtr yoki kolonna), nasos, turli hajmdagi idishlar va nazorat-o'lchovchi moslamalardan tashkil topadi (3.8- rasmlar).



3.8-rasm. Davriy ishlaydigan ion-almashinish qurilmalarining chizmasi.

- a* — to'g'ri regeneratsiyali; *b* — reagent qismining aylanishi bilan;  
*d* — regeneratni fraksiyalash bilan; *e* — «suzuvchi» filtrlili; 1 — filtrlar;  
 2 — ejektör; 3 — reagent uchun idishlar; 4 — yuvuvchi suv uchun idishlar.

3.8- rasm, *a* da regeneratsiyalaydigan eritmani tayyorlashda ektorga suv, kislota yoki ishqorning konsentrlangan eritmasi uzluksiz ravishda beriladi. Ionit orqali ma'lum hajmdagi regeneratsiyalaydigan eritma o'tkazilgandan so'ng kislota yoki ishqor berilishi to'xtatiladi. Ammo yuvish uchun suvning berilishi davom etadi. Neytrallanish jarayonidan so'ng elyuat va yuvuvchi suv kanalizatsiyaga tashlanadi.

3.8- rasm, *b* ga binoan maxsus idishda regeneratsiyalovchi eritma tayyorlanadi. Bu holda regeneratsiyalovchi agent va regeneratorning hajmini kamaytiriladi, chunki regeneratsiyalovchi eritma konsentrlangan reagentni yuvuvchi suvning dastlabki porsiyasiga qo'shish natijasida tayyorlanadi. Bunda reagentning bir qismi aylanma tizimda bo'ladi.

Reagentni fraksiyalashda (3.8- rasm, *d*) reagent sarfi yana ham kamaytiriladi. Regenerat alohida fraksiyalarga ajratiladi va idishlarga

yig'iladi. Ko'proq konsentrlangan birinchi fraksiya qayta ishlashga yuboriladi. Yuvuvchi suvlar ham ikkita sig'imga yig'iladi. Keyingi regeneratsiyada regeneratsion eritmaning birinchi fraksiyasi sifatida oldingi regeneratsiyaning ikkinchi fraksiyasi ishlatiladi.

«Suzib yuruvchi» filtrli qurilma (3.8- rasm, *e*) da ko'proq konsentrlangan reagentlar olinadi. Bunda yuvuvchi suv ikkita filtrdan bosqichma-bosqich o'tkaziladi. Ikkinchi filtrda «sakrash» hosil bo'lganda regeneratsiyalangan uchinchi filtr yoqiladi, birinchi filtr esa regeneratsiya uchun o'chiriladi va hokazo. Ishlatilgan filtrni yuqorida keltirilgan variantlarga binoan regeneratsiyalash mumkin.

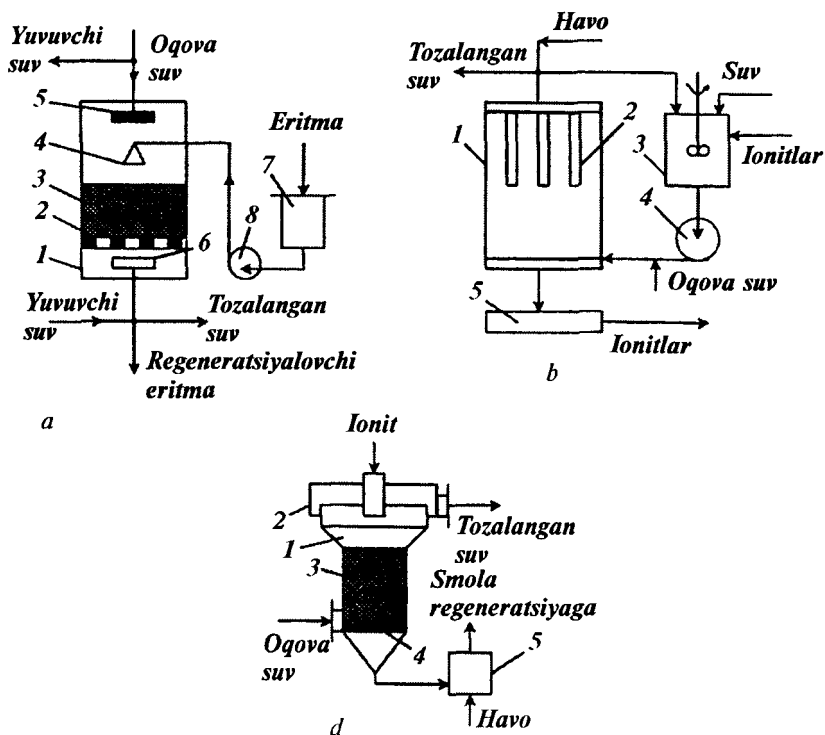
Davriy ishlovchi qurilmalarning ishlash rejimi quyidagicha (3.9- rasm, *a*): oqova suv qurilma ichiga beriladi, ionit qatlami orqali o'tadi va taqsimlovchi moslama orqali chiqib ketadi. Shundan so'ng yuvuvchi suv va regeneratsiyalovchi eritma beriladi. Shunday qilib, qurilmaning siklik ishlashi quyidagi bosqichlardan iborat: 1) ion-almashinish; 2) ionitni mexanik qo'shimchalardan yuvish; 3) ionitni regeneratsiyalash; 4) ionitni regeneratsiyalovchi eritmalarda yuvish.

Qurilmalarning ishlashini tezlashtirish uchun qaynovchi ionit qatlamli qurilmalardan foydalaniladi. Bunda jarayonning tezligi 2—3 marta oshadi. Muallaq qatlam eng kam gidravlik qarshilikka ega. Suvni ko'proq tozalash uchun anionit va kationit aralashgan qatlamli qurilmalar ishlatiladi. Ularda ionitlar bir marta ishlatiladi.

3.9- rasm, *b* da yuvuvchi filtrli qurilma sxemasi ko'rsatilgan. Sig'imda tayyorlangan ionitning suvdagi suspenziyasini filtrlovchi elementlarda 5—10 mm qalinlikdagi ionitning zich qatlami hosil bo'lguncha nasos bilan filtr orqali sirkulatsiyaga beriladi. Shundan so'ng oqova suvni tozalashga yuboriladi. Ishlatilgan ionit filtrdan havo bilan regeneratsiyaga chiqariladi. Yangi ionit qatlami yuvilgandan so'ng siklga qaytariladi. Bu qurilmalarni oqova suv tarkibidagi tuzning miqdori juda kam bo'lganda ishlatish maqsadga muvofiq.

Davriy ishlovchi qurilmalarning kamchiligi: qurilmaning hajmi katta bo'lgani sababli reagent sarfi ko'p, ionit bir vaqtda ko'p miqdorda beriladi, avtomatlashtirish jarayoni qiyin.

Uzluksiz ion-almashinish ionit va regeneratsiyada ishlatiladigan reagentlarning hamda yuvuvchi suvning sarfini kamaytirishga,



3.9- rasm. Ion-almashinish qurilmalarining chizmasi:

- a* — davriy ishlovchi; 1 — kolonna; 2 — to'siq; 3 — ionit qatlami; 4—6 — taqsimlovchilar; 7 — regeneratsiyalovchi eritmali bak; 8 — nasos.
- b* — yuvuvchi filtrli qurilma; 1 — qobiq; 2 — filtrlovchi element; 3 — ionit suspenziyasini tayyorlash uchun idish; 4 — nasos; 5 — ishlatilgan ionitni yig'uvchi idish; *d* — ionitning qo'zg'aluvchan qatlamlari sxemasi: 1 — qobiq; 2 — ajratuvchi zona; 3 — ionit qatlami; 4 — tarelka; 5 — erlift.

shuningdek, qulay ion-almashinuvchi qurilmalardan foydalanishga yordam beradi. Uzlüksiz ishlovchi kollonnalar qo'zg'alib yuvuvchi ionit qatlami va ionitning qaynash qatlami kabi ishlaydi. Uzlüksiz ishlovchi qurilmalar bir necha kationit va anionitli qurilmalardan iborat bo'ladi.

Ion-almashinuvchi qurilmalar quyidagi talablarga javob berishi kerak: ma'lum ish hajmiga ega bo'lishi; o'zaro ta'sir etuvchi fazalar harakatining ma'lum gidrodinamik rejimini ta'minlashi, ion-almashinuvchi polimerning talab qilingan to'yinish darajasiga ega bo'lishi, gidravlik qarshiligi kichik bo'lishi, kapital va ekspluatatsion xarajatlar minimal bo'lishi kerak.

Ion-almashinuvchi qurilmalar turli ko'rsatkichlari bilan tasniflanadi: 1) *jarayonni tashkil qilish bo'yicha* — uzluksiz, yarim uzluksiz va davriy ishlaydigan; 2) *gidrodinamik rejim bo'yicha* — almashinadigan, aralashtiruvchi va oraliq turdagi; 3) *ionit qatlamining holati bo'yicha* — qo'zg'almas, qo'zg'aladigan, pulsirlanadigan aralashuvchi va sirkulatsiya qatlamli; 4) *o'zaro ta'sirlashuvchi fazalar bo'yicha* — fazalarning uzluksiz yoki bosqichmabosqich ta'sirlashishiga yordam beradigan; 5) *fazalarning o'zaro harakatini tashkil qilish bo'yicha* — to'g'ri, teskari va aralash oqimli; 6) *tuzilishi bo'yicha* — kolonnali va sig'imli qurilmalar.

3.9- rasm, *d* da ionitning qo'zg'alib yuruvchi qatlamli sxemasi ko'rsatilgan. Bu sxemaga ko'ra oqova suv pastdan, ionit esa yuqoridan beriladi. Kolonna kam solishtirma mahsuldorlikka  $1-5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ soat})$  ega. Fazalar tez aralashgani va kolonna kesimi bo'yicha ionit notekis taqsimlanganligi sababli samaradorligi kam. Jarayon samaradorligini oshirish maqsadida mavhum qaynash qatlamli yoki pulsatsiyali kolonnalar ishlatiladi.

**Ion-almashinish usuli bilan tozalashga misollar.** Metall ionlarini ajratib olish ularning suvdagi konsentratsiyasiga, pH ga, suvning umumiy minerallasuviga, kalsiy va temir ionlarining miqdori hamda konsentratsiyasiga bog'liq. Metallarni rekupe-ratsiyalash uchun kuchli (H-shaklda) va kuchsiz (Na-shaklda) kislotali kationitlar ishlatiladi.

Rux ionlarini H-shakldagi kuchli kislotali kationit KY-2-8 da yoki Na-shakldagi KB-4 karboksil kationitida ajratib olinadi. Zn bo'yicha KY-2 kationitining dinamik almashinuv sig'imi  $2-3 \text{ mg-ekv/g}$  ga, KB-4 da esa  $5 \text{ mg-ekv/g}$  ga teng. Kuchli kislotali kationitlar pH ko'rsatkichining katta sohalarida rux ionlari bilan ion almashinadi. Karboksil kationitlar neytral yoki kuchsiz ishqorli oqova suvlarni tozalashda ishlatiladi.

Sulfokationitlar 10% li  $H_2SO_4$  eritmasi bilan regeneratsiya-lanadi. Ruxning elyuatlardagi konsentratsiyasi 6—9 g/l ni tashkil qiladi.

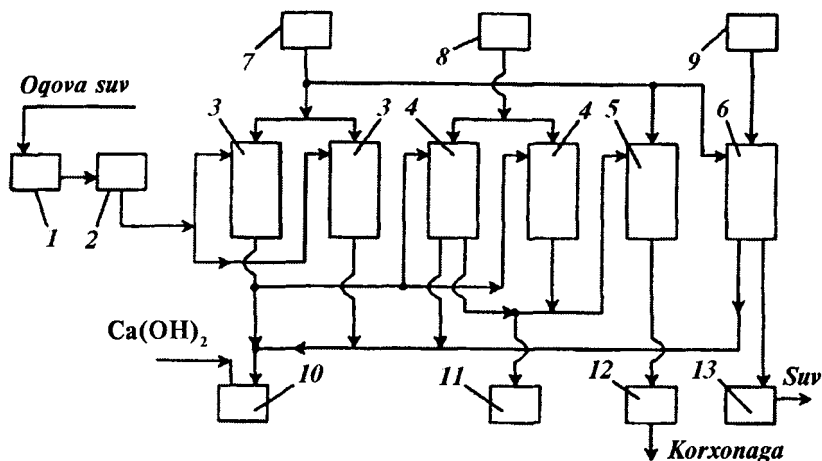
Mis ionini oqova suvlardan  $pH=12-12,49$  da KY-1 kationiti yordamida ajratib olinadi. Ularning sorbsion sig'imi 1 /bo'kuvchi smolaga 37—50 g ga teng. Regeneratsiya 5% li HCl eritmasi bilan olib boriladi. Misning elyuatlardagi konsentratsiyasi 15—17 g/l ga yetadi. Mis kislotali oqova suvlardan kuchli kislotali kationitlar bilan ajratib olinadi. Ular sulfat kislotaning 10—20% li eritmasida regeneratsiya qilinadi.

Nikel ionlarini oqova suvlardan dinamik almashinish sig'imi 67—70 g/kg bo'lgan KY-2—8 kationiti bilan ajratib olinadi. Oqova suvlarni filtrlash tezligi 12—15 m/soatni tashkil etishi kerak. Regeneratsiya 0,5 m/soat tezlikda 20 % li  $H_2SO_4$  eritmasi bilan olib boriladi. Regeneratsiyadan olingan elyuatlar tarkibida 95 g/l Ni bo'ladi. Ularni nikellash jarayonida ishlatish mumkin.

Oqova suvlardan 3 valentli  $Cr^{3+}$  kationlarini ajratib olish uchun H-kationiti qo'llaniladi, xromat  $CrO_4^{2-}$  va bixromat ionlarini  $Cr_2O_7^{2-}$  ajratib olish uchun esa AB-17, AH-18Π, AH-25 anionitlari ishlatiladi. Xromni yutishda anionitlarning sig'imi  $pH$  ning 1 dan 6 gacha bo'lgan sohasida  $pH$  ga bog'liq bo'lmaydi,  $pH>6$  dan katta bo'lganda anionitning yutish sig'imi kamayadi. Oqova suvda  $Cr^{6+}$  ning miqdori 800 dan 1400 mol · ekv/l bo'lganda AB-17-8 anionitining almashinish sig'imi 270—376 mol · ekv/ $m^3$  ni tashkil qiladi. Filtrlash tezligi 10—15 m/soatga teng deb qabul qilinadi.

Kuchli asosli anionitlar 8—10 % li o'yuvchi natriy eritmasi bilan regeneratsiya qilinadi. Tarkibida 40—50 g/l VI valentli xrom bo'lgan elyuatlar rekuperatsiyalanishi mumkin. Regeneratsiyaning tezligi 1—1,5 m/soatni tashkil qiladi.

Yuvuvchi suvlarni va xrom elektrolitini tozalash chizmasi 3.10- rasmda ko'rsatilgan. Qurilmaning tozalangan suv bo'yicha mahsuldorligi 2—3  $m^3$ /soat ni tashkil qiladi, elektrolit ishlab chiqarishga qaytariladi. Filtrlashdan keyin elyuat ohakli eritma bilan neytrallanadi.



3.10- rasm. Xromli yuvuvchi suvlarni va xromli elektrolitni tozalash qurilmasining chizmasi:

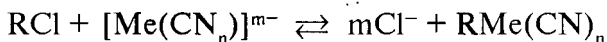
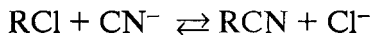
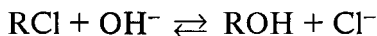
- 1—me'yorlashtirgich; 2—filtr; 3—kationitli filtrlar;  
 4—anionitli filtr; 5—anionit reagentini Cr(III) oksidiga aylantirish uchun kationitli filtr; 7—kislotaga uchun idish; 8—ishqor uchun idish;  
 9—ishlatilgan elektrolit uchun idish; 10—neytralizator; 11—tozalangan suvni yig'uvchi idish; 12—Cr(III) oksidini yig'uvchi idish; 13—tozalangan elektrolit uchun yig'uvchi idish.

Oqova suv tarkibida bir necha kationlar bo'lsa, kationit sig'imi eng kam sorbsiyalanadigan ion bo'yicha hisoblanadi. Hisobiy konsentratsiyani ajratib olinayotgan barcha kationlarining konsentratsiyasi yig'indisiga teng deb olinadi. Kationit  $H_2SO_4$  yoki  $Na_2SO_4$  eritmasi bilan regeneratsiyalanadi. Oqova suv tarkibida ko'p miqdorda kalsiy ionlari bo'lsa, kationit qatlamining jipslanib qolishining oldini olish maqsadida regeneratsiyada  $HCl$  yoki  $NaCl$  dan foydalaniladi. Kationitlar regeneratsiyasidan olingan elyuatlarni kislotali eritmalarning turli tuzlari bilan aralashmasi ko'rinishida ko'rish mumkin. Bunday elyuatlardan metallarni ajratib olish uchun qayta ishlash juda qiyin.

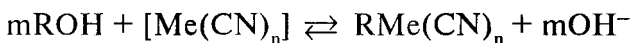
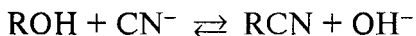
Oddiy va kompleks sianidlar anionitlar yordamida ajratib olinadi. U oqova suvlarda oddiy ( $CN^-$ ) yoki kompleks ionlar  $Me(CN)_n^{m-}$  ko'rinishida uchraydi.

Ishqorli oqova suvlarga tuz shaklidagi anionitlar bilan, neytral yoki kislotali oqova suvlarga gidroksid yoki tuz shaklidagi ionitlar bilan ishlov beriladi (4- jadvalga qarang).

Oqova suvlardan sianidlarni tuzli shakldagi (masalan, Cl — shaklda) anionitlar bilan yutilish reaksiyalari quyidagicha boradi:



Sianidlarni gidroksil shakldagi anionitlar bilan yutilish reaksiyasi quyidagicha:



Kuchli asosli anionit 5—10% li o'yuvchi natriy yoki NaCl bilan regeneratsiyalanadi. Regeneratsiya to'liq bormaydi (oddiy sianid 80—90%, komplekslar 42—78% desorbsiyalanadi). To'liq regeneratsiya borishi uchun regeneratsiyalovchi eritmaning sarfi ko'proq bo'lishi kerak.

Oqova suvlardan fenollar (OH-shakldagi) anionitlar yoki kationitlar bilan ajratib olinadi.

4- jadval

### Ba'zi ionitlar markalari

Markasi	Hajm, mg/g			pH
	Statik sharoitda	Dinamik sharoitda		
		Sakrash holatiga	To'liq to'yunguncha	
Sulfo-ko'mir	37—40	92	90—100	—
KY-1	—	—	70—90	—
ЭДЭ-10П	54—55	120	54—68	8,5
AB-17	85—89	147	90—95	6—12



### 3.5. Ekstraksiya

Tarkibida fenol, moy, organik kislotalarning metall ionlari va boshqa moddalar bo'lgan oqova suvlarni tozalashda suyuqlik ekstraksiyadan foydalaniladi. Bunda dastlab suv tarkibidagi organik qo'shimchalarning konsentratsiyasi aniqlanadi. Agar ajratib olinayotgan modda sarflangan xarajatni qoplay olsa, ekstraksiya iqtisodiy tomondan foyda keltiradi. Har bir modda uchun uni oqova suvdan ajratib olish samaradorligi konsentratsiyasining chegarasi mavjud. Umuman ayrim moddalar uchun konsentratsiya 3—4 g/l dan oshiq bo'lganda adsorbsiya usuliga nisbatan ekstraksiya usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Konsentratsiya 1 g/l dan kam bo'lganda ekstraksiyani zarur hollardagina qo'llash mumkin. Ekstraksiya usulida oqova suvlarni tozalash 3 bosqichdan iborat.

1- bosqich. Oqova suvlarni ekstragent (organik erituvchi) bilan uzluksiz aralashishi. Hosil bo'lgan yuzada suyuqliklaro 2 ta suyuq faza vujudga keladi. Birinchi faza — ekstrakt ajratilayotgan modda va ekstragentdan iborat, ikkinchi faza — oqova suv va ekstragentdan iborat.

2- bosqich. Ekstrakt va rafinatning ajralishi.

3- bosqich. Ekstragentni ekstrakt va rafinatdan regeneratsiyalash.

Oqova suv tarkibidagi erigan iflosliklar miqdorini chegaraviy konsentratsiyagacha kamaytirish uchun ekstragentni to'g'ri tanlash va uni oqova suv tarkibiga kiritish tezligini to'g'ri tanlash zarur.

Erituvchini tanlashda uning tanlovchanligini, fizik-kimyoviy xususiyatlarini, narxi va mumkin bo'lgan regeneratsiyaning turlarini hisobga olish zarur.

Ekstragent quyidagi talablarga javob berishi lozim:

1. Ajratib olinayotgan moddalarni suvga nisbatan yaxshiroq eritishi, ya'ni yuqori taqsimlanish koeffitsiyentiga ega bo'lishi kerak;

2. Eritishda katta tanlovchanlikka ega bo'lishi zarur. Oqova suvda qolishi kerak bo'lgan komponentlar qancha kam erisa, ajratib olinishi zarur bo'lgan moddalar shuncha ko'proq ajratib olinadi.

3. Ajratib olinayotgan komponentga nisbatan eritish xususiyati

yuqori bo‘lishi kerak. Ekstragentning eritish xususiyati yuqori bo‘lsa ekstragent kam sarflanadi, ya’ni tozalash xarajatlari kam bo‘ladi.

4. Oqova suvda kam erishi va qiyin tozalanadigan barqaror emulsiya hosil qilmasligi kerak, aks holda qurilmaning mahsuldorligi kamayadi, ekstrakt va rafinatning ajralishi qiyinlashadi. Natijada ish jarayoni ko‘p vaqt oladi va erituvchining sarfi ko‘payadi.

5. Zichligi oqova suvning zichligidan farq qilishi kerak (odatda u kichik bo‘ladi), chunki faqat zichliklarning farqigina fazalarning tez va to‘liq ajralishiga sabab bo‘ladi.

6. Diffuziyalanish koeffitsiyenti katta bo‘lishi kerak. Bu koeffitsiyent katta bo‘lsa, massa almashinish tezligi, ya’ni ekstraksiya jarayonining tezligi yuqori bo‘ladi.

7. Oddiy va arzon usul bilan regeneratsiyalanishi kerak.

8. Ekstraksiyalanayotgan moddaning haroratidan farq qiluvchi qaynash haroratiga ega bo‘lishi kerak (oson ajralishni ta’minlash uchun). Katta bo‘lmagan bug‘lanish solishtirma issiqligiga va issiqlik sig‘imiga ega bo‘lishi lozim.

9. Ajratilayotgan modda bilan ta’sirlanmasligi kerak, chunki bu ekstragent regeneratsiyasini qiyinlashtiradi va uning yo‘qotilishiga olib kelishi mumkin.

10. Iloji boricha zararli, portlovchi va yonuvchan bo‘lmasligi; qurilma materiallarini korroziyaga uchratmasligi, tannarxi past bo‘lishi zarur.

Oqova suv hajmida ekstragent teng taqsimlanishi va ekstragentning oqova suvga berilish tezligi minimal bo‘lishi kerak. Taqsimlanish ekstragent va suvda erigan moddalarning nisbati bilan belgilanadi:

$$K = \frac{C_s}{C_e}.$$

Bu ifoda teng taqsimlanish qonunini ifodalaydi va berilgan haroratda ekstragent va suvda ekstraksiyalanayotgan moddaning konsentratsiyalari orasidagi dinamik muvozanatni tavsiflaydi. Taqsimlanish koeffitsiyenti tajriba yo‘li bilan belgilanadi, u sistema komponentlarining tabiatidan, suv va ekstragentdagi iflosliklarning miqdori va haroratiga bog‘liq. Agar ekstragent oqova suvda umuman

erimasa, bu ifoda to'g'ri bo'ladi. Ammo ekstragent oqova suvda qisman eriydi, shuning uchun taqsimlanish koeffitsiyenti faqat haroratga emas, balki rafinatdan ajratib olinayotgan moddaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi va u o'zgaruvchan kattalikdir.

Oqova suv tarkibida bir necha xil iflosliklar mavjud bo'lganda dastlab — qimmatroq va zaharli moddani, keyin esa boshqa moddalarni ajratib olish maqsadga muvofiqdir. Bunda har bir komponent uchun turli ekstragent ishlatiladi. Oqova suvdan bir vaqtning o'zida bir nechta moddani ekstraksiyalash mumkin.

Bunday holatda tozalash jarayonining olib borilishi ekstragentni tanlashni va uni regeneratsiyalashni qiyinlashtiradi.

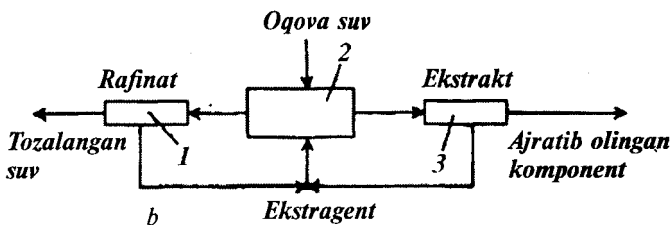
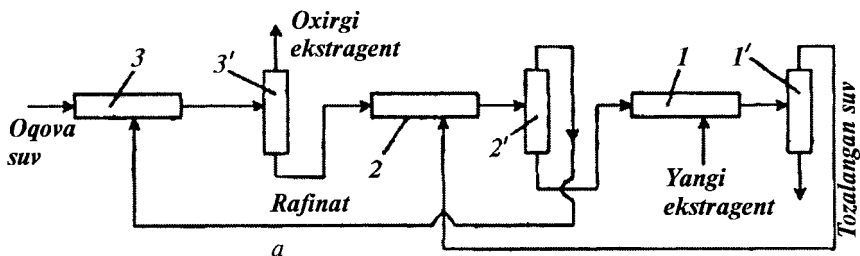
Ekstraktdan ekstragentni ajratib olishning muhimligi, uni ekstraksiya jarayoniga qaytarib berilishi kerakligidadir. Regeneratsiya — boshqa erituvchi bilan ikkilamchi ekstraksiyani qo'llash, shuningdek, bug'latish, dissotsilanish, kimyoviy ta'sir va cho'ktirish yordamida olib borilishi mumkin.

Ekstragentni siklga qaytarish zarur bo'lmasa, uni regeneratsiya qilmasa ham bo'ladi. Masalan, biror modda ajratib olinganda ekstraktni texnologiyada yoki yonilg'i sifatida ishlatish mumkin. Chiqindi yonilg'i sifatida ishlatilganda ekstraksiyalanayotgan moddalar yog'larda parchalanadi. Buni ekstragentning narxi qimmat bo'lmaganda amalga oshirish mumkin.

Suvda erimaydigan suyuqlik umuman yo'qligi sababli, ekstraksiya jarayonida ekstragentni rafinatdan ajratib olish kerak. Erituvchining sarfini kamaytirish maqsadida bu jarayondan foydalaniladi. Suvda eruvchanligi (chegaraviy mumkin bo'lgan miqdor) ChMM dan katta bo'lmagandagina rafinat bilan erituvchi yo'qotilishi mumkin, ammo bunda uning narxi juda kichik bo'lishi kerak.

Rafinatdan erituvchini ajratib olishning eng ko'p tarqalgan usullari adsorbsiya yoki bug' (gaz) bilan haydash usullari hisoblanadi. Buning uchun ishlatilgan bug' yoki chiqib ketayotgan tutun gazlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir. Oqova suvlarni tozalashda qarama-qarshi oqimli ko'p bosqichli ekstraksiya yoki uzluksiz qarama-qarshi oqimli ekstraksiya jarayoni ko'p ishlatiladi.

3.11- rasm,  $a$  da har bir bosqich ekstrakt, suvni aralashtiruvchi sig'im va tindirgichdan iboratligi ko'rsatilgan. Yangi ekstragent va



### 3.11-rasm. Ekstraksiya qurilmalarning chizmasi.

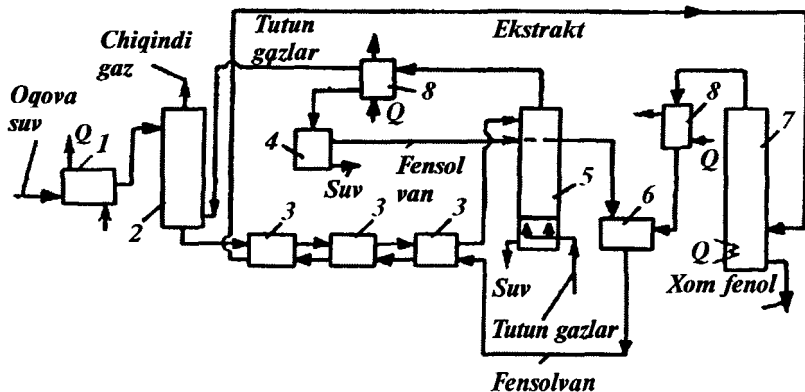
*a* — ko'p bosqichli qarama-qarshi oqimli ekstraksiyaning sxemasi: 1—3 — aralastirgichlar; 1'—3' — tindirgichlar; *b*—ekstrakt va rafinatdagi ekstragentni regeneratsiya qiluvchi qarama-qarshi oqimli uzluksiz ekstraksiya sxemasi: 1—ekstragentni rafinatdan ajratish tizimi; 2—kolonna; 3—ekstragentni ekstraktidan ajratish tizimi.

oqova suv qarama-qarshi tomonlardan beriladi. Birinchi bosqichda tarkibida iflosliklar kam bo'lgan oqova suv yangi ekstragent bilan aralashadi, oxirgi bosqichda esa boshlang'ich oqova suv tarkibida yetarlicha miqdorda ajratib olinayotgan moddalari bor bo'lgan ekstragent bilan aralashadi. Oqimlarning bunday harakati ekstraksiya jarayonining harakatlantiruvchi kuchi hosil bo'lishiga va oqova suvlarni samaraliroq tozalashga olib keladi.

3.11- rasm, *b* da ekstrakt va rafinatdagi ekstragentni regeneratsiyalovchi qarama-qarshi oqimli ekstraksiya sxemasi keltirilgan.

Oqova suvdan fenolni ekstraksiyalashda oddiy dietil, dibutil, diizopropil efir va murakkab efirlar: etilasetat, n-amilasetat, izobutilasetat, izo-amilasetat ishlatiladi.

Fensolvan — murakkab alifatik efirlarning aralashmasi — suvda qiyin eruvchan, ammo fenollarga nisbatan yuqori eritish qobiliyatiga ega. 2 % li fenol eritmasi (karbol kislota) uchun taqsimlash



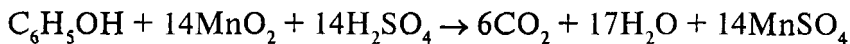
3.12-rasm. Oqova suvlardan fenollarni ajratib olish qurilmasining chizmasi.

1 — muzlatgich; 2 — purkagich kolonnasi; 3 — ekstraktorlar;  
4 — dekantator; 5 — rektifikatsion kolonna; 6 — fensolvan yigʻuvchi idish;  
7 — regeneratsion kolonna; 8 — kondensatorlar.

koeffitsiyenti 49 ga teng, uning zichligi  $0,88 \text{ kg/m}^3$ . Regeneratsiyadan soʻng fensolvanning ekstraksiyalash xususiyati toʻla tiklanadi. Oqova suvdan fenolni tozalash chizmasi 3.12- rasmda keltirilgan.

Fenolli oqova suv  $20\text{--}25^\circ\text{C}$  gacha muzlatgichda sovitiladi, fenollarni erkin fenolga aylantirish uchun  $\text{CO}_2$  li (tutun gaz) gaz bilan puflanadi. Shundan soʻng ular ekstraksiyaga yuboriladi. Birinchi bosqichdan ekstrakt fensolvan haydaladigan rektifikatsiyalovchi kolonkaga beriladi. Kondensatsiyadan soʻng u yigʻichga beriladi, fenol esa ishlatilishga yuboriladi. Ekstraktorning oxirgi bosqichida fenolsizlantirilgan suv kolonkaga yuboriladi, bu yerda bugʻ yordamida haydalgan yigʻichga fensolvan keladi.

Oqova suvdan fenolni ajratib olish darajasi  $92\text{--}97\%$  ga yetadi. Fenolning qoldigʻi  $800 \text{ mg/l}$  ni tashkil etadi. Oqova suvni fenoldan koʻproq tozalash uchun  $\text{MnO}_2$  (pirolyuzit) va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan oksidlanadi:



Oqova suv tarkibidagi nitrobirikmalarni tozalash uchun ham ekstraksiyon qurilmalardan foydalaniladi. Bunday suv tarkibida:

1,5—2,2% nitrobirikmalar va 0,25—0,6% erkin holda nitrat kislotasi mavjud bo‘ladi.

Nitrobirikmalar benzol bilan ekstraksiyalanadi. Ekstraksiya jarayonida nitrat kislotasi bilan nitrolanish reaksiyasiga kirishadi va oqova suvdagi uning konsentratsiyasi 0,01—0,03% gacha kamayadi. Ekstraksiya 2 bosqichli qurilmada olib boriladi. Ekstrakt rektifikatsiya kolonkasiga keladi. Rektifikatsiyadan so‘ng benzol qayta ishlatishga yuboriladi, ajratilgan nitrobirikmalar esa tayyor mahsulot olish uchun qayta ishlatiladi.

Oqova suvlardan metallarni ajratib olish uchun suyuqlik ekstraksiyasi ishlatiladi. Suyuqlik ekstraksiyasi jarayonida ajratib olinayotgan metallar organik fazaga o‘tadi, so‘ng qayta ekstraksiya natijasida organik fazadan suvli eritmaga o‘tadi. Shunday qilib, oqova suvlarni tozalash va metallarni konsentrlashga erishiladi.

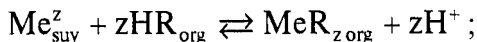
Metallarni suvli eritmada organik fazaga o‘tkazish 3 xil usulda olib boriladi.

1. Kation-almashinish ekstraksiyasi usuli, ya‘ni ekstraksiyalanayotgan metall kationining ekstragent kationiga almashinishi.

2. Anion-almashinish ekstraksiyasi usuli, ya‘ni suv tarkibidagi metall anionining ekstragent anioniga almashinishi.

3. Koordinatsion ekstraksiyasi usuli. Bunda ekstragentlar sifatida  $\text{RNH}_3$  — birlamchi, ikkilamchi  $\text{R}_2\text{NH}$  va uchlamchi aminlar  $\text{R}_3\text{N}$  ( $\text{R}-\text{C}_7-\text{C}_9$ ) ishlatiladi. Bunda ekstragent iʼoni yoki molekulasini ekstraksiyalanayotgan metall atomlari bilan kompleks birikma hosil qiladi.

Umumiy ko‘rinishda kation-almashinuvchi ekstraksiya jarayoni quyidagicha boradi:



bu yerda, Me — z valentli metall; R — organik kislotasi qoldig‘i.

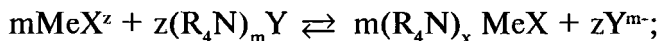
Kation-almashinuvchi ekstragentlar. Bunday ekstragentlarga uglerod atomidagi radikallari 7 dan 9 gacha bo‘lgan karbon kislotasi, yog‘ qatori kislotalari va naften kislotalari misol bo‘ladi.

Kation-almashinuvchi ekstraksiyaning turli-tumanligiga kompleks hosil qiluvchi (xelat hosil qiluvchi) ekstragentlar bilan

ekstraksiya qilish sabab bo‘ladi. Reaksiya natijasida metall atomlari (ionlari) ichki kompleks birikmalar hosil qiladi.

Anion almashinuvchi ekstragentlarga to‘rtlamchi ammoniy asoslari (TAA) va uning tuzlari (TAT) ham kiradi. TAA ammoniy ioni hosilalari hisoblanadi  $(\text{NH}_4)^+ : \text{R}_4\text{NOH}$ .

TAT lar metallarni anion almashinuvchi reaksiya turiga qarab ekstraksiyalaydi.



bu yerda,  $z$  — metall tarkibli MeX anionning zaryadi;  $m$  — TAT anionining zaryadi,  $\text{Y}$ —TAT anioni. TAT metall tuzlari, kislotali va ishqorli eritmalarini ekstraksiyalashda ishlatiladi.

Neytral ekstragentlarga quyidagilar kiradi:

1. Umumiy formulasi ROH (uglerod atomlari 7 dan 9 gacha) bo‘lgan organik spirtlar.

2.  $\text{R}_2\text{CO}$  tarkibli ketonlar.

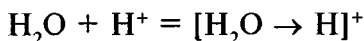
3. Oddiy efirlar —  $\text{R}_2\text{O}$  (dietilefir  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ ).

4. Spirtning noorganik kislotalar bilan ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan murakkab efirlari, masalan, tributilfosfat TBF  $(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_3\text{PO}$ .

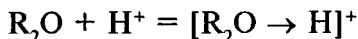
5. Trialkilfosfinoksid —  $\text{R}_3\text{PO}$ ;

6. Sulfooksid —  $\text{R}_2\text{SO}$ .

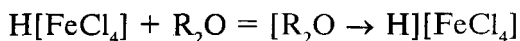
Bu ekstragentlarning barchasi kislorod gruppalariga ega va qutbli hisoblanadi. Dietil efir bilan ekstraksiyalash reaksiyasi oksonli tur bo‘yicha boradi. Bunday reaksiyalarning mohiyati shundan iboratki, kuchli kislotali eritmalaridagi vodorod ioni juda barqaror kompleks ion — oksoniy  $\text{H}_3\text{O}^+$  ni hosil qiladi:



Xuddi shunday «+» zaryadli kompleks ion vodorod ionining kislorodli organik moddalar bilan ta’siridan hosil qiladi:



Metall anion kompleks ko‘rinishida ekstraksiyalanadi, masalan:



### 3.6. Teskari osmos va ultrafiltrlash

Osmotik bosimdan yuqori bosimda yarimo‘tkazuvchi membranalar orqali eritmalarni filtrlash jarayoni teskari osmos va ultrafiltrlash deb ataladi (3.13-rasm).

Membrana o‘zidan erituvchi molekulalarini o‘tkazadi, shu bilan birga erigan moddalarni ushlab qoladi. Teskari osmosda erituvchi molekulalarning o‘lchamidan katta bo‘lmagan zarrachalar ajratiladi. Ultrafiltrlashda alohida zarrachalarning o‘lchami  $d_z$  odatda kattaroq. Quyida bu jarayonlarning qo‘llanilish chegaralari keltirilgan.

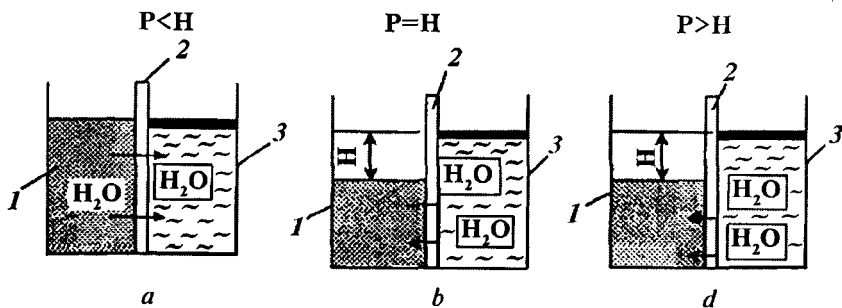
Jarayon $d_z$ , mkm	Teskari osmos	Ultrafiltrlash	Makrofiltrlash
	0,0001—0,001	0,001—0,02	0,02—10

Bu jarayon oddiy filtrlashdan mayda o‘lchamli zarrachalarning ajralishi bilan farq qiladi. Teskari osmos jarayonini olib borish uchun kerak bo‘lgan bosim ultrafiltrlash jarayoniga kerak bo‘lgan bosim (0,1—0,5 MPa) ga qaraganda ancha yuqori (6—10 MPa).

Teskari osmos issiqlik elektrstansiyalarida suvni tuzsizlantirishda va turli sanoat korxonalarida (yarim o‘tkazgichlar, kioskoplar, dori-darmon ishlab chiqarishda va h.k.) hamda shahar oqova suvlarini tozalashda ishlatiladi. Teskari osmosning eng sodd qurilmasi yuqori bosimli nasos va ketma-ket ulangan moduldan (membranali element) iborat (3.14- rasm).

Usulning afzalliklari: iflosliklar ajralishida fazalarga ajratish shart emasligi, energiya sarfi kamligi, kimyoviy reagentlarsiz yoki kam miqdorda reagent qo‘shish bilan xona haroratida olib borish mumkinligi; qurilma tuzilishining soddaligi. Usulning kamchiligi: membrananing tashqi yuzasida erigan moddalar konsentratsiyasining ortishi bilan yuzaga keluvchi konsentratsion qutblanishning hosil bo‘lishidir. Bu holat qurilmaning ish mahsuldorligining kamayishiga, komponentlarning parchalanish bosqichi pasayishiga va membrananing ishlash muddatining kamayishiga olib keladi.

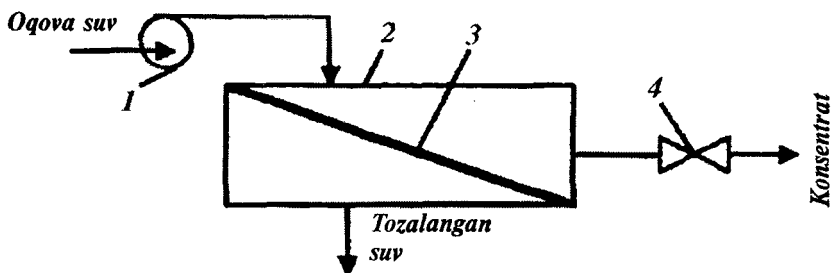




3.13-rasm. Osmos sxemasi ( $H$  — osmotik bosim,  $P$  — ishchi bosim).

$a$  — to'g'ri osmos;  $b$  — osmotik tenglik;  $d$  — teskari osmos;

1 — toza suv; 2 — membrana; 3 — eritma.



3.14-rasm. Teskari osmos qurilmasining chizmasi.

1 — yuqori bosimli nasos; 2 — teskari osmos moduli;

3 — membrana; 4 — chiqaruvchi klapan.

Jarayonning samaradorligi qo'llanilayotgan membranalarning xossalriga bog'liq. Ular quyidagi afzalliklarga ega bo'lishi kerak: yuqori ajratish xususiyatiga (tanlovchanlikka), yuqori solishtirma mahsuldorlikka (o'tkazuvchanlikka), muhitning ta'siriga chidamli bo'lishi, ishlash jarayonida xususiyati o'zgarmasligi, mexanik zichlikka ega bo'lishi, tannarxi past bo'lishi kerak.

Ajratish jarayonining tanlanuvchanligi ( $\%$  da) quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = 100 (c_o - c_f) / c_o = 100 (1 - c_f/c_o),$$

bu yerda,  $c_o$  va  $c_f$  — erigan moddaning oqova suvdagi va filtratdagi konsentratsiyasi.

O'tkazuvchanlik vaqt birligida ishchi yuzaning birligidan olingan filtrat soni  $V_f$  orqali topiladi:

$$V_f = k_1(\Delta P - \Delta P_o),$$

bu yerda,  $\Delta P$  — suvning membranagacha va keyingi bosimlari farqi;  $\Delta P_o$  — osmotik bosimlarning farqi;  $k_1$  — membrananing o'tkazuvchanligiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti.

Demak, teskari osmos tezligi samarali bosimga to'g'ri proporsional (tavsiya qilingan va osmotik bosimlari orasidagi farqi). Samarali bosim osmotik bosimga nisbatan ancha ustunroq. Quyida ba'zi tuzlarning 1000 mg/l konsentratsiyadagi eritmalari uchun osmotik bosimlar qiymati keltirilgan.

Tuz	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	NHCO <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>
Osmotik bosim, kPa	79	42	25	58	89	67

Tozalash jarayonida erigan moddaning bir qancha qismi suv bilan birga membranadan o'tadi. O'ta samarali ajratuvchi membranalar uchun bunday sakrash —  $S$  [kg/(m<sup>3</sup> · sut) da] bosimga deyarli bog'liq emas. U quyidagi bog'liqlik orqali aniqlanadi (membrana uchun konstanta —  $k_2$ ).

$$S = k_2(c_o - c_f)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, boshlang'ich suvdagi iflosliklar konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, moddalarning membrana orqali o'tishi shuncha samarali bo'ladi.

Teskari osmos mexanizmi uchun bir necha variantlar taklif qilingan. Ulardan birida membranalar suvni yig'adi, bunda membrana yuza qatlami eritish xususiyatiga ega bo'lmaydi. Agar suvning adsorbsiyalangan molekulari qatlamining qalinligi membrana g'ovaklarining diametrini yarmini yoki yarmidan ko'pini tashkil etsa, ko'pchilik molekularlarning o'lchami kichik bo'lishiga qaramay, bosim ostida g'ovaklardan faqat toza suv o'tadi. Bunday ionlarning g'ovaklar orqali o'tishiga ularda hosil bo'ladigan

gidratlangan qobiq qarshilik ko'rsatadi. Gidratlangan qobiqning o'lchami turli ionlar uchun har xil. Agar suv molekulalarining adsorbsiyalangan qatlami qalinligi g'ovaklar diametrining yarmidan kam bo'lsa, membrana orqali suv bilan birga erigan moddalar ham o'tadi.

Ultrafiltrlash uchun boshqacha parchalanish mexanizmi taklif qilingan. Molekulalarning o'lchami g'ovaklarning o'lchamidan katta bo'lgani uchun erigan moddalar membranada ushlanib qoladi.

Jarayonni o'tkazish uchun kvazigomogen — gel ko'rinishidagi g'ovakli va g'ovaksiz, polimer materiallaridan tayyorlangan yupqa pardali va asetatsellulozadan tayyorlangan polimer membranalar ishlatiladi. Hozirda polietilendan, ftorlangan (etilen-propilenli) sopolimerdan, politetraftoretildan, g'ovakli shishadan, asetobutiratsellulozadan tayyorlangan membranalar ishlab chiqarilmoqda. Teskari osmos uchun qo'llaniladigan asetatsellulozali membranalar anizotrop tuzilishga ega. Uning 0,25 mkm qalinlikdagi ustki faol yuzasi parchalanish sodir bo'luvchi qatlam hisoblanadi. Pastki yirik g'ovakli (100 ÷ 200 mkm) qatlam esa membranalarining mexanik zichligini ta'minlaydi. Asetatsellulozali membranalar bosimning 1 ÷ 8 MPa, haroratning 0 ÷ 30°C va pH=3 ÷ 8 oraliqlarida yaxshi ishlaydi. Ultrafiltrlash uchun nitratsellulozali, shuningdek, polielektrolitli membranalar ishlatiladi. Tuzilishi bo'yicha ular asetatsellulozali membranalariga o'xshaydi.

Membranali ajratish jarayoni bosimga, gidrodinamik sharoitga va qurilma tuzilishiga, oqova suvning tabiati va konsentratsiyasiga, ular tarkibidagi iflosliklarga, shuningdek, haroratga bog'liq.

Eritma konsentratsiyasining ortishi erituvchining osmotik bosimining ko'payishiga, eritma qovushoqligining oshib borishiga va konsentratsiya qutblanishining o'sishiga, ya'ni o'tkazuvchanlik va tanlanuvchanlikning pasayishiga olib keladi.

Teskari osmosni elektrolitlarning quyidagi konsentratsiyalarida ishlatish tavsiya etiladi: bir valentli tuzlar uchun 5 ÷ 10 %; ikki valentli tuzlar uchun 10 ÷ 15 %; uch va undan ortiq valentli tuzlar uchun 15 ÷ 20%.

Organik moddalar uchun ushbu chegaralar ancha yuqori bo'ladir. Konsentratsion qutblanish ta'sirini kamaytirish maqsadida aralashtirgich, tebranma qurilma ish tezligini oshiriladi va eritma resirkulatsiya qilinadi.

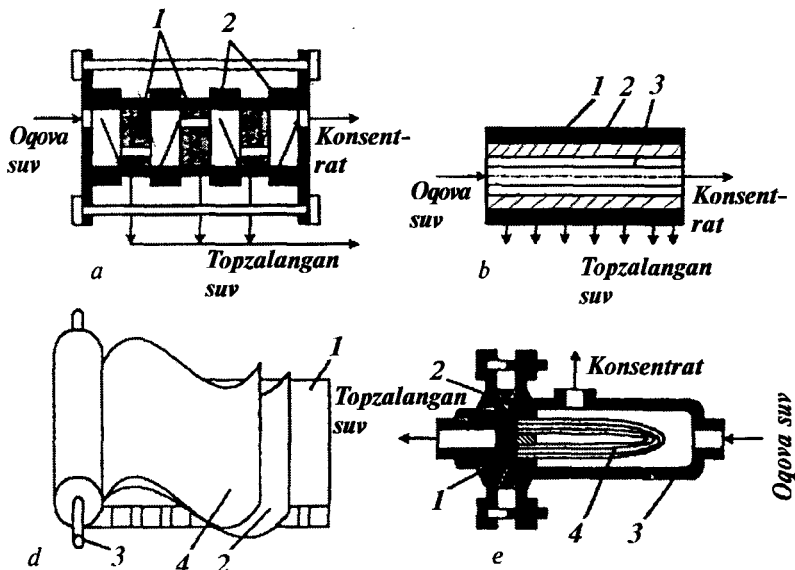
Erigan moddalarning tabiati tanlovchanlikka ta'sir ko'rsatadi. Bir xil molekular massali anorganik moddalar organik moddalarga nisbatan membranada yaxshiroq ushlanadi. Bosim ortishi bilan membranalarining solishtirma mahsuldorligi oshadi, chunki jarayonning harakatlantiruvchi kuchi ko'payib boradi.

Harorat ko'tarilishi bilan o'tkazuvchanlikning ortishiga olib keluvchi eritmaning qovushoqligi va zichligi kamayadi. Bundan tashqari, harorat ko'tarilayotganda membrana g'ovaklari o'tirib qoladi va cho'zila boshlaydi. Bu mahsuldorlikning kamayishiga olib keladi. Bu holatda membrananing ishlash muddatini kamaytiruvchi gidroliz tezligi oshadi. 50°C da asetatsellulozali membranalar parchalanadi, shu sababli bunday membranalar 20—30°C da ishlatiladi.

Teskari osmos va ultrafiltrlash jarayonini olib borishda ishlatiladigan qurilmalarning tuzilishida quyidagilar: membranalar yuzasining kattaligi, yig'ish va montajning osonligi, mexanik zichlik, mustahkamlik va germetiklik hisobga olinadi. Qurilmalardagi membranalar joylashtirilishiga qarab 4 ta asosiy turga bo'linadi: 1) yupqa parralel filtrlovchi qurilmali filtr-press; 2) quvurli filtrlovchi elementli; 3) rulon yoki spiralli; 4) tola ko'rinishidagi membranali.

3.15- rasm, *a* da filtr-press turidagi ko'p kamerali qurilma sxemasi ko'rsatilgan. Bunday qurilmalarda membranalar bir-biridan 0,5 ÷ 5,0 mm masofada joylashgan bo'lib, g'ovakli drenaj plastinalarining ikkala tomoniga taxlangan. Filtrlovchi elementlar boltlar bilan mahkamlangan 2 ta flanes orasiga siqib qo'yilgan. Oqova suv asta-sekin barcha filtrlovchi elementlar orqali o'tadi, konsentrlanadi va qurilmalardan chiqib ketadi. Membranalar orasidan o'tgan filtrat drenaj qatlami orqali chiqib ketadi. Qurilmalarning mahsuldorligi katta emas, chunki membranalarining yuza yig'indisi ularning 1 m<sup>3</sup> hajmiga 60 ÷ 300 m<sup>2</sup> oraliqda o'zgaradi.

Quvurli filtrlovchi elementli qurilmalarning (3.15-rasm, *b*) asosiy afzalligi suvning katta tezlikdagi ( $0,9 \div 12$  m/s) harakatlanihidir. Bu konsentratsion qutblanish va membrana yuzasining ifloslanishini kamaytiradi. Qurilmaning mahsuldorligi  $3,0 \div 4,0$  MPa bosimda  $400 \div 1000$  l/(m<sup>2</sup>·soat) ga teng. Filtrlovchi element sifatida  $6 \div 30$  mm li g'ovakli quvur (metall, keramika, plastinkali) ishlatiladi. Uning ichki va tashqi yuzasiga mayda g'ovakli taglik joylashtiriladi, uning ustiga esa yarim o'tkazuvchi mebrana qo'yiladi. Qurilmaning kamchiliklari: membranani almashtirish murakkabroq, ishlatiladigan quvurlarning narxi baland, oqova suv turib qoluvchi zonalarning mavjud, turg'un sharoitda ishlashi samarasiz, oqova suvni qurilmalarga berish uchun elektrenergiyaning sarfi yuqori.



3.15-rasm. Teskari osmos uchun qurilmalar:

a) filtr-press turidagi qurilmalar: 1 — g'ovakli plastinalar; 2 — membrana.

b) trubkali filtrlovchi elementli qurilma: 1 — trubka; 2 — taglik;

3 — membrana. d) rulonli o'ralgan o'tkazuvchan membranali qurilma:

1 — drenajli qatlam; 2 — membrana; 3 — tozalangan suvni chiqarish uchun quvur; 4 — separator to'ri. e) tolasimon ko'rinishdagi membranali qurilma:

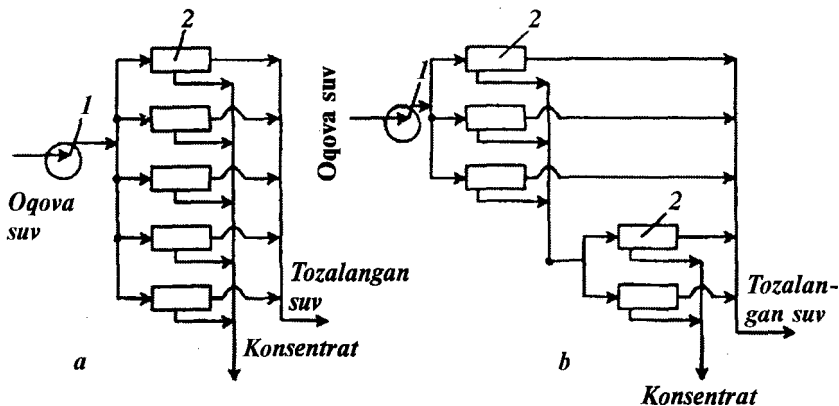
1 — taglik; 2 — tolali shayba; 3 — qobiq; 4 — tolalar.

Rulon turidagi filtrlovchi qurilmalar (3.15- rasm, *d*) membranalarni joylashtirishda zichlikning kattaligi ( $300 \div 800 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) bilan farq qiladi. Qurilmani tayyorlashda ikkita membrana, ya'ni egiluvchan g'ovak plastina va gofrirlangan separatorlovchi listdan iborat paket quvurga spiral ko'rinishida joylashtiriladi.

Oqova suv gofrirlangan listning kanallarida harakatlanadi. Membrana orqali yutilgan filtrat g'ovakli plastinadagi bo'shliqni to'ldiradi va ular orqali quvurga boradi va u yerdan chiqib ketadi. O'raluvchi paketning eni  $300 \div 500 \text{ mm}$ , uzunligi  $0,6 \div 2,5 \text{ m}$  ga teng. Qurilmada bir nechta paket bo'ladi. Bunday qurilmaning kamchiliklari: membranalarni montaj qilish va almashtirish noqulay, qurilmaning zichligini ta'minlash qiyin.

Teskari osmos qurilmalari parallel sxema (batareyada) bo'yicha birikkan ko'p sonli oddiy modullardan iborat. Bu holda har bir modul bir xil sharoitda ishlaydi. Bunday sxema mahsuldorligi kam qurilmalarga to'g'ri keladi. Filtratning chiqishini ko'paytirish maqsadida ketma-ket ulangan modullardan foydalaniladi (3.16- rasm).

Birinchi bosqichdagi konsentrat eritmasi boshlang'ich suv sifatida ikkinchi bosqichda ishlatiladi. Oraliq nasos kerak emas, chunki birinchi bosqichdagi chiquvchi bosim, ikkinchi bosqichdagi kirish bosimidan uncha farq qilmaydi (bosimning yo'qotilishi  $0,2 \div 0,3$

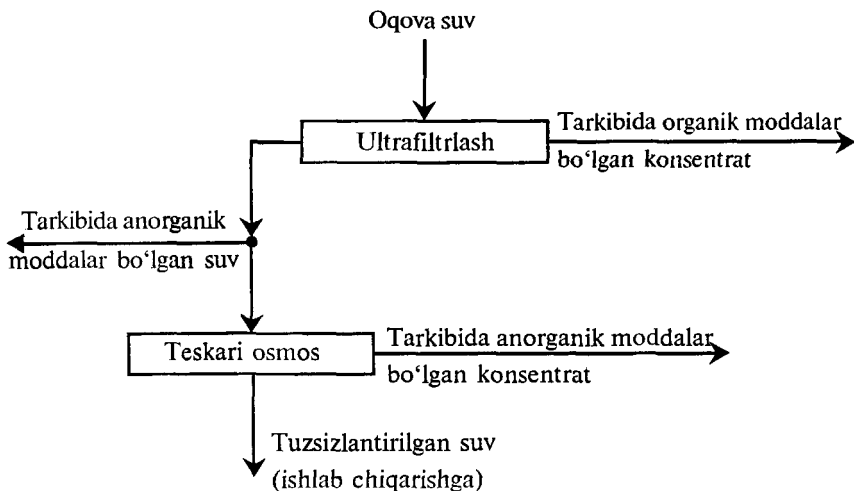


3.16-rasm. Modullarni biriktirish chizmasi:

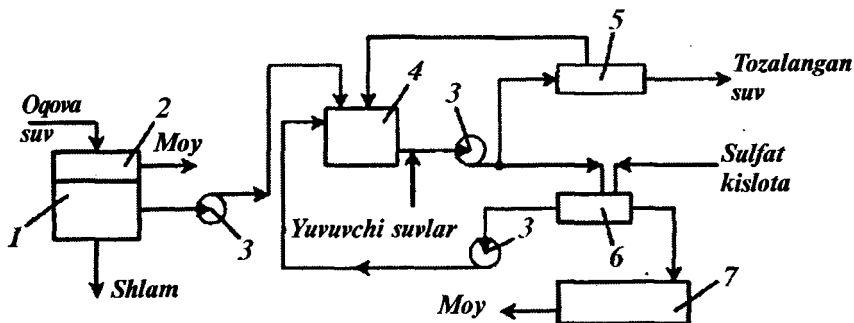
*a* — parallel; *b* — bosqichli; 1 — nasoslar; 2 — modullar.

MPa). Bu filtratning chiqish koeffitsiyentini 70 ÷ 90 % bo'lishini ta'minlaydi (2 yoki 3 bosqichli qurilmalar uchun).

Teskari osmos va ultrafiltrlashni qo'llash natijasida oqova suvda birga erigan organik va anorganik moddalarni parchalash va konsentrlash mumkin. Masalan, ultrafiltrlash jarayonining 3.17-rasmda keltirilgan sxemasi bo'yicha organik moddali konsentrat



3.17- rasm. Organik va anorganik moddalarni ajratish blok-chizmasi.



3.18-rasm. Ultrafiltrlash yordamida oqova suvlardagi moy emulsiyasini ajratish qurilmasining chizmasi: 1 — sig'im; 2 — erimagan moylarning qatlami; 3 — nasos; 4 — idish; 5 — ultrafiltrlash qurilmasi; 6 — suvni qo'shimcha ajratish uchun bak; 7 — moy uchun sig'im.

hosil qilinadi. Teskari osmos jarayonida esa anorganik moddali konsentrat va toza suv olinadi.

3.18-rasmda moyning konsentratsiyasi 10% dan kam bo'lgan moy-emulsiyali oqova suvni parchalash uchun ultrafiltrlash qurilmasining sxemasi ko'rsatilgan. Membranalarning umumiy yuzasi 52 m<sup>2</sup> bo'lgan quvurli qurilmaning mahsuldorligi 70 m<sup>3</sup>/sut. U 0,14 MPa dan 0,42 MPa gacha bo'lgan bosimda, suvning harorati 32—38°C bo'lganda (50°C dan oshmaydi) ishlatiladi. Oqimning harakat tezligi 5,5 m/s ga yetganda ishlaydi.

Bakni qizdirish va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qo'shish natijasida moy va suv qo'shimcha ajraladi. Ajralgan suv idishga qaytariladi, moy esa yoqilg'i sifatida ishlatiladi yoki tozalashga yuboriladi.

### 3.7. Desorbsiya, dezodoratsiya va degazatsiya

**Uchuvchan qo'shimchalarning desorbsiyasi.** Ko'pincha oqova suvlar uchuvchan organik va anorganik qo'shimchalar (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> va boshqalar) bilan ifloslanadi. Havo yoki suvda kam eriydigan boshqa inert gazlar (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, tutun gazlari va boshqalar) oqova suv orqali o'tkazilganda uchuvchan komponent gaz fazaga singdiriladi. Ajratib olinayotgan gazning muvozanatli parsial bosimi Genri qonuniga asosan topiladi. Suyuq fazadan gaz fazaga o'tgan modda miqdori (M)ni massa o'tkazish tenglamasi bilan topiladi:

$$M = K_o \cdot F \cdot \Delta c_k,$$

bu yerda,  $K_o$  — massa o'tkazish koeffitsiyenti (ushbu holda u gaz fazadagi massa berish koeffitsiyentiga teng);  $F$  — fazalarning ta'sirlashish yuzasi;  $\Delta c_k$  — desorbsiya jarayonining o'rtacha harakatlantiruvchi kuchi.

Oqova suvlardan moddalarni inert gazlar bilan desorbsiyalash jarayoni tarelkali, to'ldirgichli va purkovchi kolonkalarda olib boriladi. U tarelkali kolonkalarda ko'pikli rejimda, to'ldirgichlida esa emulgatorli rejimda samaraliroq boradi. Jarayonni olib borishda qalpoqli, elakli, klapanli va boshqa tarelkali kolonkalar ishlatilishi



mumkin. Oqova suvlardan uchuvchan moddalarni ajratib olish darajasi gaz-suyuqlik aralashmasining harorati, massa berish koeffitsiyenti va fazalarning ta'sirlashish yuzasi kengayishi bilan ortib boradi. Suvdan desorbsiyalanayotgan modda adsorbsiya yoki katalitik yoqish jarayoniga beriladi.

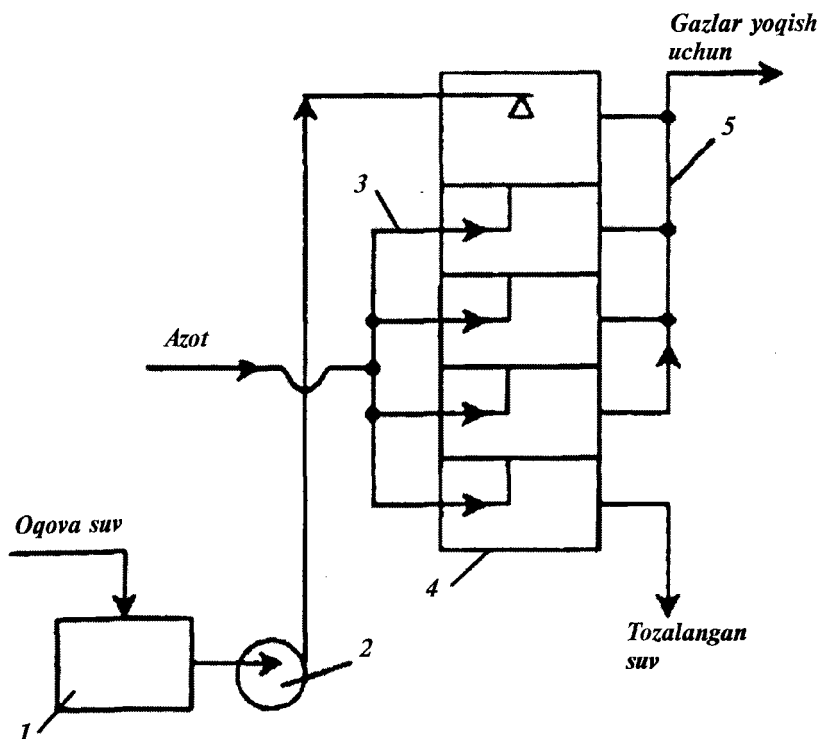
Ajratib olinayotgan modda miqdori kam bo'lganda, gaz fazadan ajratib olish qiyin sharoitdan va narxi qimmat birikmalardan ajratib olishda katalitik oksidlash usulidan foydalaniladi. Modda bug'lari havo yordamida 280—350°C da kolonkadan so'ng katalizator qatlami (piroluzit, xrom oksidi va boshqalar) dan o'tkaziladi. Bunda ko'pgina organik birikmalar CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanadi. Oqova suvni azot yordamida xlorbenzoldan desorbsiyalash chizmasi 3.19-rasmda keltirilgan.

Tozalanish kerak bo'lgan oqova suv tarkibida xlorbenzoldan tashqari, metanol, aromatik aminlar, formaldegid va natriy xlorid bo'ladi. Kolonka har birida uchta barbatajli tarelka o'rnatilgan to'rtta silindrdan iborat. Azot kollektor orqali har bir silindrga alohida oqim bilan beriladi. Suyuqlikning tarelkalarda turish vaqti 8 daqiqa. Tozalangan suvdagi xlorbenzolning qoldiq miqdori uning boshlang'ich konsentratsiyasiga bog'liq. Boshqa qo'shimchalarning mavjudligi tozalash darajasiga ta'sir qilmaydi.

**Dezodoratsiya.** Ba'zi oqova suvlarda ularga yomon hid beruvchi merkaptanlar, aminlar, ammiak, vodorod sulfid, aldegidlar, uglevodorodlar bo'ladi. Yomon hidli oqova suvlarni tozalash uchun aeratsiya, xlorldash, rektifiklash, distillash, tutun bilan ishlov berish, bosim ostida kislorod bilan oksidlash, ozonlash, ekstraktlash, adsorblash va mikrobiologik oksidlash kabi usullardan foydalaniladi. Usulni tanlashda uning samaradorligi va kamxarjligi hisobga olinadi.

Hozirgi vaqtda bu usullar orasida oqova suv orqali havoni kuch bilan purkashga asoslangan aeratsiya usuli yaxshi samara bermoqda. Jarayon turli tuzilishdagi qurilmalarda olib boriladi.

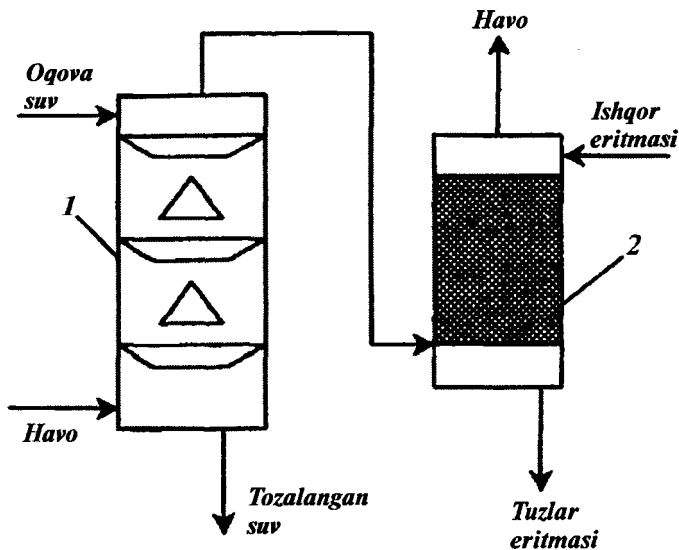
3.20- rasmda ko'rsatilgan sxemada yomon hidli moddalarni ajratib olish kaskad turdagi tarelkali kolonkalarda olib boriladi. Oqova suv tarelka bo'ylab plyonka ko'rinishida oqadi. Bunda u



3.19-rasm. Oqova suvdagi xlorbenzolni desorbsiyalash qurilmasining chizmasi: 1 — sig‘im; 2 — nasos; 3 — azot kollektori; 4 — kolonka; 5 — chiqib ketuvchi gazlarning kollektori.

havo bilan ta’sirlashadi. Hosil bo‘lgan mahsulot ishqor eritmasi bilan boyitilgan to‘ldirgich kolonkasiga yuboriladi. Tozalash 85—90% ga yetishi uchun solishtirma sarf  $1 \text{ m}^3$  oqova suvga  $12 \div 15 \text{ m}^3$  bo‘lishi zarur. Bundan tashqari, kolonkadagi tarelkalar soni 10 tadan kam bo‘lmasligi, sug‘orish zichligi  $2080 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ , ishqor konsentratsiyasi suvga nisbatan  $40 \text{ g/l}$  ni tashkil etishi kerak. Usulning kamchiligi — ba’zi iflosliklar aeratsiya usulida tozalanmaydi va oqova suvda qoladi.

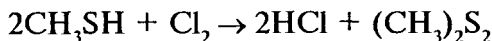
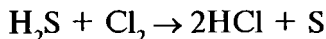
Ayrim sanoat korxonalaridan ajralib chiqayotgan yomon hidli oqova suv bug‘ni kuchli purkash bilan tozalanadi. Selluloza sanoatida oqova suvlar oltingugurtli birikmalar, shuningdek,



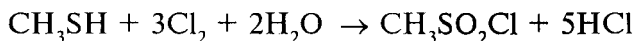
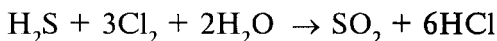
3.20-rasm. Dezodoratsiyalash qurilmasining chizmasi:  
1- va 2 — tarelkali va nasadkali kolonnalar.

metanol va skipidar bilan ifloslanadi. Bug' bilan kuchli purkash suvni bu moddalardan tozalash imkonini beradi. Oqova suvlarga bug' bilan ishlov berishda asosiy qurilma sifatida qalpoqli yoki to'rsimon tarelkali kolonnalar ishlatiladi. Bunda vodorod sulfid va metilmerkaptandan tozalash darajasi 100% ga, boshqa moddalardan tozalash 90% ga yaqin bo'ladi. 1 m<sup>3</sup> oqova suv uchun bug'ning sarfi 60 kg ni tashkil etadi. Bug' sarfini kamaytirish maqsadida oqova suv qizdiriladi.

Yoqimsiz hidli oqova suvlarni xlorlash ham sanoatda qo'llaniladi. Bunda oltingugurtli birikmalar xlor bilan oksidlanadi. Xlor kam bo'lganda o'tkir hidli dimetildisulfid hosil bo'ladi:



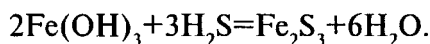
Xlor ko'p bo'lganda (1 m<sup>3</sup> ga 600 g dan kam emas) oltingugurt dioksidi, vodorod xlorid va metansulfonilxlorid hosil bo'ladi.



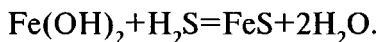
Oqova suvlarni vodorod sulfiddan havo kislorodi yordamida tozalash katalizator ishtirokida (temir qirindilari, grafitli materiallar va boshqalar) atmosfera bosimida siqilgan havo beriladigan aeratsion havzada olib boriladi. Bunda vodorod sulfidning ko'p qismi oltingugurtgacha oksidlanadi, boshqa qismi havo bilan chiqib ketadi. Suv oltingugurtdan tozalanadi, havo esa  $\text{H}_2\text{S}$  bilan birga faollangan ko'mirli adsorberga tozalashga beriladi. Ko'mir to'yingandan so'ng ammoniy sulfat bilan regeneratsiyalanadi. 60—90 daqiqa mobaynida oksidlashda va havoning sarfi  $10 \div 12 \text{ m}^3/\text{m}^3$  bo'lganda, suvni tozalash darajasi  $95 \div 97\%$  ga yetadi. Oltingugurtli moddalarni yuqori darajada tozalashga erishish uchun havo kislorodi va bosim ostida oksidlanadi. Vodorod sulfid ishqoriy muhitda oksidlanganda natriy tiosulfat natriy sulfatgacha, metilmerkaptan va dimetildisulfid esa metansulfokislotagacha oksidlanadi. Oltingugurtli birikmalarni havo kislorodi bilan bosim ostida oksidlanish sxemasi 3.21- rasmda keltirilgan.

Oltingugurtli oqova suv issiqlik almashtirgichda  $100^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladi, so'ngra 1,5 MPa bosimda havo beriladigan quvurli reaktorga beriladi. Bu yerda oltingugurt birikmalari sulfatgacha oksidlanadi. Havo bilan suv aralashmasi separatorda ajratiladi. Suv separatoridan yana sig'imga qaytariladi. Berilayotgan havoning miqdori suvning KBKE si bo'yicha 200% ni tashkil etadi. Oltingugurt birikmalarini tozalash darajasi 90% ga yetadi, KBKE esa 60—75% ga pasayadi.

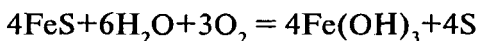
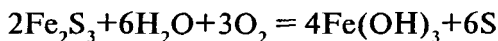
Suvdan vodorod sulfidni ajratib olishda  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dan foydalanish mumkin. Bunda ishqoriy muhitda:



Nejtral muhitda esa quyidagicha reaksiyaga boradi:

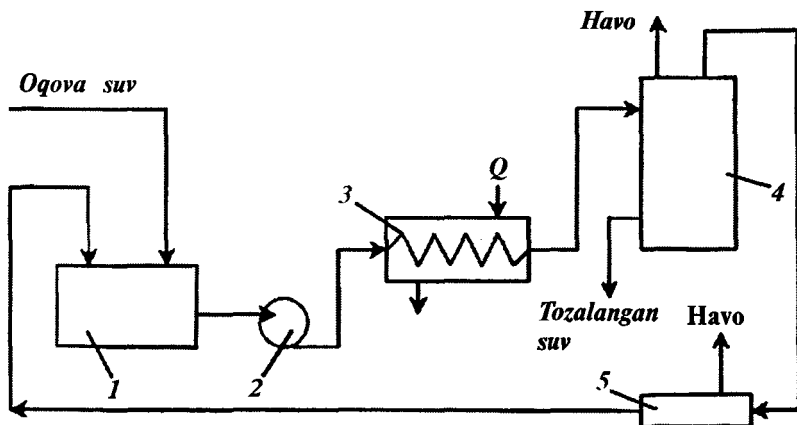


Tindirilgandan so'ng hosil bo'ladigan temir sulfidlar regeneratsiyalanadi.



Oqova suvdan o'tkir hidni yo'qotish maqsadida ozonlash va adsorbsiyalash jarayonlari qo'llaniladi. Ammo bir vaqtning o'zida suvga ozon yoki xlor dioksid ta'sir ettirish va suvni faollangan ko'mir orqali filtrlash bilan tozalash jarayoni yanada samaraliroq hisoblanadi. Tozalashning eng yaxshi natijalariga quyidagi nisbatlar olinganda erishiladi:  $\text{H}_2\text{S}$  uchun —  $\text{O}_3/\text{H}_2\text{S} > 5$ ; metilmerkaptan uchun —  $\text{O}_3/\text{CH}_3\text{SH} \approx 10$ ; dimetilsulfid uchun —  $\text{O}_3/(\text{CH}_3)_2\text{S} = 4-6$ . Bu sharoitda berilgan moddalarning dezodoratsiya darajasi ularning oqova suvdagi konsentratsiyasiga bog'liq va u 80—100% gacha o'zgarib turadi. Bu holda ozonning miqdori oddiy ozonlashga nisbatan kamayadi. Ozonning o'rniga xlor bir xil nisbatda qo'llanganda dezodoratsiya darajasi 90—100% bo'ladi.

**Degazatsiya.** Oqova suvlarda erigan gazlarning mavjudligi ularni tozalash va ishlatishni qiyinlashtiradi, quvurlar va qurilmalarning korroziyasini kuchaytiradi, suvga yomon hid beradi. Oqova suvlarda erigan gazlarni kimyoviy, termik va desorbsiyalash usulida tozalashda degazatsiyadan foydalaniladi.



3.21- rasm. Oqova suvlardagi oltingugurtli birikmalarni bosim ostida oksidlash qurilmasining chizmasi: 1 — idish; 2 — nasos; 3 — issiqlik almashtirgich; 4 — trubkali reaktor; 5 — separator.

Suvdan uglerod dioksidini yo‘qotish uchun plyonkali, to‘ldirgichli, barbatajli va vakuumli degazatorlarda qo‘llaniladigan aeratsiya usulidan foydalaniladi. Plyonkali degazatorlarda — parrak yordamida berilayotgan degazatsiyalanayotgan suv va havo qaramaqarshi oqimda harakatlanadi.

Barbotajli degazatorlardan ko‘pikli qurilmalar samaraliroq hisoblanadi. Vakuumli degazatorlar suv to‘ldirgich yuzasi bo‘yicha bir tekis taqsimlanadigan, vakuum ostida ishlovchi nasadkali kolonkalaridir. Oqova suvni isitib vakuum hosil qilish hisobiga degazatsiyaga ko‘proq erishiladi (3.22- rasm).

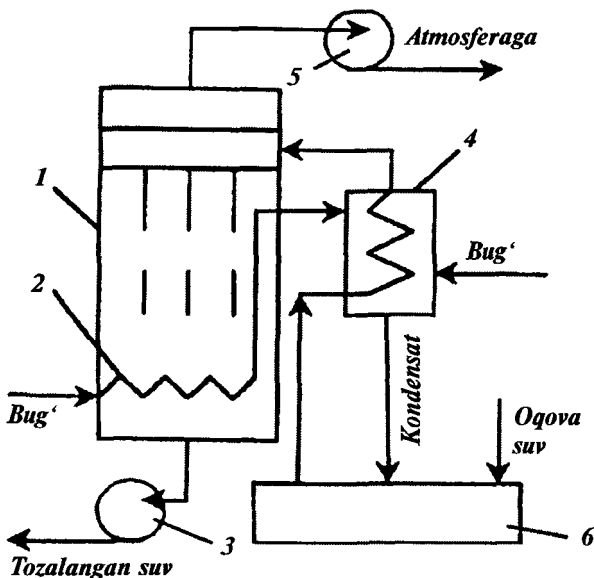
**Ishlash prinsipi.** Suv qozonda bug‘ bilan isitiladi. Bug‘ zmeyevikdan issiqlik almashtirgichga yuboriladi, u yerda suv yana qizdiriladi. Degazatsiyalangan suvni nasos bilan so‘rib olish hisobiga vakuum hosil qilinadi.

Degazator turini tanlash qurilmaning mahsuldorligiga ajratilayotgan gazning konsentratsiyasiga va degazatsiyaning kerak bo‘lgan darajasiga bog‘liq. CO<sub>2</sub> ning suvdagi miqdori 150 mg/l dan ko‘p va mahsuldorligi 150 m<sup>3</sup>/soatgacha bo‘lganda, uni ajratib olish uchun qovurg‘ali to‘ldirgichli degazatorlar ishlatiladi. To‘ldirgichning zichligi 40 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·soat), havoning solishtirma sarfi 20 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Gazni ko‘proq ajratib olish uchun mahsuldorligi 20 m<sup>3</sup>/soatgacha bo‘lgan barbatajli yoki ko‘pikli degazatorlar ishlatiladi.

Suvni erigan uglerod dioksididan yoki kisloroddan termik degazatsiyalashda bug‘ suv orqali o‘tkaziladi va tashqi bosimda qaynash haroratigacha qizdiriladi. Bu holda suv ustidagi gazning parsial bosimi va uning erishi nolgacha pasayadi. Sistemadagi muvozanatning buzilishi natijasida ortiqcha gaz suvdan ajralib chiqadi (fizik desorbsiya).

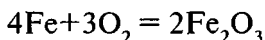
Suvdagi gazning konsentratsiyasi kichik bo‘lganda degazatsiyaning kimyoviy usullari qo‘llaniladi. Ishlov beruvchi moddalar keyingi tozalash jarayonini yoki suvning qayta ishlatilishini qiyinlashtirmaydigan sharoitda ham bu usuldan foydalaniladi.

Usullar reaksiya natijasida erigan gazlarning kimyoviy bog‘lanishi sodir bo‘lishiga asoslangan. Masalan, suvdan kislorodni ajratib olish uchun u yengil oksidlanuvchan po‘lat qirindilari

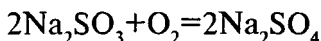


3.22-rasm. Oqova suvni isitish bilan degazatsiyalash qurilmasining chizmasi: 1 — o'choq; 2 — zmeyevik; 3 — nasos; 4 — issiqlik-almashtirgich; 5 — vakuum-nasos; 6 — sig'im.

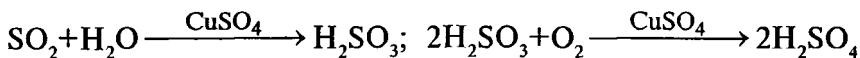
orqali filtrlanadi. Undagi  $\text{NH}_3$  miqdori 0,3% dan oshmasligi kerak. Suv filtrlanganda temir oksidlanadi:



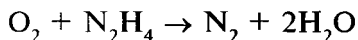
Ta'sirlashish vaqti haroratga bog'liq. Harorat  $20-80^\circ\text{C}$  bo'lganda o'zaro ta'sir vaqti 25—30 daqiqaga teng. Hosil bo'lgan temir oksidlari qayta yuvilish bilan ajratib olinadi. Suvga  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  bilan ishlov berilganda  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hosil bo'ladi:



Oltinugurt dioksidiga ishlov berilganda, katalizator sifatida mis tuzlari yoki 0,01% li eritma ko'rinishidagi kobalt ( $0,001 \text{ mg/l Co}^{2+}$ ) ishlatiladi.



1 g kislorod ajratib olish uchun 4 g SO<sub>2</sub> sarflanadi. Suvni kislorodsizlantirishda eng yaxshi reagent gidrazin hisoblanadi:



Ushbu reaksiya sulfat angidridni oksidlashga qaraganda ancha tez boradi. Katalizator sifatida mis metali, shisha, faollangan ko'mir ishlatiladi.

1 g kislorod ajratib olish uchun 1 g N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> kerak. Ammo gidrazin narxi qimmat bo'lganligi uchun bu usuldan zarur bo'lganda foydalaniladi.



### *Savol va topshiriqlar*

1. Koagullash mexanizmini tushuntirib bering va eng ko'p tarqalgan koagulantlarning nomini ayting.
2. Flokullash qanday jarayon? Uning koagulyatsiyadan qanday farqi bor?
3. Bosimli flotatsiya bilan suvda havoni mexanik dispergirlovchi flotatsiyaning farqi nimada?
4. Oqova suvlarni ko'pikli separatsiya bilan tozalashning mohiyatini aytib bering.
5. Oqova suvlarni adsorblash usuli bilan tozalashda qanday adsorbentlar qo'llaniladi?
6. Oqova suvlarni ion-almashinuvchi polimerlar yordamida tozalashning mohiyati nimada?
7. Ionitlarning qanday turlari mavjud? Ularning bir-biridan afzalligi nimada?
8. Oqova suvlarni ekstraklash usuli bilan tozalash bosqichlarini tushuntirib bering.
9. Ekstragentga qanday talablar qo'yiladi?
10. Oqova suvlarni fenoldan ekstraklash usulida qanday tozalanadi?
11. Oqova suvlarni teskari osmos va ultrafiltrlash usullari yordamida qanday tozalash mumkin.
12. Membranalarga qanday talablar qo'yiladi?
13. Oqova suvlardan birikmalarni desorbsiya, dezodoratsiya va degazatsiya usullarida ajratib olishning mohiyatini tushuntiring.



**OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING ELEKTRKIMYOVIY USULLARI**

Oqova suvlarni turli eriydigan qo‘shimchalardan tozalash uchun anodli oksidlash va katodli qaytarilish, elektrkoagullash, elektroflotatsiya va elektrdializ jarayonlari qo‘llaniladi. Bu jarayonlarning barchasi elektrodalarda suv orqali doimiy elektr tokini o‘tkazish bilan boradi. Elektrkimyoviy usul oqova suvlardan kimyoviy reagentlarsiz qimmatli moddalarni ajratib olish imkonini beradi. Bu usulning asosiy kamchiligi elektr energiyaning ko‘p sarflanishi hisoblanadi. Oqova suvlarni elektrkimyoviy usulda uzluqli va uzluksiz tozalash mumkin. Elektrkimyoviy usulning samaradorligi bir qator omillarga bog‘liq. Bu omillarga tokning zichligi, quvvati, sarfi va energiya sarfi kiradi. Tok zichligi odatda  $A/m^2$  ( $A/sm^2$ ,  $A/dm^2$ ) bilan belgilanadi.

Elektrolizorning quvvati elektrod potentsiallar farqi va eritmadagi kuchlanishning pasayishidan topiladi:

$$U = I_a \cdot I_k + \Delta I_a + \Delta I_k + \Delta U_{el} + \Delta U_{diaf},$$

bu yerda,  $\Delta I_a$  va  $\Delta I_k$  — anodli va katodli qutblanishlarning kattaliklari;  $I_a$  va  $I_k$  — anod va katodning muvozanatli potentsiallari;  $\Delta U_{el}$  va  $\Delta U_{diaf}$  — elektrolitdagi va diafragmadagi quvvatning pasayishi.

Eelektrolitdagi (oqova suvda) kuchlanishning pasayishi gaz pufakchalari bo‘lmaganda Om qonuni bo‘yicha topiladi:

$$\Delta U_{el} = i\rho\delta,$$

bu yerda,  $i$  — oqova suvdagi tok zichligi ( $A/sm^2$ );  $\rho$  — solishtirma qarshilik;  $\delta$  — elektrodlararo masofa, sm.

Gaz pufakchalari ajralganda elektrodlar orasidagi oqim ko‘payishi natijasida  $\Delta U_{el}$  oshadi:

$$\eta_{kuch} = (I_a - I_k) \cdot U.$$

Bu tenglik kuchlanishni foydali ishlatilish koeffitsiyenti deyiladi.

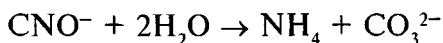
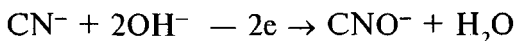
Tok sarfi bu nazariy kerak bo'lgan elektron miqdorini (Faradey qonuni bilan topiladi) birlik nisbatlarida yoki foizlarda ifodaladigan amaliy sarflangan miqdorlarga nisbatidir.

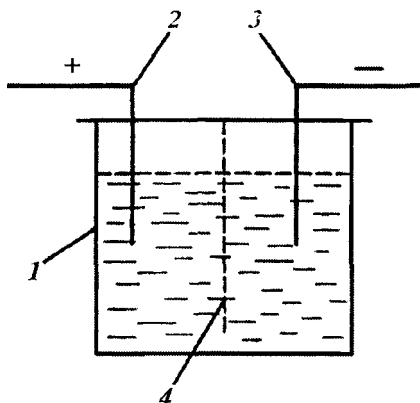
#### 4.1. Anodli oksidlash va katodli qaytarish

Elektrolizyor (musbat) elektrodida — anodda ionlar elektron beradi. Demak, bunda elektrkimyoviy oksidlanish reaksiyasi boradi; (manfiy) elektrod — katodda elektronlar biriktiriladi, ya'ni qaytarilish reaksiyasi boradi. Bu jarayon oqova suvlarni erigan qo'shimchalardan (rodanidlar, aminlar, spirtlar, aldegidlar, nitrobirikmalar, sulfidlar, merkaptanlar va h.k.) tozalashda ishlatiladi. Oqova suvdagi moddalar elektrkimyoviy oksidlanish jarayonida to'la cho'kib,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  va suv hosil bo'ladi.

Anod sifatida turli erimaydigan elektrolitik materiallar: titanli asosga surtiladigan grafit, magnetit, qo'rg'oshin dioksid, marganes va ruteniy ishlatiladi. Katodlar molibdendan, volframning temir yoki nikel bilan qotishmasidan, zanglamaydigan po'latdan va molibden, volfram yoki ularning qotishmalari surtilgan boshqa metallardan tayyorlanadi. Jarayon elektrolizyorlarda diafragma bilan yoki diafragmasiz olib boriladi. Elektroksidlanish va qaytarilishning asosiy jarayonlaridan tashqari bir vaqtning o'zida elektroflotatsiya, elektroforez va elektrokoagullash ham borishi mumkin (4.1-rasm).

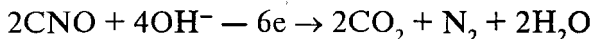
Sianidli oqova suvlar mashinasozlik, asbob-uskuna, qora va rangli metallurgiya korxonalarida, kimyo sanoatida hamda boshqa sohalarda hosil bo'ladi. Suv tarkibida oddiy sianidlardan ( $\text{KCN}$  va  $\text{NaCN}$ ) tashqari konsentratsiyasi 10 dan 600 mg/l gacha o'zgarib turuvchi Zn, Cu, Fe va boshqa metallarning kompleks sianidlari ham bo'ladi. Odatda bunday oqova suvlar  $\text{pH}=8-12$  oraliqda o'zgarib turadi. Sianidlarning anodli oksidlanishi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:





4.1.-rasm. Elektrolizyor chizmasi:  
1 — qobiq; 2 — anod; 3 — katod; 4 — diafragma.

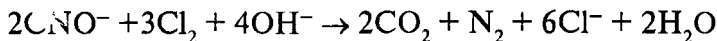
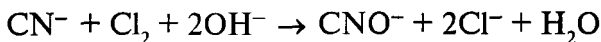
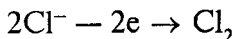
Oksidlanish azot hosil bo'lishi bilan ham borishi mumkin:



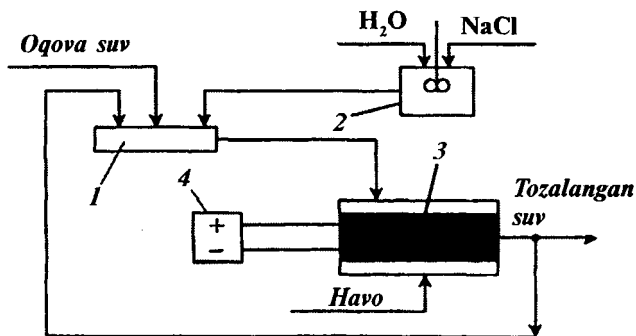
Oqova suvlarning elektro'tkazuvchanligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish uchun suvga NaCl qo'shiladi. 1 m<sup>3</sup> oqova suvdagi CN<sup>-</sup> ning konsentratsiyasi 1 g/l gacha bo'lganda 20—30 g/l osh tuzi qo'shiladi. Bu jarayonda grafitli anod va po'lat katod ishlatiladi.

Oksidlashning optimal sharoitlari: tokning anodli zichligi 3—4 A/dm<sup>2</sup> elektranodlararo masofa 3 sm, suv tezligi 30 dm/soat, pH=8—9 bo'lganda, suvning tozalanish darajasi 100% ga yaqinlashadi.

Sianidlarning parchalanishi anodda elektrkimyoviy oksidlanish va osh tuzining ionlarga ajralishi natijasida anodda hosil bo'ladigan Cl bilan oksidlash tufayli sodir bo'ladi. Bu jarayon reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:



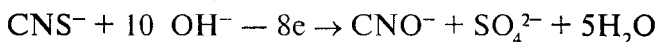
Oqova suvlarni sianidlardan tozalash sxemasi 4.2-rasmda keltirilgan.



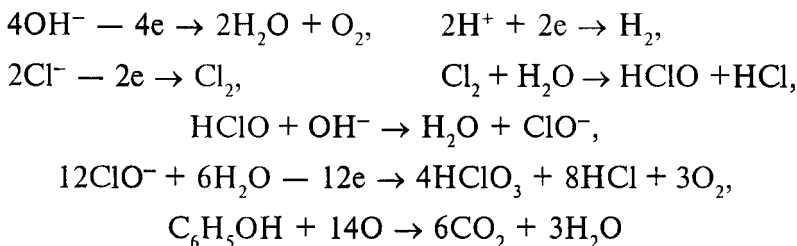
4.2-rasm. Oqova suvlarni sianid birikmalaridan elektrkimyoviy tozalash qurilmasining chizmasi: 1—me'yorlashtirgich; 2—NaCl eritmasini tayyorlash uchun bak; 3—elektrolizyor; 4—doimiy tok manbai.

Qarama-qarshi oqimli elektrolizyordan foydalanishda ularni to'siqlar bilan bir necha bo'limga bo'lish maqsadga muvofiq. Elektroliz jarayonida oqova suvlar siqilgan havo bilan aralashtiriladi. Ishlov berilgan oqova suvlarda 200 mg/l gacha faol xlor bo'ladi. Ular zararsizlantirilgan bo'lishi kerak. Katodda ajraladigan metallar chiqitga chiqarib yuboriladi. Qurilma oddiy va ishlatish qulay.

Oqova suvlar tarkibidagi rodanidlar quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



Sulfid-ionlar pH=7 da sulfatlargacha oksidlanadi. Oqova suvlarda xloridlar bo'lganda fenollarni oksidlash quyidagi reaksiya bo'yicha boradi (bu jarayonni suvdagi fenollarning miqdori kam bo'lganda qo'llash qulay).

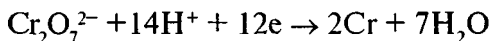


Oqova suvlardan cho'kma hosil qilib, metall ionlarini ajratib

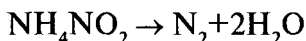
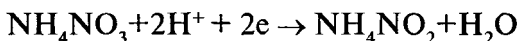
olish uchun katodli qaytarilish qo'llaniladi. Buning uchun ifloslantiruvchi moddalar zaharsiz bo'lgan moddalarga yoki suvdan oson ajraluvchan shaklga o'tkaziladi. Katodli qaytarilish usulini oqova suvlarni og'ir metall ionlari —  $Pb^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $As^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$  dan tozalashda ishlatish mumkin. Metallarning katodli qaytarilishi quyidagi sxema bo'yicha boradi:



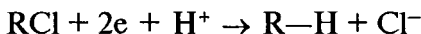
Bunda metallar katodda cho'kadi va rekuperatsiyalanishi mumkin. Masalan,  $Cr^{6+}$  birikmalari qaytarilganda yuqori darajada tozalashga erishilgan, konsentratsiya 1000 dan 1 mg/l gacha kamaygan. Tozalash uchun elektr energiyaning sarfi  $0,12 \text{ kVt} \cdot \text{s/m}^3$  ni tashkil etgan.  $H_2CrO_7$  tarkibli oqova suvlar elektrolizlanganda pH ning optimal miqdori 2 ga, tok zichligi esa  $0,2 - 2 \text{ A/dm}^2$  ga teng bo'ladi. Qaytarilish reaksiyasi quyidagicha boradi:



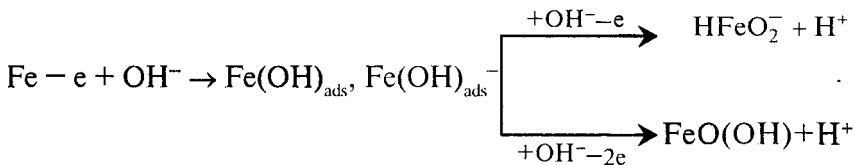
Oqova suvlarni  $Hg^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  ionlaridan tozalash  $pH=7$  da C : S 80 : 20 gacha bo'lgan nisbatdagi ko'mir va oltingugurt kukunlarining aralashmasidan iborat va tok zichligi  $2,5 \text{ A/dm}^2$  bo'lgan katodlarda olib boriladi. Bu ionlar cho'ktirilganda erimaydigan sulfid va bisulfid ko'rinishida bo'ladi. Ular mexanik usulda ajratib olinadi. Iflosliklarni gaz fazaga o'tkazish oqova suvni ammoniy nitratdan tozalash reaksiyasiga misol bo'ladi. Ammoniy nitrat grafitli elektrodda qaytarilishi natijasida ammoniy nitritga aylanadi va qizdirish natijasida azotgacha parchalanadi:



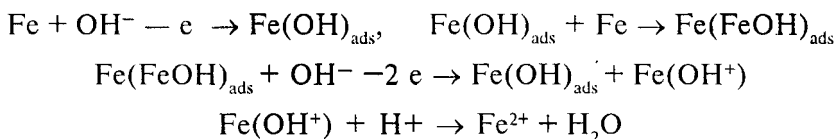
Organik moddalar zaharliligining ortishi molekula atomlarida galogenli, aldegidli, aminli, nitro- yoki nitrozogruppalarining borligi bilan bog'liq. Qaytariluvchi moddalar, masalan, aldegid va ketonlar, spirtlar va uglevodorodlarning zahari kam bo'ladi. Organik moddalar tarkibidan galogen atomining yo'qotilishi xuddi shu natijaga olib keladi.



Anodli erish jarayonini temir misolida ko‘rib chiqamiz. Reaksiya ishqorli muhitda 2 bosqichda boradi:



Reaksiyaning birinchi bosqichida temirning oraliq kislorodli birikmasi hosil bo‘ladi. Ikkinchi bosqichda reaksiya ikkita yo‘nalishda boradi va 2 yoki 3 valentli Fe hosil bo‘lishi bilan tugaydi. Anodli erish jarayonining umumiy tezligi ikki bosqich bilan chegaralanadi. Kislotali muhitda quyidagi reaksiyalar boradi:



Oxiridan oldingi reaksiya limitlovchi bosqich hisoblanadi. Metallning elektrkimyoviy erish tezligi ilova qilingan kuchlanishga bog‘liq bo‘lgan tok miqdori bilan aniqlanadi (anod potentsiali —  $\varphi$ ):

$$I = k [\text{OH}^-]^2 \exp \left\{ \left[ \frac{(2\beta + 1)}{RT} \right] \varphi \cdot n \cdot F \right\},$$

bu yerda,  $k$ ,  $\beta$  — jarayonning doimiy koeffitsiyentlari;  $R$  — universal gaz doimiysi;  $T$  — absolut harorat;  $n$  — jarayonda ishtirok etuvchi elektronlar soni;  $F$  — Faradey soni.

Shuningdek, anodli oksidlanish jarayoni oqova suvlarni turli bo‘yovchilardan rangsizlantirishda, selluloza-qog‘oz, neftni qayta ishlash, neft-kimyoy va boshqa korxonalarining oqova suvlarini tozalashda ishlatiladi.

## 4.2. Elektrkoagullash

Oqova suvlar elektrolizorning elektrodlararo bo‘shlig‘idan o‘tishi natijasida suvning elektrolizi, zarrachalarning qutblanishi, elektroforez, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, elektroliz mahsulotlarining bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlashuvi sodir bo‘ladi.

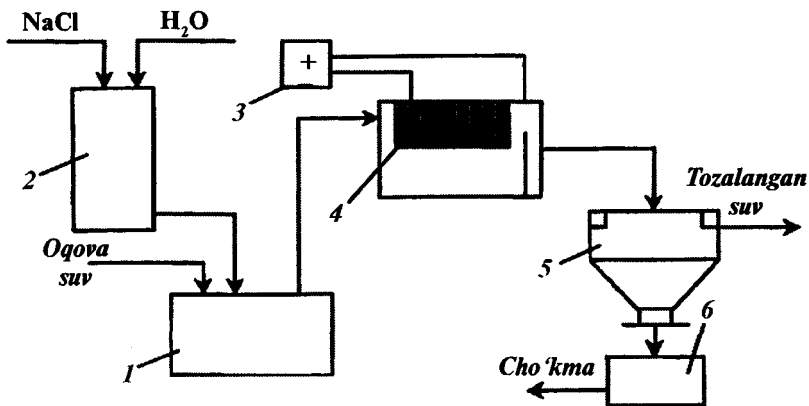
Yuqori barqaror chiqindili sanoat oqova suvlarini tozalash uchun eruvchi po'lat yoki aluminiy anodini qo'llash bilan elektroliz qilinadi. Tok ta'sirida metall eriydi va gidroksid gruppalar bilan to'qnashib, iviq ko'rinishidagi metall gidroksidlarini hosil qiluvchi temir yoki aluminiy kationlari suvga o'tadi va koagullash jarayoni boshlanadi. Elektrkoagullash jarayoniga elektrod materiali, elektrodlar orasidagi masofa, ular orasidagi oqova suvning harakat tezligi, harorati, tarkibi, tokning quvvati, zichligi ta'sir qiladi. Muallaq moddalarning konsentratsiyasi 100 mg/l dan ortganda elektrkoagullash samaradorligi pasayadi. Elektrodlararo masofani kamaytirish bilan metallning anodli erishidagi energiyaning sarfi kamayadi. 1 g temir erishi uchun energiya sarfi 2,9 Vt · soat, 1 g aluminiy uchun esa 12 Vt · soatni tashkil qiladi. Elektrkoagullashni neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda, tok zichligi 10 A/m<sup>2</sup> dan kam bo'lganda, elektrodlar orasidagi masofa 20 mm dan ko'p bo'lmaganda va suvning harakat tezligi 0,5 m/s dan kam bo'lganda olib borish maqsadga muvofiqdir.

Elektrkoagullash jarayonining afzalliklari: qurilmaning qulayligi va boshqarish osonligi, reagentga muhtoj emasligi, tozalash jarayonini olib borish sharoitlarini (harorat, pH, zaharli moddalarga) o'zgarishlarga ta'sirchan emasligi, yaxshi struktura-mexanik xossalarga ega bo'lgan shlam olish mumkinligi.

Jarayon kamchiliklari — metall va elektr energiya ko'p sarf bo'ladi. Elektrkoagullash oziq-ovqat, kimyoviy va selluloza-qog'oz sanoatlarida qo'llaniladi. Oqova suvlarni elektrkoagullash usulida tozalashning texnologik sxemasi 4.3- rasmda keltirilgan.

**Ishlash prinsipi.** Cho'kma filtr-pressda suvsizlantiriladi. Jarayonda ajralib chiquvchi gaz ko'rinishidagi vodorod gidroksidini flotatsiyalashda ishlatish mumkin. Shuning uchun tozalash sxemasida elektrkoagulator-flotator yoki maxsus flotatsion qurilmalar ko'rsatilgan. Tindirgichlarni flotatorga almashtirilishi qurilma o'lchamlarilarini kichiklashtirish, moddiy sarflarni kamaytirish va gidroksid cho'kmasini quruqroq olish imkonini beradi.

Oqova suvlarni elektrkoagulatsion tozalash usulini neft mahsulotlari, moy, yog' emulsiyalaridan tozalashda qo'llash mumkin.



4.3-rasm. Oqova suvlarni elektrkoagullash usulida tozalashning texnologik chizmasi: 1 — oʻrtalashtirgich; 2 — eritma tayyorlash uchun bak; 3 — doimiy tok manbai; 4 — elektrkoagulator; 5 — tindirgich; 6 — choʻkmani suvsizlantiruvchi qurilma.

Elektrenergiya solishtirma sarfi  $0,2\text{--}3,0 \text{ Vt} \cdot \text{soat}/\text{m}^3$  boʻlganda oqova suvni neft mahsulotlaridan (moy va yogʻlar) tozalash samaradorligi 99% ga yetadi. Amalda suyuqlikning harakat yoʻnalishi gorizontal va vertikal boʻlgan bosimsiz plastinkali elektrkoagulatorlar keng qoʻllaniladi. Ular bir oqimli, koʻp oqimli yoki aralash boʻlishi mumkin. Koʻp oqimli sxemada suv bir vaqtning oʻzida elektrodlar orasidagi oraliqdan oʻtadi (kanallarning parallel ulanishi). Bir oqimli sxemada esa suv elektrodlar orasidan ketma-ket oʻtadi (kanallarning ketma-ket ulanishi), bu esa elektrodning susayishini kamaytiradi. Bir oqimli elektrkoagulatorlardagi suv harakatining tezligi koʻp oqimlilarga qaraganda  $n-1$  marta koʻp ( $n$  — elektrodlar soni).

Elektrkoagulator vannasining foydali hajmi (qurilmada har doim boʻluvchi oqova suvning hajmi) quyidagiga teng:

$$V_n = Q \cdot \tau$$

Jarayon uchun temirning sarfi quyidagiga teng:

$$G_{Fe} = dc \cdot V_n$$



$\tau$  — temirning erishini ta'minlovchi tok kuchi quyidagiga teng:

$$I = G_{Fe} / k\tau \cdot 100/\eta$$

Anodlarning ishchi yuzasi va ularning umumiy soni quyidagi nisbatlardan topiladi:

$$S = I/i \quad n = S/S_1$$

Elektrodlarning umumiy soni (katod va anodlar) quyidagiga teng:

$$n_c = 2n_a + 1$$

Elektrolizyor vannasining umumiy hajmi quyidagi formuladan topiladi:

$$V_{cl} = V_p + V_e,$$

bu yerda,  $Q$  — oqova suvning sarfi ( $m^3$ /soat);  $\tau$  — jarayon vaqti (soat);  $d$  — ma'lum iflosliklarni ajratib olish uchun temirning solishtirma sarfi (g/soat);  $c$  — suvni ifloslantiruvchi metall ionining boshlang'ich konsentratsiyasi, g/ $m^3$ ;  $R$  — 1,042 g/(A · soat) ga teng bo'lgan temirning elektrkimyoviy ekvivalenti;  $\eta$  — temirning tok bo'yiga chiqishi (%) suvga pH=3—5 da ishlov berilganda 100% ga yaqin;  $i$  — tokning optimal zichligi (A/ $m^2$ );  $S_1$  — bitta anodning maydoni,  $m^2$ ;  $V_e$  — barcha elektrodlarning hajmi.

Elektrodlarning qalinligi, ularning eni, elektrodlararo'masofa tuzilishining o'ziga xosligi, suv harakatining berilgan tezligi bilan aniqlanadi. Elektrflotatorda generatsiyalangan gaz miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V_0 = q_{H_2} / \tau B_\tau n,$$

bu yerda,  $V_0$  — normal sharoitda ajraladigan gazning hajmi,  $m^3$ ;  $q_{H_2}$  — 1 kA · soat o'tganda ajraladigan gazning miqdori (elektrkimyoviy ekvivalent),  $m^3$ ;  $I$  — qurilma orqali o'tayotgan tok, kA;  $B_\tau$  — birlik miqdoridagi tokning ishlatilish koeffitsiyenti;  $n$  — elektrodlar soni;  $q_{H_2} = 0,418 m^3/(kA \cdot soat)$ .

Real sharoitda nam gazning hajmi quyidagiga teng:

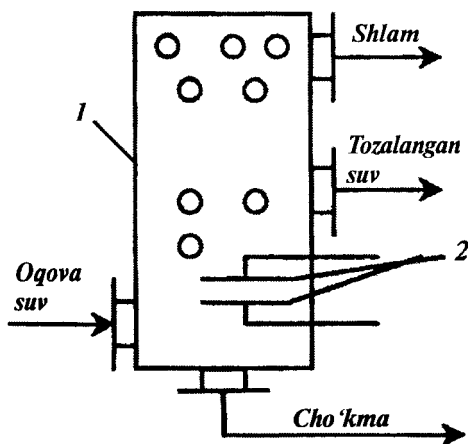
$$V_g = \left[ \frac{V_0 \cdot 101,3(273 + t)}{273 \cdot (B - p)} \right] 1/p,$$

bu yerda,  $p$  — to‘yingan suv bug‘larining parsial bosimi ( $20^{\circ}\text{C}$  da  $2,3$  kPa ga teng);  $V$  — sistemadagi bosim, kPa;  $p$  — atmosfera bosimi, kPa;  $101,3$  — normal sharoitdagi bosim, kPa.

### 4.3. Elektroflotatsiya

Bu jarayonda oqova suv elektroliz natijasida hosil bo‘ladigan gaz pufakchalari yordamida muallaq zarrachalardan tozalanadi. Jarayon davomida anodda — kislorod, katodda — vodorod pufakchalari hosil bo‘ladi. Pufakchalar suv yuzasiga ko‘tarilishi natijasida ular muallaq zarrachalarni flotatsiyalaydi. Eruvchan elektrodni qo‘llash natijasida koagulant va gaz pufakchalarining iviqlari hosil bo‘ladi. Bu esa flotatsiyaning samaradorligini oshiradi.

Elektroflotatsiyada katodda hosil bo‘layotgan pufakchalar muhim ahamiyatga ega. Vodorod pufakchalarining o‘lchami flotatsiyaning boshqa usullariga nisbatan ancha kichik. U ho‘llanishning chekka burchagiga va elektrod yuzasining g‘adirbudurligiga bog‘liq. Pufakchalarning diametri 20 dan 100 mkm gacha o‘zgarib turadi. Mayda pufakchalar yiriklariga qaraganda tezroq eriydi. To‘yingan eritmalarda mayda pufakchalar ifloslik zarracha-



4.4- rasm. Bir kamerali flotatsiya qurilmasining chizmasi:  
1 — qobiq; 2 — elektrodlar.

larining yuzasida ajralib turadi. Kerakli o'lchamdagi pufakchalar hosil qilish uchun material, katod simining diametri va tok zichligini to'g'ri tanlash lozim. Tok zichligining me'yoriy ko'rsatkichi  $200 - 260 \text{ A/m}^2$ , gaz miqdori —  $0,1\%$  atrofida bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

Oqova suvning hajmi kam bo'lganda ( $10-15 \text{ m}^3/\text{soat}$ ) elektr flotatsion qurilmalar bir kamerali bo'lishi mumkin (4.4- rasm). Suv hajmi ko'p bo'lganda 2 kamerali qurilmalar ishlatiladi. Ular gorizontal yoki vertikal holatda joylashtiriladi. Bu kameralar elektrodli bo'limdan va tindiruvchi qismdan iborat bo'ladi.

Oqova suv elektrodli bo'limdan panjara bilan to'silgan tinchlantirgichga boradi: elektrodlararo bo'shliqdan suv o'tib, u gaz pufakchalari bilan to'yinadi. Pufakchalarning zarrachalar bilan qalqib chiqishi tindiruvchi qismda sodir bo'ladi. Qalqib chiqqan shlam qirg'ich yordamida shlam yig'gichga joylanadi, u yerda chiqarib yuboriladi.

#### 4.4. Elektrodializ

Oqova suvlarni elektrodializ yo'li bilan tozalash membrananing ikki tomonida elektr yurituvchi kuch ta'sirida eritmada hosil bo'ladigan ionlashgan moddalarning parchalanishiga asoslangan. Bu jarayon tuzli suvlarni chuchuklashtirishda ishlatiladi. Hozirda ular sanoat oqova suvlarini tozalashda ko'proq qo'llanilmoqda.

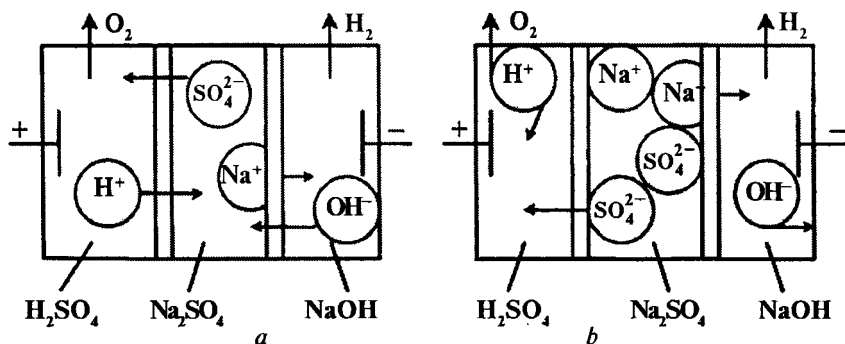
Jarayon elektrodializatorida olib boriladi. Elektrodializatorning eng oddiysi uch kameradan iborat bo'lib, bir-biridan membranalar bilan ajratilgan (4.5- rasm, a). O'rtadagi kameraga eritma, elektrodlar joylashgan, 2 yon tomondagi kameraga esa toza suv quyiladi. Anionlar tok bilan anodli bo'shliqqa o'tadi. Anodda kislorod ajralib chiqadi va kislota hosil bo'ladi. Bir vaqtning o'zida kationlar katodli bo'shliqqa o'tadi va katodda vodorod ajralib chiqib, ishqor hosil bo'ladi. Tokning o'tish miqdori o'rtadagi kameradagi tuzlarning konsentratsiyasi nolga yaqinlashguncha kamayib boradi. Diffuziya hisobiga o'rtadagi kamerada suv hosil bo'ladi. Bu jarayon tuz ionlarini tegishli elektrodlanga o'tishini sekinlashtiradi.

Elektrkimyoviy faol (ion-almashinuvchilar) diafragmalar qo'llanilganda jarayon samaradorligi oshadi va elektrenergiya sarfi kamayadi. Ion almashinuvchi membranalar harakatlanuvchi ionlar kabi bir xil zaryadga ega bo'lgan ionlarnigina o'tkazadi.

Elektrdializatorda (4.5- rasm) ikkita membrana bo'ladi. Ulardan biri anion almashinuvchi bo'lib, anionlarni anodli zonaga o'tkazadi. Ikkinchi membrana katod tomonda joylashgan bo'lib, kation almashinuvchi hisoblanadi va u kationni katodli bo'shliqqa o'tkazadi.

Odatda elektrolizyorlar kation va anion o'tkazuvchi membranalarining ketma-ketligidan iborat ko'p kamerali shaklda (100—200 kamera) ishlab chiqariladi. Elektrodlar ikkita chetki kameralarga joylashtiriladi. Ko'p kamerali qurilmalarda tok ko'p sarflanadi.

Suvni chuchuklashtirish maqsadida gomogen va geterogen membranalar ishlatiladi. Gomogen membranalar faqat bitta smoladan iborat va kichik mexanik zichlikka ega. Geterogen membranalar bog'lovchi moddalar aralashgan ionit kukuni shaklida bo'ladi. Undan plastinalar olinadi. Membranalar kichik elektr qarshilikka ega bo'lishi kerak. Elektrdializatorlarning ishlash samaradorligiga membranalar orasidagi masofa katta ta'sir qiladi. Membranalarining tiqilib qolishining oldini olish maqsadida oqova suv elektrdializatorga berilishdan avval muallaq va kolloid zarra-



4.5-rasm. G'ovakli diafragmali (a) va ionit membranali (b) elektrdializatorlar chizmasi.

chalardan tozalanadi. 250 mg/l oqova suvni tozalashda 7 (kVt · soat)/m<sup>3</sup> energiya sarflanadi. Suvdagi tuzlarning miqdori ortishi bilan energiyaning solishtirma sarfi oshadi.

Elektrdializning asosiy kamchiligi membrana sirtida tuzlarning cho‘kishi va tozalash ko‘rsatkichlarining pasayishiga olib keluvchi konsentratsion qutblanish hisoblanadi.



### ***Savol va topshiriqlar***

1. Oqova suvlarni elektrkoagullash usulida tozalashning afzalligi va kamchiligi nimada?
2. Anodli oksidlash va katodli qaytarish jarayonida anod va katod sifatida qanday moddalar ishlatiladi?
3. Oqova suvlarni elektrflotatsiya usulida tozalash va bu jarayonda qo‘llaniladigan qurilmalarning ish faoliyatini aytib bering.
4. Elektrflotatsiyada asosiy rolni nima o‘ynaydi?
5. Elektrdializatorning ishlash prinsipi nimadan iborat?
6. Qanday oqova suvlar elektrkimyoviy usulda tozalanadi?

### OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING KIMYOVIY USULLARI

Oqova suvlarni kimyoviy tozalashga *neytrallash*, *oksidlash* va *qaytarish* usullari kiradi. Bu usullarni amalga oshirish uchun turli reagentlardan foydalaniladi. Shu sababli ham jarayonni o'tkazish qimmatga tushadi. Bu usullar erigan moddalarni ajratib olishda, suv ta'minotining yopiq tizimida ishlatiladi. Odatda kimyoviy tozalash usuli biologik tozalashdan oldin taxminiy tozalash sifatida yoki biologik tozalashdan so'ng oqova suvni to'liq tozalash maqsadida o'tkaziladi.

#### 5.1. Neytrallash

Mineral kislota yoki ishqorli oqova suvni suv havzalariga tashlashdan yoki texnologik jarayonlarda ishlatishdan oldin neytrallanadi. Bunda pH ko'rsatkichi 6,5—8,5 gacha bo'lgan suv amalda neytrallangan hisoblanadi.

Neytrallashni: kislotali va ishqorli oqova suvlarni aralashtirib, reagentlar qo'shib, kislotali suvlarni neytrallovchi materiallar orqali filtrlab, kislotali gazlarni ishqorli suvlar bilan absorbsiyalab, yoki ammiakni kislotali suvlar bilan absorbsiyalab olib borish mumkin. Neytrallash usulini tanlash oqova suvning hajmi va konsentratsiyasiga, uni quyilish rejimiga, qo'shiladigan reagentlarning miqdori va narxiga bog'liq. Neytrallanish jarayonida cho'kma hosil bo'lishi mumkin. Ularning miqdori oqova suvning tarkibi va konsentratsiyasiga, shu bilan birga qo'llanilayotgan reagentlarning turi va sarfiga bog'liq.

**Aralashtirib neytrallash.** Bu usul biror korxonada yoki qo'shni korxonalarda boshqa komponentlar bilan ifloslanmagan kislotali va ishqorli suvlar mavjud bo'lganda qo'llaniladi.

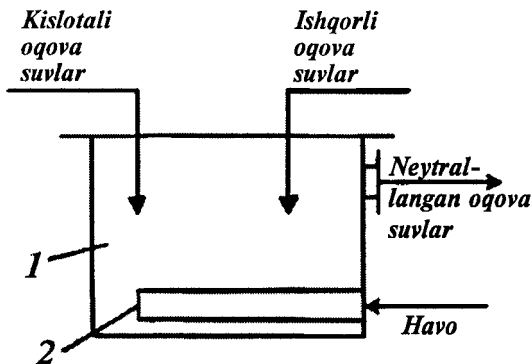
Kislotali va ishqorli suvlar aralashtirgichlar yordamida yoki aralashtirgichsiz aralashtiriladi. So'nggi holatda aralashtirish

tezligi 20—40 m/s bo'lganda havo yordamida olib boriladi (5.1-rasm).

Oqova suvlarning konsentratsiyasi o'zgaruvchan bo'lganda qurilmaga me'yorlashtirgich qurilmasi kiritiladi yoki oqova suv aralashtirish kamerasiga avtomatik ravishda uzatiladi. Aralashtirish kamerasiga kelgan oqova suvning miqdoriy nisbati stexiometrik tenglamalar orqali hisoblanadi. Kislotali yoki ishqorli oqova suvni ajratish uchun tegishli reagentlar qo'shiladi. Neytrallangan suv ishlab chiqarish korxonalarida ishlatiladi, cho'kmasi esa shlam maydonlari yoki vakuum-filtrda suvsizlantiriladi.

**Reagentlarni qo'shish yo'li bilan neytrallash.** Kislotali suvlarni neytrallashda NaOH, KOH,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (ammiakli suv)  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ; dolomit ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), sement ishlatiladi. Eng arzon reagent kalsiy gidroksid hisoblanadi. Uning tarkibida 5—10% faol ohak bor deb hisoblanadi. Soda va natriy gidroksid sanoat chiqindilari hisobida ishlatiladi. Ba'zida neytrallash uchun ishlab chiqarishning turli chiqindilari qo'llaniladi. Masalan: po'lat eritish, ferroxrom va domna sanoati shlaklari sulfat kislotasi bo'lgan suvlarni neytrallashda qo'llaniladi.

Reagentlar kislotali suvlarning tarkibi va konsentratsiyasiga qarab tanlanadi. Bunda reagent qo'shilganda cho'kma tushishi yoki



5.1- rasm. Aralashtirgich neytralizatori:  
1 — sig'im; 2 — havoni taqsimlovchi.

tushmasligi inobatga olinadi. Kislota tarkibli oqova suvlar 3 turga bo‘linadi:

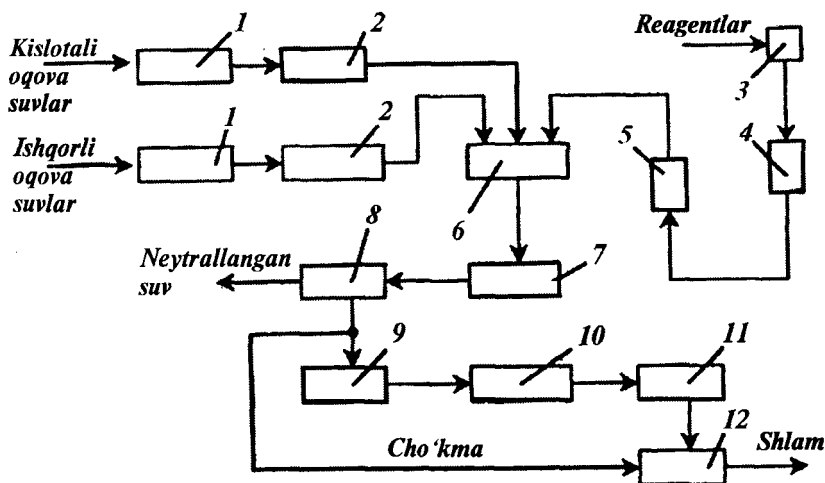
1) tarkibida kuchsiz kislotalar ( $H_2CO_3$ ,  $CH_3COOH$ ) bo‘lgan oqova suvlar;

2) tarkibida kuchli kislotalar ( $HCl$ ,  $HNO_3$ ) bo‘lgan oqova suvlar. Ularni neytrallash uchun yuqorida qayd etilgan reagentlarning har qaysinisini ishlatilishi mumkin. Bu kislotalarning tuzlari suvda yaxshi eriydi.

3) tarkibida oltingugurt va oltingugurtli kislotalar bo‘lgan oqova suvlar. Bu kislotalarning kalsiyli tuzlari suvda yomon eriydi va cho‘kmaga tushadi.

Neytrallash uchun oqova suvga ohak kalsiy gidroksid (ohakli suv «ho‘l» me‘yorlash) yoki quruq kukun («quruq» me‘yorlash) ko‘rinishida qo‘shiladi.

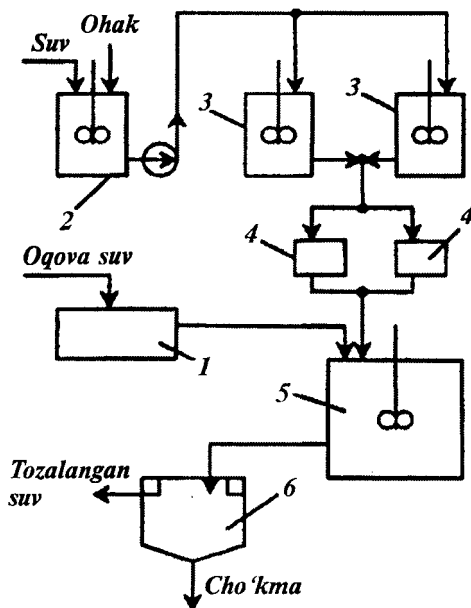
**Kislotali suvlarni ohakli suv bilan neytrallash.** Sulfat kislotali oqova suvlarni neytrallash uchun ohakli suvdan foydalanilganda gips —  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  cho‘kmaga tushadi.



5.2-rasm. Reagentli neytrallash stansiyasi chizmasi:

- 1—qumtutgichlar; 2—me‘yorlashtirgichlar; 3—reagentlar ombori;  
 4—eritmali bak; 5—dozator; 6—aralashitgich; 7—neytralizator;  
 8—tindirgich; 9—cho‘kma zichlashtirgich; 10—vakuum-filtr;  
 11—suvsizlantirilgan cho‘kma yig‘uvchi; 12—shlam maydonchasi.



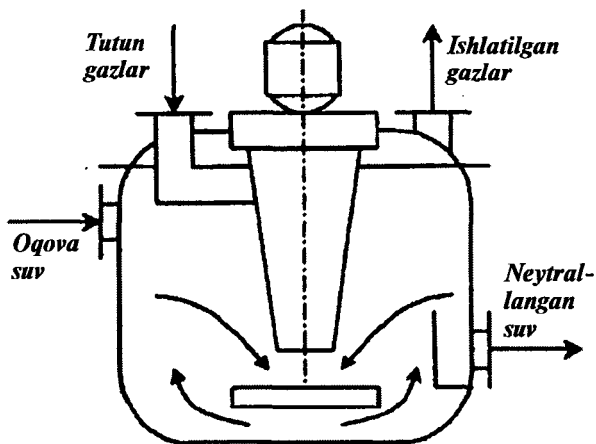


5.3-rasm. Kislotali oqova suvlarni kalsiy gidroksid (ohakli suv) bilan neytrallash chizmasi: 1—me'yorlashtirgich; 2—ohak (CaO) ni kuydirish uchun qurilma; 3—eritma uchun baklar; 4—dozatorlar; 5—neytralizator; 6—tindirgich.

Gipsning eruvchanligi haroratning oshishi bilan o'zgaradi. Bunday eritmalarining aralashuvida quvur devorida gipsning ko'chishi va uning to'lib qolishi ro'y beradi. Quvur to'lib qolmasligi uchun ularni toza suv bilan yuvib turish yoki oqova suvga maxsus yumshatuvchilar, masalan, geksametafosfat qo'shish kerak. Neytrallangan suvning harakat tezligining ortishi quvur devorlarida gipsning ko'chishini kamaytiradi.

Ishqorli oqova suvlarni neytrallash uchun turli kislotalar yoki kislotali gazlar ishlatiladi.

**Kislotali suvlarni neytrallovchi moddalar orqali filtrlab neytrallash.** Kislotali suvlarni neytrallash uchun ularni magnezit, dolomit, qattiq chiqindilar (shlak, kul) qatlami orqali filtrlanadi. Jarayon gorizontaal, vertikal ko'rinishdagi filtr-neytralizatorlarda



5.4-rasm. Ishqorli oqova suvni tutun gazlari bilan neytrallovchi neytralizator.

olib boriladi. Vertikal filtrlar uchun ohaktosh yoki o'lchami 30—80 mm li bo'lgan dolomit bo'laklari qo'llaniladi. Material qatlami qalinligi 0,85—1,2 m bo'lganda, tezligi 5 m/s, ta'sirlashuv vaqti 10 daqiqadan kam bo'lmasligi lozim. Gorizontallarda oqova suvning oqim tezligi 1—3 m/s.

Hozirda ishqoriy oqova suvni neytrallash uchun  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  singari gazlardan foydalanilmoqda.

$\text{CO}_2$  ning yomon eruvchanligi natijasida neytrallangan eritma deyarli qayta oksidlanmaydi.  $\text{CO}_2$  ning yomon eruvchanligi neytrallash, eritmalarning qayta oksidlanishi xavfini kamaytiradi. Hosil bo'lgan karbonatlar sulfat va xloridga qaraganda ko'proq ishlatiladi.

Bundan tashqari, suvdagi  $\text{CO}_3^{2-}$  ionlarining korroziya va zaharlilik ta'siri,  $\text{SO}_4^{2-}$  va  $\text{Cl}_3^-$  ionlariga nisbatan kam. Neytrallash jarayoni aralastirgichli reaktorlarda, tarekali, plenkali va changlatuvchi kolonnalarda o'tkaziladi.

Tutun gazlar ventilator yordamida aralastirgich vali atrofidagi yumaloq bo'shliqqa uzatiladi va aralastirgich yordamida pufakcha va oqimlar ko'rinishida oqova suvlarda taqsimlanadi, natijada reaktorga tushadi. Suv va gazlar orasidagi ta'sirlashish

yuzasining kattaligi sababli oqova suv tez neytrallanadi. Gazlarda  $\text{SO}_2$  ishtiroki ishqorli oqova suvlarning neytrallanishiga sabab bo'ladi.

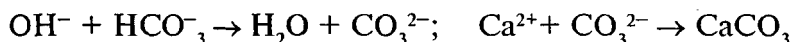
Tarelkali kolonnalarda jarayonlarni olib borishda neytrallanish darajasi gazning tezligi oshishi bilan ko'payadi. Neytrallanish uchun zarur bo'lgan kislotali gazning miqdori massa sarfi tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$M = x \cdot \beta_c \cdot F \cdot \Delta c,$$

bu yerda,  $M$  — neytrallanish uchun zarur bo'ladigan kislotali gazlarning miqdori;  $x$  — tezlashtirish faktori;  $\beta_c$  — suyuq fazadagi massa berish koeffitsiyenti;  $F$  — fazalar ta'sir yuzasi;  $\Delta c$  — jarayonni harakatlantiruvchi kuch.

Ishqorli oqova suvlarni tutun gazlar bilan neytrallash sanoat korxonalarida, jumladan, asbest-sement ishlab chiqarish korxonasida qo'llanilgan. Bu korxonada oqova suvlarning pH muhiti 12—13 (80 mg—ekv/l)ga teng. Suvning ishqorlanishi unda kalsiy gidroksidning doimiy ravishda ishqorlanib turishi bilan tushuntiriladi. Neytrallash tutun gazlar (5—6%  $\text{CO}_2$ ) bilan absorberda olib boriladi.

Aralashtirgichda reaksiya quyidagicha ketadi:



Kalsiy karbonat sirkulatsion idishda cho'kma hosil qiladi.

Oqova suv to'liq neytrallanganda absorberda karbonatli cho'kma hosil qilmaydigan aralashma olinadi. Bunda absorberda quyidagi reaksiya boradi:



Neytrallash uchun katta oqimli, yirik, teshikli, tarelkali absorberlardan foydalaniladi. Bunda, tarelkalar erkin oqimi 30% dan ko'proq va yoriq o'lchamlari 20x30 mm, ko'proq bo'ladi.

## 5.2. Oksidlash

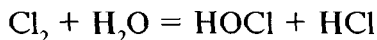
Oqova suvlarni tozalash uchun quyidagi oksidlovchilar ishlatiladi: gaz holatidagi va siqilgan xlor, xlor qo'shoksidi, kalsiy xlorat, natriy va kalsiy gipoxlorit, kaliy permanganat, kaliy bixro-

mat, vodorod peroksid, havo kislorodi, ozon, piroluzit va boshqalar.

Oksidlanish jarayonida suv tarkibidagi zaharli iflosliklar kimyoviy reaksiya natijasida zaharsiz moddalarga aylanib, ularni suv tarkibidan ajratib olish mumkin bo'ladi. Oqova suv oksidlovchilar bilan tozalanganda reagent ko'p miqdorda sarflanadi. Shu sababli bu usuldan oqova suvni ifloslantiruvchi moddalarni boshqa usul bilan tozalash imkoni bo'lmaganda ishlatiladi. Masalan, sianidlardan tozalash, erigan mishyak birikmalaridan tozalashda va boshqalar.

Oksidlovchi sifatida moddaning faolligi oksidlovchi potensial kattaligi bilan aniqlanadi. Oksidlovchilar orasida fluor muhim ahamiyatga ega. Ammo u juda agressiv bo'lgani uchun amalda kam qo'llaniladi. Boshqa moddalar uchun oksidlovchi potensial ko'rsatkichi: ozon uchun — 2,07, xlor uchun — 0,94, vodorod peroksid uchun — 0,68, kaliy permanganat uchun — 0,59.

**Xlorli oksidlash.** Xlor va faol xlorli moddalar ko'p tarqalgan oksidlovchi hisoblanadi. Ularni oqova suvni vodorod sulfid, gidrosulfid, metiloltingugurtli birikmalar, fenollar, sianidlardan tozalashda qo'llaniladi. Suv tarkibiga xlor kiritilgan xlorli [vodorod(I)oksoxlorat] va vodorod xloridli kislotalar hosil bo'ladi:



Reaksiya jarayonida xlorli kislotalarning dissotsilanishi kuzatiladi. Dissotsilanish darajasi pH ga bog'liq. pH 4 ga teng bo'lganda, molekula holatidagi xlor amalda qolmaydi:

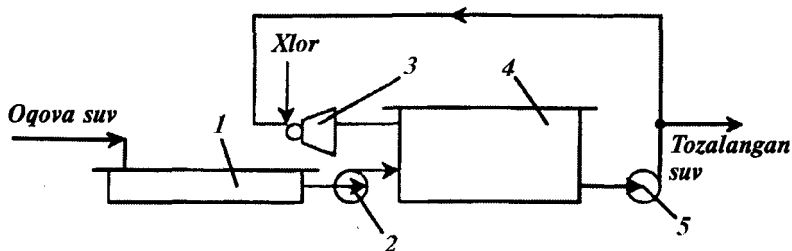


$\text{Cl}_2 + \text{HOCl} + \text{OCl}^-$  yig'indisi erkin faol xlor deyiladi.

Oqova suvda ammoniyli birikmalar bo'lsa reaksiya natijasida xlorid kislota, xloramin  $\text{NH}_2\text{Cl}$  va dixloramin  $\text{NHCl}_2$  hosil bo'ladi.

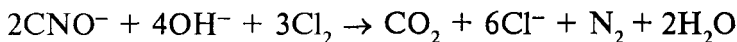
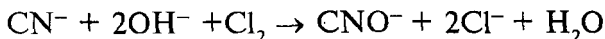
Xlorlash jarayoni davriy va uzluksiz bosimli hamda vakkumli xloratorlarda olib boriladi. Oqova suvlarni xlorlash usulida tozalash sxemasi 5.5- rasmda keltirilgan. Xlorlash sirkulatsiya sistemasiga ulangan sig'imlarda olib boriladi. Injektordagi gaz holatidagi xlor suv bilan qurshab olinib, zaruriy oksidlanish darajasiga kelmaguncha sirkulatsiyalanadi. Shundan so'ng suv foydalanish uchun chiqarib yuboriladi.

Suvni zararsizlantirish jarayoni ishqoriy muhit (pH=9) da

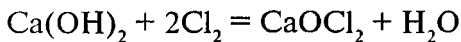


5.5-rasm. Suvni xlorlab tozalash qurilmasining chizmasi:  
1—me'yorlashtirgich; 2, 5—nasoslar; 3—injektor; 4—idish.

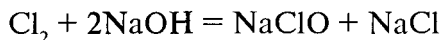
olib boriladi. Sianidlarni elementar azotgacha va uglerod dioksidgacha oksidlash mumkin:



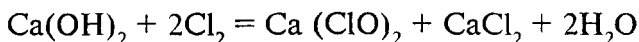
Kalsiy xlorat, gipoxlorit, xlorat, xlor dioksidi ham «faol» xlor manbai bo'lishi mumkin. Kalsiy xlorat (ohakli xlor) quyidagicha olinadi:



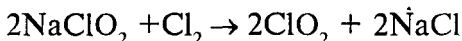
Gaz holatidagi xlor ishqor eritmasidan o'tkazilganda natriy gipoxlorit (oksoxlorat) hosil bo'ladi:



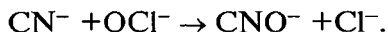
Kalsiy gipoxlorit kalsiy gidroksidni 25—30°C da xlorlab olinadi:



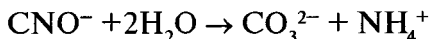
Sanoatda kalsiyning  $\text{Ca}(\text{ClO}_2) \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ikki asosli tuzi ishlab chiqariladi.  $\text{NaClO}_2$  — natriy xlorat kuchli oksidlovchi hisoblanadi. U parchalanganda  $\text{ClO}_2$  yashil-sarg'ish tusli, xlorga nisbatan o'tkir hidli gaz hosil bo'ladi. Uni olish uchun quyidagi reaksiyadan foydalaniladi.



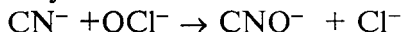
Sianidlarni faol xlor bilan oksidlashda jarayonni sianat hosil bo'lgungacha olib borish mumkin:



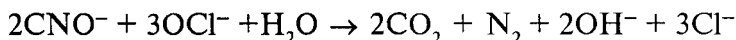
Sianidlarni sianatlarga oksidlanishi oksidlovchi tarkibidan kislorod atomining ajralib chiqishi hisobiga boradi. Hosil bo'lgan sianatlar karbonatlargacha oson gidrolizlanadi:



Gidroliz tezligi pH muhitga bog'liq. pH=5,3 bo'lganda bir sutkada 80% gacha sianatlar gidrolizlanadi. Ikki bosqichli jarayonda sianidlar N<sub>2</sub> va CO<sub>2</sub> ga qadar oksidlanadi. Birinchi bosqichda jarayon quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



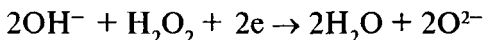
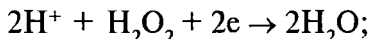
Ikkinchi bosqichda qo'shimcha miqdorda oksidlovchi kiritiladi. Shu sababli reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Reaksiya vaqtida pH=8–11 atrofida bo'ladi. Oksidlanishning to'liq nazorati qoldiq faol xlor bo'yicha olib boriladi. Bunda uning konsentratsiyasi 5–10 mg/l dan kam bo'lmasligi kerak.

**Vodorod peroksid bilan oksidlash.** Vodorod peroksid rangsiz suyuqlik bo'lib, har qanday nisbatda suv bilan reaksiyaga kirishadi. U nitritli aldegid yoki fenollarni, sianidlar, oltingugurtli chiqindilar va faol bo'yovchilarni oksidlash uchun qo'llaniladi. Sanoatda 85–95% li vodorod peroksid va tarkibida 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bo'lgan pergidrol ishlab chiqariladi. Vodorod peroksid zaharli! Uning suvdagi ChMM si 0,1 mg/l ni tashkil etadi.

Vodorod peroksid kislotali va ishqoriy muhitda quyidagi sxema bo'yicha parchalanadi:

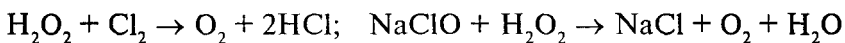


U nordon muhitda oksidlovchi, ishqoriy muhitda — qaytaruvchi xossasini o'zida namoyon qiladi. Vodorod peroksid nordon muhitda ikki valentli temir tuzlarini uch valentli tuzlarga, nitrit kislotasini nitrat kislotasiga, sulfidlarni sulfatlarga aylantiradi.

Ishqoriy muhitda ( $\text{pH}=9-12$  gacha) sianidlar sianatlargacha oksidlanadi.

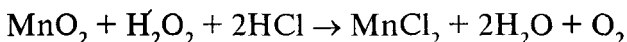
Suyultirilgan eritmalarda organik moddalarning oksidlanishi sekin boradi. Shuning uchun katalizatorlar — o'zgaruvchan valentli metall ionlari ( $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $\text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{Co}^{2+}$ ;  $\text{Ag}^{2+}$ ) ishlatiladi. Masalan, vodorod peroksidi temir tuzi bilan oksidlanish ( $\text{pH}=3-4,5$ ) da reaksiyaga kirishadi. Oksidlanish mahsuloti sifatida mukon va maliyen kislotalari hosil bo'ladi.

Suvni qayta ishlashda vodorod peroksidining faqat oksidlovchi xossasidan emas, balki qaytaruvchi xossalaridan ham foydalaniladi. Neytral va kuchsiz ishqoriy muhitda u xlor va gipoxloritlar bilan oson ta'sirlashib, ularni xloridlarga aylantiradi:

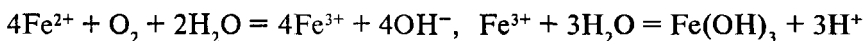


Bu reaksiyalar suvni dexlorlashda qo'llaniladi.

Vodorod peroksid qoldig'ini marganes dioksidi yordamida ajratib olish mumkin:



**Havo kislorodi bilan oksidlash.** Havo kislorodi suvni temirdan tozalashda qo'llaniladi. Suvli eritmada oksidlash reaksiyasi quyidagicha boradi:

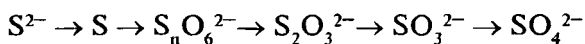


Oksidlanish havoni oqova suv orqali minoralarda aeratsiyalab o'tkaziladi. Hosil bo'ladigan temir gidroksidi rezervuarlarda cho'ktiriladi, so'ngra filtrlanadi.

Bunda bo'lakli to'ldirgich yoki Rashig halqalaridan foydalanish maqsadga muvofiq emas, chunki nasadkalar ko'tarilishi mumkin. Shu sababli ham soddalashtirilgan aeratsiya jarayonini ishlatish qulay. Bunda filtr yuzasi tepasidan suv purkaladi va u tomchilar ko'rinishida filtrlanuvchi yukning yuzasiga tushadi. Suv tomchilari havo bilan birga temirni oksidlaydi.

Havo kislorodi bilan selluloza, neftni qayta ishlash va neft-kimyxo korxonalarining sulfidli oqova suvlari ham oksidlanadi.

Oltिंगugurtning gidrosulfid va sulfidlari oksidlanganda oltिंगugurt valentligi +2 dan +6 gacha o'zgaradi:

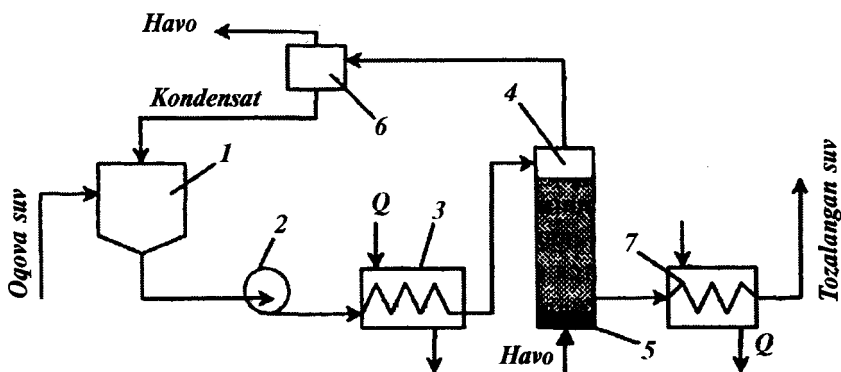


Bunda gidrosulfid va sulfidlarining tiosulfatgacha oksidlanishida eritma pHi oshadi. Gidrosulfid sulfid va sulfatgacha oksidlanganda esa eritmaning pH i kamayadi.

Harorat va bosim oshishi bilan reaksiya tezligi va oksidlanish darajasi oshadi. Nazariy tomondan 1 g sulfidli oltिंगugurt oksidlanishi uchun 1 g kislorod sarflanadi. Sulfidlarni oksidlash sxemasi 5.6- rasmda keltirilgan.

**Ozonlash.** Ozon bilan oksidlash suvni bir vaqtning o'zida rangsizlantirish, turli ta'm va hidlarini yo'qotish imkonini beradi va suvni zararsizlantiradi. Oqova suvni ozonlash bilan fenol, neft mahsulotlari, vodorod sulfid, mishyak birikmalari, sirt faol moddalar, sianidlar, bo'yovchi moddalar, kanserogen aromatik uglevodorodlar va pestitsidlardan tozalash mumkin.

Ozon — och binafsha rangli gaz. Tabiatda atmosferaning yuqori qatlamida joylashgan.  $-111,9^{\circ}\text{C}$  da ozon to'q-ko'k rangli beqaror suyuqlikka aylanadi. Ozonning fizik-kimyoviy xossalari: nisbiy



5.6-rasm. Sulfidlarni oksidlash inshooti chizmasi:

- 1—qabul qiluvchi rezervuar; 2—nasos; 3—issiqlik-almashtirgich;  
4—oksidlovchi kolonka; 5—havoni taqsimlash moslamasi; 6—separator;  
7—muzlatgich.



molekular massasi 48; zichligi ( $0^{\circ}\text{C}$  temperatura va  $0,1\text{ MPa}$ )da  $2,154\text{ g/l}$ ; erish temperaturasi  $192,5^{\circ}\text{C}$ ; hosil bo'lish issiqligi  $143,64\text{ kJ/mol}$ ; eruvchanlik koeffitsiyenti suvda  $0^{\circ}\text{C} - 0,40$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  da  $- 0,29$ , oksidlanish-qaytarilish potentsiali  $- 2,07\text{ V}$ .

Toza ozon portlovchi gaz, chunki u parchalanganda ma'lum miqdorda issiqlik ajralib chiqadi, juda zaharli. Ishchi zona havosidagi maksimal mumkin bo'lgan konsentratsiyasi  $- 0,0001\text{ mg/m}^3$ . Ozonni zararsizlantirish ta'siri yuqori oksidlash qobiliyatiga asoslangan. Bu faol kislorod atomining oson berilishi ( $\text{O}_3 = \text{O}_2 + \text{O}$ ) bilan izohlanadi.

Ozon barcha metallarni oksidlaydi va ularni oksidlarga aylantiradi. U faqat oltinni oksidlamaydi. Havoga nisbatan suvda tezroq dissotsiyalaydi; kuchsiz ishqoriy eritmalarda juda tez dissotsiyalaydi. Kislotali eritmalarda ozon yuqori barqarorlik namoyon etadi. Quruq toza havoda u juda sekin parchalanadi.

Suvga ozon bilan qayta ishlov berilganda organik moddalarning parchalanishi va suvning zararsizlanishi sodir bo'ladi. Suvga xlor bilan ishlov berilganga nisbatan bakteriyalar tezroq nobud bo'ladi. Ozonning suvda eruvchanligi pH ga va suvda erigan moddalarning tarkibiga bog'liq. Neytral tuz va kislotalar qancha ko'p bo'lsa, ozonning eruvchanligi shuncha oshadi. Ishqorlarning ishtiroki ozonning eruvchanligini pasaytiradi. Oksidlash jarayonida ozonning ta'siri 3 yo'nalishda ro'y berishi mumkin:

1. Kislorodning bir atomi ishtirokidagi oksidlanish.
2. Ozon molekulasini oksidlanayotgan moddaga ozonidlar hosil qilib birikishi.
3. Ozonlashgan havo tarkibidagi kislorod oksidlovchi ta'sirining katalitik tezlashuvi.

Ozonning parchalanish reaksiya mexanizmi juda murakkabdir, chunki destruksiya tezligiga juda ko'p omillar ta'sir etadi. Bu omillarga ozonning gaz fazadan suyuqlik fazaga o'tishidagi sharoit, gazning parsial bosimi va uning suvli eritmadagi eruvchanligi orasidagi nisbat, suvdagi iflosliklarning ozonli oksidlanish kinetikasi kiradi. Ozon suvga ta'sir etganda quyidagi ikkita asosiy jarayon boradi: oksidlanish va dezinfeksiya. Bundan tashqari, suvning

erigan kislorod bilan to'g'inishi kuzatiladi. Moddalarning oksidlanishi to'g'ri va teskari bo'lib, kataliz va ozonliz reaksiyalari bilan amalga oshiriladi.

To'g'ri reaksiyalarni organik va mineral moddalarning oksidlanishi misolida ko'rish mumkin ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ). Bunda ayrim moddalar ozonlashdan so'ng erimaydigan gidroksidlar shaklida cho'kadi yoki dioksidlar hamda permanganatlar ko'rinishiga o'tadi.

To'g'ri reaksiyalar kinetikasi quyidagicha:

$$-\ln[c_t]/[c_0] = k[\text{O}_3]\tau,$$

bu yerda,  $[c_0]$ ,  $[c_t]$  — moddaning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyasi, mg/l;  $K$  — reaksiya tezligi konstantasi, l/(mol · s);  $[\text{O}_3]$  — ozonning o'rtacha konsentratsiyasi, mg/l;  $\tau$  — ozonlashning davomiyligi, s.

**Teskari oksidlanish** — radikallar orqali oksidlanish, masalan ozonning gaz fazadan suyuq fazaga o'tishida va o'zining parchalanishida hosil bo'ladigan OH va boshqa gruppali radikallar orqali oksidlanishi. Teskari oksidlanish tezligi parchalanayotgan ozonning miqdoriga to'g'ri va suvdagi iflosliklar konsentratsiyasiga teskari proporsionaldir.

**Ozonliz** — ozonning ikkilamchi yoki birlamchi uglerod bog'lariga fiksatsiya jarayoni bo'lib, bunda keyinchalik u parchalanadi va ozonidlar hosil qiladi, ular ozon singari beqaror birikma hisoblanib, tez parchalanadi.

**Kataliz** — bu ozonlashning katalitik ta'siri, ya'ni ozonlangan havo tarkibida ishtirok etadigan kislorodning oksidlovchilik xususiyatini oshirishdir.

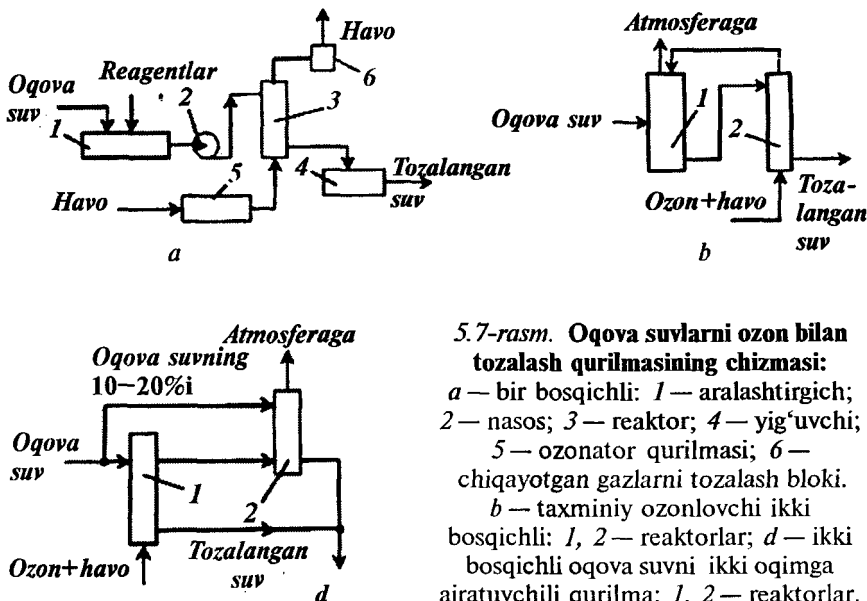
Ozon havo kislorodidan generatorlarda elektr razryad ta'sirida olinadi. Havo yoki toza kislorodni generatorga berishdan avval qisman quritiladi, chunki havoning namligi oshsa, ozonning unumi kamayadi. Ozon suv tarkibiga ozon-havo yoki ozon-kislorod aralashmasi holatida kiritiladi. Ozonning aralashmadagi konsentratsiyasi 3%. Oksidlanish jarayonini tezlashtirish uchun aralashma oqova suvda kichik gaz pufakchalariga dispergatsiyalanadi. Ozonlash suyuq fazada kimyoviy reaksiyalar bilan boradigan absorbsiya jarayonidir.

Iflosliklarni oksidlash uchun zarur bo'ladigan ozonning sarfi massa almashinuv tenglamasi orqali topiladi:

$$M = \beta'_s \cdot F \cdot \Delta c_k,$$

bu yerda,  $M$  — gaz fazadan suyuq fazaga o'tadigan ozon sarfi, kg/s;  $\beta'_s$  — suyuq fazadagi massa berish koeffitsiyenti, m/s;  $F$  — fazalar kontakt yuzasi,  $m^2$ ;  $\Delta c_k$  — jarayonning harakatlanuvchi kuchi,  $kg/m^3$ .

Oqova suvlarni ozonlab tozalashning texnologik sxemasi 5.7-rasmda keltirilgan. 5.7- rasm, *a* da bir bosqichli qurilma keltirilgan. Ozonlash jarayonining muhim ko'rsatkichi ozonni qo'llash koeffitsiyentining kattaligi hisoblanadi. Bu kattalikni oshirish maqsadida tozalashning ikki bosqichli tizimi (5.7-rasm, *b*) tavsiya etiladi. Bu sxemadan ko'rinadiki, dastlabki ozon-havo aralashmasi bilan boshlang'ich ozonlash o'tkaziladi, uning tarkibida 2 mg/l ozon bo'ladi. Ikkinchi reaktorda iflosliklarning to'liq oksidlanishi ro'y beradi. 5.7-rasm, *d* da keltirilgan sxema bo'yicha ham jarayon ikkita reaktorda olib boriladi. Birinchi reaktorga oqova suvning



5.7-rasm. Oqova suvlarni ozon bilan tozalash qurilmasining chizmasi: *a* — bir bosqichli: 1 — aralashtirgich; 2 — nasos; 3 — reaktor; 4 — yig'uvchi; 5 — ozonator qurilmasi; 6 — chiqayotgan gazlarni tozalash bloki. *b* — taxminiy ozonlovchi ikki bosqichli: 1, 2 — reaktorlar; *d* — ikki bosqichli oqova suvni ikki oqimga ajratuvchili qurilma: 1, 2 — reaktorlar.

umumiy hajmining 80—90% i beriladi, qolgani ikkinchi reaktorga beriladi. Ozon-havo aralashmasi reaktordan navbatma-navbat oʻtadi.

Ozon kuchli zaharlovchi (sinil kislotadan kuchli) modda boʻlgani uchun oqova suvlarni ozonlab tozalash qurilmalarida chiqarib yuborilayotgan gazni ozon qoldiqlaridan tozalash bosqichlari ham koʻzda tutiladi.

Shu sababli gazlarni atmosfera havosiga chiqarishdan oldin ularni ozonning xavfsiz konsentratsiyasigacha suyultiriladi. Qoldiq ozonni parchalash uchun **adsorbsiya**, **kataliz** yoki **piroliz** usullari qoʻllaniladi.

Adsorbsiya jarayonida gazlar diametri 1—6 mm boʻlgan donacha koʻrinishidagi faol koʻmirli kolonkalar orqali oʻtkaziladi. Koʻmirning organik moddalarni oson yutib olishi jarayonning kamchiligi hisoblanadi. Natijada koʻmir organik moddalarning ozon bilan oksidlanishiga qarab sekin oksidlanadi. 1 kg ozon uchun 450 g faol koʻmir sarflanadi.

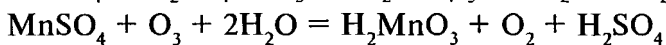
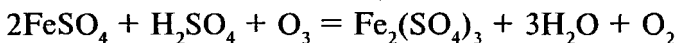
Katalizli destruksiya 60—120°C da (platina toʻrlari) ozon katalizator ishtirokida kislorod va kislorod atomigacha parchalanadi. Qayta ishlanayotgan havodagi ozonning sezilarli konsentratsiyasida bu usul samaralidir. Katalizator bilan taʼsirlashish davomiyligi 1 sek ni tashkil etadi. Gazning namligi reaksiya samaradorligiga salbiy taʼsir koʻrsatadi.

Piroliz gazlardagi ozon konsentratsiyasi koʻp boʻlmaganda ishlatiladi. Jarayon 340—350°C da, 3 sek davomida boradi. Bunda energiyani rekuperatsiya qilish bilan olib boriladigan termostroktur «Treifig» lar qoʻllaniladi. 20°C da qoldiq ozon issiqlik almashtirgichga tushiriladi va issiq gaz yordamida 285°C gacha qizdiriladi. Shundan soʻng u 350°C li qizdirish kamerasiga beriladi. Bu temperaturada ozon parchalanadi va toza gaz issiqlik almashinuvchiga tushib, issiqlikni boshlangʻich gazga beradi. Apparatning quvvati gaz boʻyicha 1350 m<sup>3</sup>/soat yoki 1 soatda 27 kg ozonga toʻgʻri keladi. Qoldiq ozonni chiqitga chiqarish uchun turboventilatordan foydalaniladi.

Oqova suvlarni tozalash jarayoni ultratovush, ultrabinafsha nurlar va ozonni birgalikda qoʻllaganda birmuncha qisqaradi.

Ultrabinafsha nurlanish oksidlanish jarayonini  $10^2$ — $10^4$  marta tezlashtiradi. Oksidlanish jarayonini 2 bosqichga bo'lish mumkin: 1) molekullarni UB-nurlanish ta'sirida fotokimyoviy qo'zg'otish; 2) ozon bilan oksidlash.

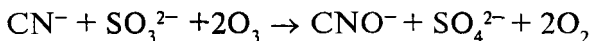
Birinchi bosqichda ozonga nisbatan yuqori faol erkin radikallar va quyi molekular massali birikmalar hosil bo'ladi. Ular yorug'lik ta'sirida oksidlanadi. Ozon anorganik moddalarni ham xuddi oqova suv tarkibidagi organik moddalar singari oksidlaydi. Metall birikmalari ozon bilan yuqori valentlikkacha oksidlanadi. Temir va marganes birikmalarining oksidlanish reaksiyalari quyidagicha boradi:



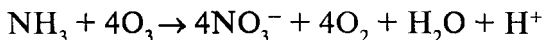
Vodorod sulfidning oksidlanishi:



Tiosianat-ion ozon bilan quyidagi sxema bo'yicha reaksiyaga kirishadi:



Ammiak ozon bilan ishqoriy muhitda nitrat kislota va suvgacha oksidlanadi:



pH muhitning 7 dan 9 gacha ko'tarilishi reaksiya tezligini 10-20 marta oshiradi. Shu sababli, iqtisodiy nuqtayi nazardan ammiakni oksidlash uchun ishqoriy suv hosil bo'lsagina qo'llash samaralidir.

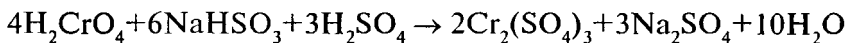
### 5.3. Qaytarish

Oqova suvlarni qaytarish usulida tozalash unda oson qaytariluvchi moddalar bo'lganida qo'llaniladi. Bu usuldan oqova suvdagi simob, xrom va mishyak birikmalarini yo'qotishda foydalaniladi.

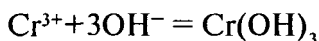
Tozalash jarayonida simob birikmalari simob metaligacha qaytariladi. Uni suvdan tindirish, filtrlash yoki flotatsiya usullari yordamida ajratib olinadi. Simobning organik birikmalari eritmadagi boshqa birikmalarni avval oksidlaydi, so'ngra simob metaligacha qaytaradi. Simob va uning birikmalarining qaytarilishi uchun temir sulfid, natriy borgidrid, natriy gidrosulfid, gidrazin, temir kukuni, vodorod sulfid qo'llaniladi.

Oqova suv tarkibida mishyakning kislorodli birikmalari, shuningdek, anion ko'rinishidagi tiosollar  $\text{AsS}_2^-$ ,  $\text{AsS}_3^{3-}$  bo'ladi. Oqova suv tarkibidan mishyak ionlarini yo'qotish uchun uni qiyin eruvchan birikmalar ko'rinishida cho'ktirish kerak.

Oqova suvlardan olti valentli xromli moddalarni tozalash uchun uni uch valentligacha qaytarib, ishqoriy muhitda gidroksid ko'rinishida cho'ktiriladi. Qaytaruvchilar sifatida faollangan ko'mir, temir sulfat, natriy biosulfat, vodorod, oltingugurt qo'sh oksidi, organik modda chiqindilari va boshqalar ishlatiladi. Amaliyotda natriy gidrosulfit (biosulfit) eritmasidan foydalaniladi:

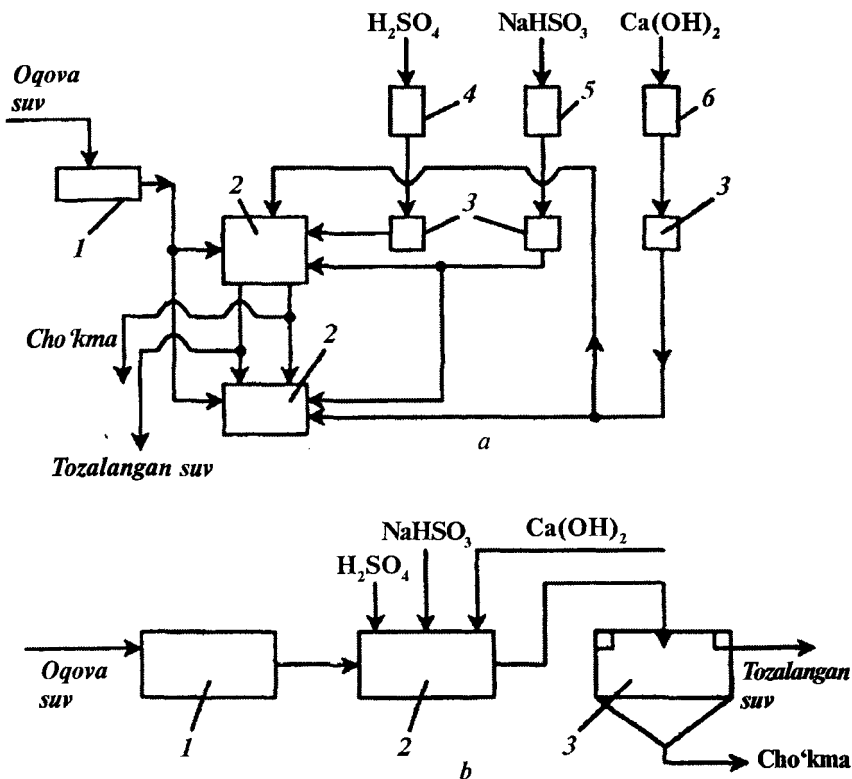


Reaksiya  $\text{pH}=3-4$  va ko'p miqdordagi sulfat kislotaga ishtirokida tez boradi. Uch valentli xromni cho'ktirish uchun ishqoriy reagentlar  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$  ishlatiladi. Cho'ktirish uchun  $\text{pH}$  ning optimal ko'rsatkichi  $8-9,5$  dir.



Tozalash davriy va uzluksiz qurilmalarda olib boriladi. Davriy qurilmalarda (5.10-rasm, *a*) oqova suvlar yig'gichdan nasos yordamida reaktorga beriladi. Oqova suvdagi  $\text{pH}>3$  bo'lganda reaktorga eritma  $\text{pH}$  i  $2,5-3$  bo'lguncha sulfat kislotaga, so'ngra natriy bisulfit qo'shiladi va 30 daqiqa aralashtiriladi. Keyin eritmaga ishqor hamda poliakrilamid qo'shib, cho'kmaga tushiriladi va reaktordan chiqarib yuboriladi.

Uzluksiz ishlovchi qurilmalarda (5.10-rasm, *b*) oqova suv avval o'rtalashtirgichga, so'ngra aralashtirgich va neytralizatorga tushadi. O'rtalashtirgichda suv  $10-20$  daqiqa bo'ladi. Bisulfit eritmasini aralashtirgichga  $\text{pH}=2,5-3$  ga yetguncha qo'shiladi. Aralashtirgichga kalsiy gidroksid (ohakli suv) yoki  $\text{pH}=8-9$  bo'lishi

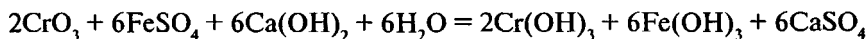
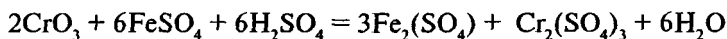


5.10-rasm. Xromni qaytarish qurilmasining chizmasi:

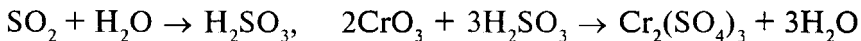
*a*—davriy harakatli: 1—yig'uvchi; 2—reaktorlar; 3—o'lichagich reaktorlar uchun sig'imlar; 4-6 — reagentlar uchun sig'imlar; *b* —uzluksiz harakatli: 1—me'yorlashtirgich; 2—aralash tirgich; 3—neytrallashtirish va tindirish uchun idish.

uchun NaOH qo'shiladi. Zararsizlantirish jarayoni 30 min davom etadi. Neytralizatorda hosil bo'lgan cho'kma asta-sekin zichlashadi va zararsiz holdagi cho'kindiga aylanadi. Cho'kma tushishini tezlashtirish maqsadida eritmaga poliakrilamid qo'shiladi.

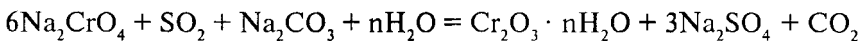
Bunda qaytaruvchi sifatida temir sulfat  $\text{FeSO}_4$  ishlatilganda yaxshi natijalar beradi. Jarayonni kislotali va ishqoriy muhitda olib borish mumkin.



Temir sulfat sarfi pH muhitiga va xrom konsentratsiyasiga bog‘liq. Jarayon harorat  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH} \approx 7$  va  $\text{FeSO}_4$  ning sarfi stexiometrik ko‘rsatkichdan 1,3 marta ko‘p bo‘lganda boradi. Olingugurt dioksidi bilan qaytarish quyidagicha boradi:



$\text{Cr(VI)}$  ning to‘liq qaytarilishi uchun ketadigan vaqt xromning suvdagi miqdoriga bog‘liq. Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ishtirokida oqova suv tarkibidagi xrom undan to‘liq ajraladi.



Qaytarilish jarayoni  $90^{\circ}\text{C}$  da olib boriladi. Filtrlash orqali cho‘kma ajratib olingach, oqova suv tarkibida faqat natriy sulfat qoladi. Cho‘kmadan xrom oksidini ajratib olish uchun yuqori temperaturada qizdiriladi. Qaytaruvchilar sifatida rux gidrosulfat yoki uning ohak bilan aralashmasi, shuningdek, fosforli birikmalar, tabiiy gaz, ammiak, vodorod ishlatiladi.  $\text{Cr(VI)}$  ni erimaydigan birikmalar ko‘rinishida bariy asetat ishtirokida ham olish mumkin. Bu holatda xrom bariy xromat ko‘rinishida cho‘kadi. Bu usulning afzalligi oqova suvlarni bir vaqtning o‘zida  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlaridan ham tozalash mumkin bo‘ladi.

#### 5.4. Oqova suvlarni og‘ir metall ionlaridan tozalash

Sanoatning ko‘pgina tarmoqlarida simob, xrom, kadmiy, rux, qo‘rg‘oshin, mis, nikel, mishyakning turli birikmalari va boshqa moddalar qayta ishlanadi yoki qo‘llanadi. Buning natijasida oqova suvlar ularning qoldiqlari bilan ifloslanadi.

Oqova suv tarkibidan bu moddalarni ajratib olishda tozalashning reagent usuli ko‘proq ishlatiladi. Bu usulning mohiyati turli reagentlar qo‘shib, oqova suv tarkibidagi eriydigan moddalarni erimaydigan holatga o‘tkazib, ularni cho‘kma ko‘rinishida suv tarkibidan ajratishdir. Reagent tozalash usulining kamchiligi cho‘kmalar bilan birga qimmatbaho moddalar ham yo‘qotiladi.

Oqova suv tarkibidagi og‘ir metall ionlarini ajratib olishda reagentlar sifatida kalsiy gidroksid  $\text{Ca(OH)}_2$ , natriy gidroksid  $\text{NaOH}$ , natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , natriy sulfid  $\text{Na}_2\text{S}$ , turli



chiqindilar, masalan, tarkibida (%) CaO—51,3; MgO—9,2; SiO<sub>2</sub>—27,4; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—4,13; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—7,2; FeO—0,73 bo'lgan ferroxrom shlaki qo'llaniladi.

Bu reagentlar ichida kalsiy gidroksiddan ko'proq foydalaniladi. Metallarni cho'ktirish gidroksid ko'rinishida olib boriladi. Bunda jarayon pH i har xil bo'lishi mumkin.

Turli metallar gidroksidlarining cho'kmaga tusha boshlashi va to'liq cho'kishga mos keluvchi pH qiymati metallarning xossasi, eritmadagi konsentratsiyasi, temperatura va eritmadagi iflosliklar miqdoriga bog'liq. Masalan, ikki yoki bir necha metall ionlarining  $\text{pH}=\text{const}$  bo'lganida birgalikda cho'ktirilishi ularni alohida cho'ktirilganidan ko'ra yaxshi natija beradi. Bunda aralash kristallar hosil bo'ladi va qattiq faza yuzasida metall ionlarining adsorbsiyasi vujudga kelib, ba'zi metall ionlarini to'liq tozalash imkoni tug'iladi.

**Oqova suvlarni simob birikmalaridan tozalash.** Simob va uning birikmalari bilan ifloslangan oqova suv xlor va o'yuvchi natriy ishlab chiqarish sanoatida, simob elektrodleri qo'llaniladigan elektroliz jarayonlarida, simob ishlab chiqaruvchi zavodlarda, ba'zi galvanik elementlar ishlab chiqarishda, bo'yovchi moddalar tayyorlashda, simobni katalizatorlar sifatida qo'llovchi sanoatda hosil bo'ladi.

Sanoat oqova suvlarida simob metali, uning anorganik va organik birikmalari bo'lishi mumkin. Simobning anorganik birikmalariga: oksidi — HgO, xloridi (sulema) — HgCl<sub>2</sub>; sufati — HgSO<sub>4</sub>; sulfidi (kinovar) — HgS, nitrati — Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; tiosianati — Hg(NCS)<sub>2</sub>; sianati — Hg(OCN)<sub>2</sub>; sianidi — Hg(CN)<sub>2</sub> kiradi. Anorganik birikmalarda simob Hg<sup>2+</sup> ioni zaharli, shu sababli yaxshi eriydigan va oson dissotsilanadigan tuzlari inson salomatligi uchun xavfli hisoblanadi.

Simobning organik birikmalari zaharli ximikatlar sifatida metallorganik birikmalarni sintez qilishda, plastik materiallarni, qog'ozli massa, to'qimachilik mahsulotlari, kazein yelimlarini mog'or zamburug'laridan himoyalashda ishlatiladi. Organik birikmalari juda zaharli. Anorganik birikmalardan farq qilib, ularning simob ionlariga reaksiya bermaydi. Simobning suv havzalaridagi ChMMsi 0,005 mg/l dir.

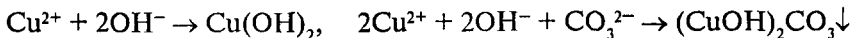
Simob metali oqova suv tarkibidan cho'ktirish yoki filtrlash hisobiga tozalanadi. Filtratdan o'tgan yoki cho'kib ulgurmagan zarrachalar xlor yoki NaOCl bilan HgCl<sub>2</sub> gacha oksidlanadi. So'ngra ularni ajratib olish va erkin xlor qoldiqlariga bog'lash maqsadida qaytaruvchilar (NaHSO<sub>4</sub> yoki Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) qo'shiladi. Hosil bo'lgan simob sulfidni temir xlorid bilan koagullanadi va natriy sulfid yordamida cho'ktirib olinadi.

Oqova suv tarkibidan simobni ajratish uchun qaytarish usulidan foydalaniladi. Bunda qaytaruvchilar sifatida temir sulfid, natriy gidrosulfid, gidrazin, temir kukuni ishlatiladi. Suvda erigan simob birikmalarini qiyin eruvchan simob sulfidlariga aylantirib cho'ktirish keng tarqalgan usullardandir. Buning uchun oqova suvga avval natriy sulfid qo'shiladi, so'ngra natriy, kaliy, kalsiy va magniy xlorid bilan ishlov beriladi yoki 0,1 g/l miqdorda magniy sulfit qo'shiladi. Bu sharoitda simob sulfidi granula holatida cho'kmaga tushiriladi va vakuum-filtr yoki filtr presslar yordamida ajratiladi. Suvdagi HgS ning eruvchanlik ko'paytmasi  $1,6 \cdot 10^{-52}$  bo'lib, eritmadagi qoldiq konsentratsiyaga mos keladi, u esa  $2,5 \cdot 10^{-21}$  mg/l ga teng. Oqova suvdagi simobni cho'ktirish usulidan tashqari sorbsion usulda ham tozalanadi. Masalan, oqova suv tarkibida Zn, Cu, Ni, Co, Hg, Cd metallari bo'lsa, bunday suvga Ca(OH)<sub>2</sub> yoki NaOH qo'shilganda bu metallarning ionlari qiyin eruvchan birikmalar hosil qiladi. Zn, Cu, Hg kabi og'ir metallar ionlari oqova suvda cho'kma hosil qiladi. Hosil bo'lgan cho'kma ajratib olinadi. Ni esa eritmadan qiyin eruvchi birikma holatida ajraladi. Og'ir metallar ionlarining gidroksid va sulfidlari barqaror kolloid sistemalar hosil qiladi. Cho'kish jarayonini tezlatish uchun oqova suvga koagulant yoki flokulant qo'shiladi.

**Oqova suvni rux, mis, nikel, qo'rg'oshin, kadmiy, kobalt birikmalaridan tozalash.** Ushbu metallarning tuzlari tog'-boyitish fabrikalari, gidrometallurgiya, mashinasozlik, metallarni qayta ishlash, kimyo-farmatsevtika, lok-bo'yoq, to'qimachilik va boshqa korxonalar oqova suvlarida bo'ladi. Kislotali suvlarni kalsiy oksidi va natriy gidroksidi bilan qayta ishlashda oqova suvlardagi og'ir metall ionlari qiyin eriydigan birikmalar holatiga o'tadi. Eritmadagi tuz tarkibi pH muhitga bog'liq. pH=7 da ZnSO<sub>4</sub> · 3Zn(OH)<sub>2</sub> tarkibli

ruх gidroksid-sulfati cho'kadi, pH ni 8,8 ga yetkazilganda cho'kmaning tarkibi  $ZnSO_4 \cdot 5Zn(OH)_2$  formulaga mos keladi.

Oqova suvlarni mis ionlaridan tozalash uni gidroksid yoki gidroksid-karbonat ko'rinishida cho'ktirish bilan bog'liq:

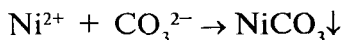
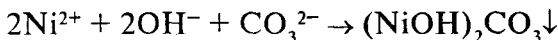
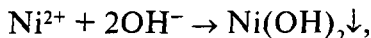


Mis gidroksidlarining cho'kishi pH=5,3 da ro'y beradi.

Oqova suvlardagi mis ionlarini kaliy ferrosianid yordamida ham cho'ktirish mumkin.

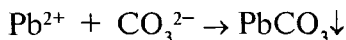
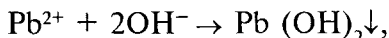
Oqova suvlar tarkibidagi mis va kadmiyni yo'qotish uchun oltingugurt dioksidi, sulfitlar yoki kukunsimon metallar, masalan, ruх yoki temir bilan qaytarish jarayoni ishlab chiqilgan. Bunda metall sulfidlari sulfidlargacha qaytariladi. Bu jarayon pH=2 da va oqova suv harorati 50°C bo'lganda olib borilsa, oqova suvning tozalanish darajasi yuqori bo'ladi.

Oqova suvdagi nikelni tozalash uchun uni eritmadan qiyin eriydigan birikma holiga o'tkaziladi va filtrlab ajratib olinadi:



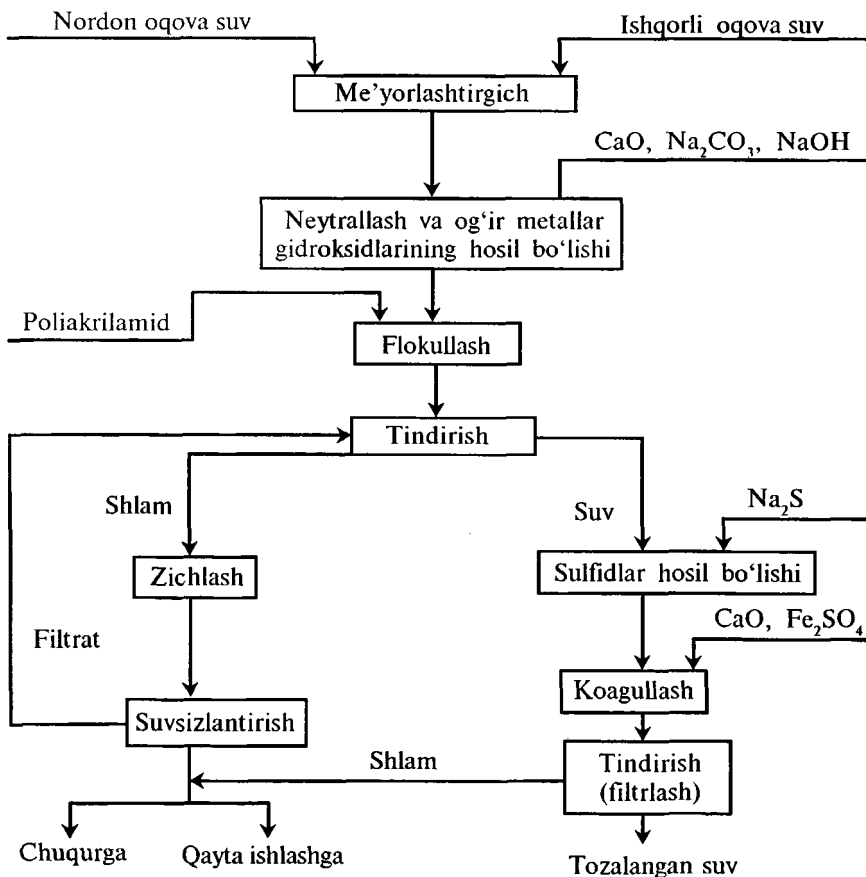
Nikel gidroksid pH=6,7 bo'lganda cho'ka boshlaydi.

Eritma tarkibidagi qo'rg'oshin kationlari qiyin eriydigan birikmalar holida cho'kmaga tushadi:

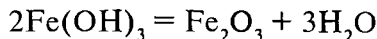


Qo'rg'oshin gidroksid cho'kmasi pH=6,0 da hosil bo'ladi. pH>7 bo'lganda oqova suvdagi nikel ionlarining tozalanish samaradorligi keskin oshadi, chunki bunda gidroksid-ionlar va karbonat-ionlari paydo bo'lishi bilan birga qo'rg'oshin gidrokso-karbonat ham hosil bo'ladi. pH=9,5 da oqova suvni tozalash samaradorligi eng yuqori bo'ladi.

**Temir tuzlaridan tozalash.** Tabiiy suv tarkibida temir 0,01 dan 26 mg/l gacha bo'radi. Suv havzalarida temirning ChMM si 0,5 mg/l dir. Oqova suvni temirdan tozalash uchun aeratsiya, reagent, elektrdializ, adsorbsiya va teskari osmos usullari qo'llaniladi. Aeratsiya usulida 2 valentli temir tuzi 3 valentlikka oksidlanadi. Aeratsiya ventilatsion sovitgichda olib boriladi. Shundan so'ng cho'kmani ajratib olish uchun filtrlash, cho'ktirish usuli qo'llaniladi. Temir gidroksidi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  cho'kishi jarayonida amfoter cho'kma  $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$  hosil qiladi.



5.11-rasm. Oqova suvlarni og'ir metallar ionlaridan tozalashning reagent usuli.



Oqova suvni xlor, ozon yordamida ham temirdan tozalash mumkin.

Oqova suvlarni og'ir metall ionlaridan reagent usulida tozalash 5.11-rasmda keltirilgan. Ushbu usulning kamchiligi ko'p miqdordagi qiyin suvsizlanadigan shlakning hosil bo'lishidir. Bundan tashqari, tozalangan suvda ko'p miqdorda kalsiy tuzlari bo'ladi. Shuning uchun uni aylanma suv ta'minotida ishlatish qiyin. Shu sababli ham tindirishdan so'ng suvga ketma-ket kalsiy xlorid va soda qo'shiladi. Bunda metall karbonatlari kalsiy karbonati bilan birga cho'kishi yuz beradi. Hosil bo'lgan kristall cho'kmalar oz miqdorni tashkil qiladi va oson suvsizlanadi. Shunday qilib bir vaqtning o'zida suvning yumshatilishi ham amalga oshadi, bu esa suvni aylanma suv ta'minotida ishlatish imkonini beradi.



### *Savol va topshiriqlar*

1. Oqova suvlarni tozalashda neytrallash jarayonining afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
2. Kislotali suvlarni neytrallash uchun qanday reagentlar ishlatiladi?
3. Oqova suvlarni kimyoviy oksidlashda qanday reagentlar qo'llaniladi?
4. Ozonlash jarayonida qanday qurilmalardan foydalaniladi?
5. Oqova suvlardagi og'ir metall ionlarini reagent usulda tozalashning kamchiliklarini aytib bering.
6. Oqova suv simob birikmalaridan qaysi usullar yordamida tozalanadi?

## OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING BIOKIMYOVIY USULLARI

### 6.1. Biokimyoviy tozalash usulining mohiyati va faol loyqa tarkibi

Biokimyoviy tozalash usullari maishiy-xo'jalik va sanoat oqova suvlarini erigan organik va anorganik moddalar (vodorod sulfid, sulfidlar, ammiak, nitritlar) dan tozalashda qo'llaniladi. Tozalash jarayoni mikroorganizmlarning ushbu moddalarni o'z hayoti faoliyatida ozuqa sifatida foydalanishiga asoslangan, chunki organik moddalar mikroorganizmlar uchun uglerod manbayi hisoblanadi.

Mikroorganizmlar organik moddalar bilan ta'sirlashib, ularni qisman parchalaydi, suv, uglerod dioksidi, nitrit, sulfat ionlari va boshqa moddalarga aylantiradi. Organik moddalarning qolgan qismi biomassa hosil qilishga sarflanadi. Organik moddalarning parchalanishi *biokimyoviy oksidlanish* deb ataladi.

*Biokimyoviy ko'rsatkichlar.* Biokimyoviy tozalashga berilayotgan oqova suvlar KBBE va KBKE kattaliklari bilan tavsiflanadi. KBBE — kislorodga bo'lgan biokimyoviy ehtiyoj, ya'ni ma'lum vaqt (2, 5, 8, 10, 20 sutka) davomida organik moddalarni biokimyoviy oksidlanishi uchun sarflangan kislorod miqdori. Masalan,  $KBBE_5$  — 5 sutka davomida kislorodga bo'lgan kimyoviy ehtiyoj,  $KBBE_{to'liq}$  — nitrolash jarayoni boshlangunga qadar kislorodga bo'lgan to'liq biokimyoviy ehtiyoj. KBKE — kislorodga bo'lgan kimyoviy ehtiyoj, ya'ni suv tarkibidagi barcha qaytaruvchilarning oksidlanishi uchun zarur bo'lgan oksidlovchining miqdoriga ekvivalent bo'lgan kislorod miqdori. Ushbu ko'rsatkichlar 1 mg modda uchun  $O_2$  ning mg miqdorlarida ifodalanadi.

Mikroorganizmlarning faolligi deganda oqova suv tarkibidagi organik moddalarni parchalash bilan bog'liq bo'lgan biokimyoviy faoliyat tushuniladi.

Biokimyoviy oksidlanish  $KBBE_{to'liq}/KBKE$  bog'liqligidagi biokimyoviy ko'rsatkich bo'yicha ham tavsiflanishi mumkin. Uning miqdori turli gruppadagi oqova suvlar uchun ma'lum oraliqda o'zgarib turadi: sanoat oqova suvlari quyi 0,05...0,3, maishiy oqova suvlar esa 0,5 dan yuqori biokimyoviy ko'rsatkichga ega. Iflosliklar konsentratsiyasi va zaharliliigi bo'yicha sanoat oqova suvlari-ning biokimyoviy ko'rsatkichi to'rt gruppaga bo'linadi.

I gruppaga oqova suvlarining biokimyoviy ko'rsatkichi 0,2 dan yuqori. Bu gruppaga oziq-ovqat sanoati oqova suvlari kiradi. Bu gruppaga oqova suvlarining organik ifloslantiruvchilari mikroblar uchun zaharsizdir.

II gruppaga oqova suvlari 0,10—0,02 oralig'idagi biokimyoviy ko'rsatkichga ega. Bu gruppaga kokslash, koks-kimyoy, soda korxonalarida oqova suvlari kiradi. Ushbu gruppaga oqova suvlari mexanik tozalashdan so'ng biokimyoviy tozalashga beriladi.

III gruppaga oqova suvlarining biokimyoviy ko'rsatkichi 0,01—0,001. Gruppaga sulfidlash, xlrlash, yog' va sirt faol moddalar, sulfat kislotasi ishlab chiqarish, qora metallurgiya, og'ir mashinasozlik korxonalarida oqova suvlari kiradi. Ular mexanik va fizik-kimyoviy tozalashdan so'ng biokimyoviy tozalashga beriladi.

IV gruppaga oqova suvlari 0,001 dan kichik biokimyoviy ko'rsatkichga ega. Bu gruppaga oqova suvlari asosan muallaq zarrachalar bilan ifloslanadi. Ularga ko'mir va rudalarni boyitish fabrikalari oqova suvlari kiradi. Bunday suvni tozalash uchun mexanik usuldan foydalaniladi.

I va II gruppaga oqova suvlarini tozalab, suv ta'minotining aylanma tizimida qayta ishlatish mumkin. III gruppaga oqova suvlari davriy hosil bo'ladi va undagi iflosliklarning konsentratsiyasi o'zgarib turadi. U suvda eruvchan moddalar bilan ifloslanadi. Bu gruppaga suvlarini suv ta'minotining aylanma harakatida qayta ishlatib bo'lmaydi.

$KBBE/KBKE \cdot 100\% = 50\%$  nisbatda moddalar biokimyoviy oksidlanishga beriladi. Bunday holatda oqova suv tarkibida zaharli moddalar va og'ir metall tuzlarining aralashmalari bo'lmashligi lozim. Biokimyoviy ko'rsatkich oqova suvlarni tozalash uchun sanoat inshootlarini hisoblash va ekspulatsiya qilish uchun zarur.

Oqova suvlarni biokimyoviy tozalashning *aerob va anaerob usullari* ma'lum. Aerob usul hayot faoliyati uchun doimiy kislorod oqimi va 20—40°C harorat zurrur bo'lgan aerob grupp mikroorganizmlarini qo'llashga asoslangan. Oqova suvlarni aerob tozalashda mikroorganizmlar faol loyqa yoki bioplyonkada yetishtiriladi. Anaerob tozalash usullari kislorod ishtirokisiz borib, asosan cho'kmalarni zararsizlantirishda qo'llaniladi.

**Faol loyqa** tirik organizmlar va qattiq substratdan tashkil topgan. Tirik organizmlar bakteriyalar to'plami va yakka bakteriyalar, sodda chuvalchanglar, mog'or zamburug'lari, achitqi, aktinomisetlar va ayrim hollarda qisqichbaqa hamda hasharotlar lichinkalari, shuningdek, suv o'tlari va boshqalar yig'indisidan iborat. Faol loyqada hayot kechiruvchi barcha tirik organizmlarning majmuasi *biosenoz* deb ataladi. Bunday biosenoz mikroorganizmlar va sodda hayvonlarning 12 turidan iborat bo'ladi.

Faol loyqadagi yig'ilgan bakteriyalar shilliq qatlam (kapsullar) bilan o'ralgan. Bunday yig'ilmalar *zoogleya* deb ataladi. Ular loyqaning strukturasi yaxshilanishiga, cho'kishi va zichlashishiga yordam beradi. Shilliq moddalar tarkibida ipsimon bakteriyalarni yo'q qiluvchi antibiotiklari mavjud bo'ladi. Shilliq qatlamdan ajralgan bakteriyalar iflosliklarni juda sekin oksidlaydi.

Faol loyqa — pH=4—9 muhitda manfiy zaryadli bo'lgan amfoter kolloid sistemadir. Oqova suvlarning sezilarli darajadagi farqlanishiga qaramay, faol loyqaning elementar kimyoviy tarkibi birbiriga yaqin. Masalan, koks-kimyozavod oqova suvlarini tozalash tizimlaridagi faol loyqaning kimyoviy tarkibi  $C_{97}H_{199}O_{53}N_{28}S_2$ ; azotli o'g'itlar ishlab chiqarish oqova suvlarini tozalash tizimlarida  $C_{90}H_{167}O_{52}N_{24}S_8$  va shahar oqova suvlarini tozalash tizimlarida esa  $C_{54}H_{212}O_{82}N_8S_7$ .

Faol loyqaning quruq moddasi 70—90% organik va 30—10% anorganik moddalardan iborat. Faol loyqada mikroorganizmlarning turli gruppalari joylashadi. Bunday gruppalarning vujudga kelishi oqova suv tarkibi, ulardagi kislorodning miqdori, temperatura, muhit reaksiyasi, tuz miqdori, oksidlanish-qaytarilish potentsiali va boshqa omillarga bog'liq. Ekologik gruppalar bo'yicha mikroorganizmlar aerob va anaeroblarga, termofil va



mezofillarga, galofil va galofoblarga ajratiladi. Sanoat oqova suvlari tozalashda aerob mikroblardan keng foydalaniladi.

Faol loyqaning sifati uning cho'kish tezligi va oqova suvlarni tozalash darajasi bilan aniqlanadi. Yirik loyqalar maydalariga nisbatan tez cho'kadi. Loyqaning holati loyqa indeksi bilan tavsiflanadi. U faol loyqa cho'kkan qismi hajmini 30 daqiqa davomida indirishdan so'ng qurigan cho'kma massasiga (grammlarda) bog'liqligini ko'rsatadi.

## 6.2. Oqova suvni tabiiy sharoitda tozalash

Biokimyoviy tozalashning aerob jarayoni tabiiy sharoitda va sun'iy inshootlarda o'tkaziladi. Oqova suvni tabiiy sharoitda tozalash ishlari obodonlashtirish va filtrlash maydonlarida hamda biologik havzalarda olib boriladi. Sun'iy inshootlarga aerotenk va turli tuzilishdagi biofiltrlar kiradi. Inshoot turi korxonaning joylashgan maydonini, sharoitini, suv ta'minoti manbalarini, sanoat va maishiy oqova suvlar hajmini, iflosliklar konsentratsiyasi va tarkibini hisobga olgan holda tanlanadi. Oqova suvni sun'iy inshootlarda tozalash jarayoni tabiiy sharoitlarga nisbatan juda katta tezlikda boradi.

**Obodonlashtirish maydoni.** Bu bir vaqtda oqova suvni tozalash va agrosanoat maqsadlari uchun foydalaniladigan maxsus tayyorlangan yer uchastkasidir. Bunday sharoitda oqova suvlarni tozalash quyosh va havo harakati, o'simliklarning hayot faoliyati ta'sirida boradi. Obodonlashtirish maydonlarida bakteriya, aktinomisetalar, achitqilar, suv o'tlari, sodda va umurtqasiz hayvonlar bo'ladi. Oqova suv tarkibida asosan bakteriyalar uchraydi. Tuproqning faol qatlamidagi aralashgan biosenozlarida simbiotik va raqobat tartibdagi mikroorganizmlarning o'zaro murakkab ta'siri vujudga keladi. Mikroorganizmlarning miqdori yil fasllariga bog'liq. Ular qishda yozdagiga qaraganda kamroq bo'ladi.

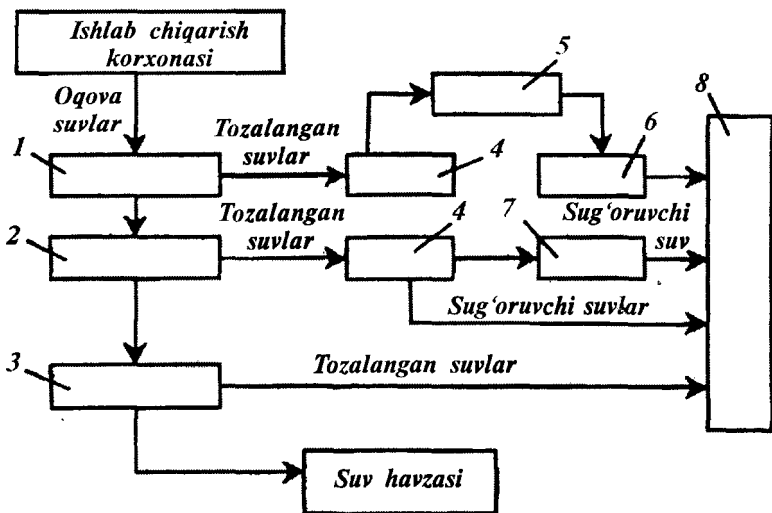
Agar yer maydoniga qishloq xo'jalik ekinlari ekilmasa va ular oqova suvni biologik tozalash uchun mo'ljallangan bo'lsa, bunday maydonlar *filtrlash maydonlari* deyiladi. Obodonlashtirish maydonidagi yerlarning oqova suvi biologik tozalangandan so'ng

o'g'itlari boshqali o'simliklar, turli xil sabzavotlar, shuningdek, daraxtlar ko'kartirish maqsadlarida ishlatiladi. Obodonlashtirish maydonlari aerotenklarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: 1) moddiy va ish kuchi sarfi kamayadi; 2) oqova suvni obodonlashtirish maydonlaridan tashqariga tashlanmaydi; 3) qishloq xo'jaligi o'simliklaridan yuqori va barqaror hosil olish ta'minlanadi; 4) qishloq xo'jaligi uchun kamhosil yerlar jalb qilinadi.

Tozalashning biologik jarayonida oqova suv tuproqning filtrlovchi qatlamidan o'tadi va u yerda muallaq hamda kolloid zarrachalar ushlab qolinadi, tuproq g'ovaklarida mikroblar plyonkalar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan plyonka kolloid zarracha va oqova suvlarda erigan moddalarni adsorbtsiyalaydi. Havodan g'ovaklarga kirgan kislorod organik moddalarni mineral birikmalarga aylantirib, oksidlaydi. Tuproqning chuqur qatlamlariga kislorodning kirishi qiyin. Shuning uchun tuproqning yuqori qatlamida (0,2—0,4 m) oksidlanish yaxshi boradi. Tuproq qatlamlarida kislorod yetishmaganda tuproq qatlamlarida anaerob jarayon ustunlik qiladi. Shu sababli ham obodonlashtirish maydonlarini qum, qora tuproqli yerlarda barpo qilish kerak.

Oqova suvni bir vaqtning o'zida ham sug'orish, ham o'g'it sifatida ishlatib tozalash 3 variantda olib borilishi mumkin: 1) mexanik tozalashdan so'ng oqova suvlar suv to'plovchi havzalarga, so'ng kanal bo'ylab bug'latuvchi havzalarga va obodonlashtirish maydoniga tushadi; 2) fizik-kimyoviy tozalashdan so'ng oqova suv biologik havzaga, so'ngra obodonlashtirish maydoniga yoki avval filtrlash maydoni, keyin esa obodonlashtirish maydoniga tushadi; 3) mexanik, fizik-kimyoviy, biokimyoviy tozalashdan so'ng oqova suv obodonlashtirish maydoniga yo'naltiriladi, sug'orilmaydigan davrda oqova suv suv havzalariga tashlanadi (6.1- rasm).

**Biologik havzalar** 3—5 bosqichdan iborat bo'lib, undan biologik tozalangan yoki tiniqlashgan suv sekinlik bilan o'tadi. Havzalar biologik tozalash va oqova suvni boshqa tozalash inshootlari bilan birga oxirigacha tozalashga mo'ljallangan. Bundan tashqari, tabiiy yoki sun'iy aeratsiyali havzalar ham bor. Tabiiy aeratsiyali havza 0,5—1 m chuqurlikka ega, quyoshda yaxshi qiziydi va unda suv organizmlari mavjud.



6.1-rasm. Oqova suvni biologik tabiiy tozalash usullari:

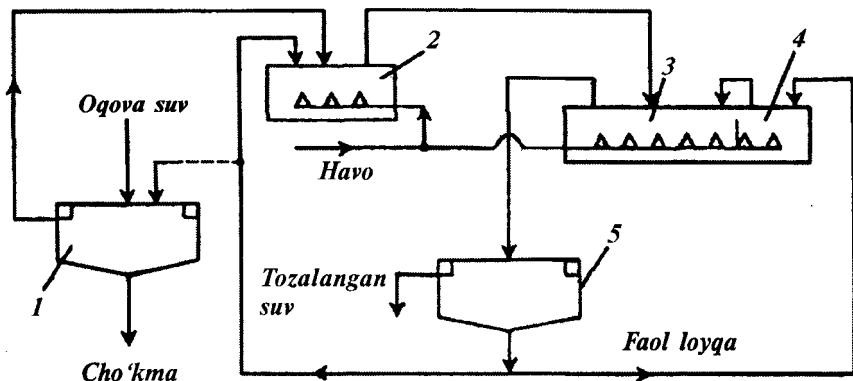
1—mexanik tozalash inshooti; 2—fizik-kimyoviy tozalash inshooti;  
 3—biokimyoviy tozalash qurilmasi; 4—biologik havzalar; 5—chiqaruvchi kanal; 6—bug'latuvchi havza; 7—filtrlash maydoni; 8—obodonlashtirish yer maydonlari.

Bakteriyalar fotosintez jarayonida suv o'tlari tomonidan ajralgan kislorodni, shuningdek, havodagi kislorodni iflosliklarni oksidlash uchun sarflaydi. Suv o'tlari, o'z navbatida, organik moddalarni biokimyoviy parchalashda hosil bo'ladigan karbonat anhidridi, fosfatlar va amoniyli azotni iste'mol qiladi. Qish vaqtida havzalar ishlamaydi.

### 6.3. Oqova suvni sun'iy tozalash inshootida tozalash

Oqova suvni sun'iy sharoitda tozalash aerotenk yoki biofiltrlarda olib boriladi.

**Aerotenklarda tozalash.** Temir-betonli aeratsiyalanadigan rezervuar aerotenk deyiladi. Aerotenkda tozalash jarayoni oqova suv va faol loyqaning aeratsiyalangan aralashmasining o'tishi bilan boradi (6.2- rasm). Aeratsiya suvning kislorod bilan to'yinishi va faol loyqani muallaq holatda ushlab turish uchun kerak.



6.2- rasm. Biologik usulda oqova suvlarni tozalash chizmasi:  
 1—birlamchi tindirgich; 2—aerator-oladi; 3—aerotenk; 4—regenerator;  
 5—ikkilamchi tindirgich.

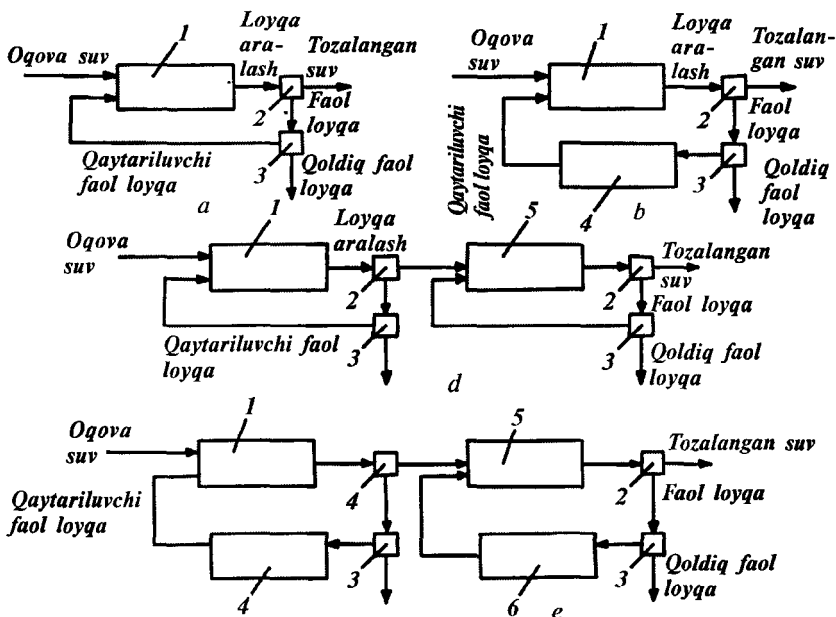
Oqova suv tindirgichga yo'naltiriladi, u yerda muallaq zarrachalarning cho'kishini yaxshilash uchun faol loyqa qo'shiladi. So'ngra tiniqlashtrilgan suv me'yorlagichga keladi. Bu yerga ikkilamchi tindirgichdan o'tgan bir qism faol loyqa ham tushadi. Bu yerda oqova suv havo yordamida qisman (15—20 daqiqa) aeratsiyalanadi. Zarurat bo'lsa me'yorlagichga neytrallovchi oziqlantiruvchi qo'shimcha moddalar kiritiladi. Me'yorlagichdan o'tgan oqova suv aerotenkka beriladi.

Aerotenkdagi biokimyoviy jarayonlarni 2 bosqichga bo'lish mumkin: 1) organik moddalarning faol loyqaning yuzasiga adsorbsiyasi va kislorod ishtirokida yengil oksidlanuvchi moddalarning minerallanishi; 2) sekin oksidlanuvchi organik moddalar oksidlanishining oxiriga yetishi va faol loyqaning regeneratsiyasi. Bu bosqichda kislorod kamroq sarf bo'ladi.

Aerotenk 2 qismga: regenerator (umumiy hajmning 25% ini tashkil etadi) va tozalash jarayoni boradigan asosiy aerotenkka bo'linadi.

Aerotenk bu ochiq havza bo'lib, u aeratsiya uchun qurilmalar bilan jihozlangan. Ular 2, 3 va 4 koridorli bo'ladi. Aerotenkning chuqurligi 2—5 m gacha yetadi.

Aerotenk quyidagi xususiyatlariga ko'ra ajratiladi:



6.3-rasm. Oqova suvlarni aerotenklerde tozalashning asosiy chizmasi: a—bir bosqichli regeneratsiyasiz aerotenkli tozalash sxemasi; b — bir bosqichli regeneratsiyali aerotenkli tozalash sxemasi; d—ikki bosqichli regeneratsiyasiz aerotenkli tozalash sxemasi; e—ikki bosqichli regeneratsiyali aerotenkli tozalash sxemasi; 1—aerotenklar; 2—tindirgichlar; 3—loyqa uchun nasoslar stansiyasi; 4 — I bosqichli regeneratorlar; 5 — II bosqichli aerotenkler; 6 — II bosqichli regenerator.

1) *gidrodinamik ish rejimi bo'yicha* — siquvchi, aralashtiruvchi va oraliq ko'rinishdagi aerotenkler;

2) *faol loyqaning regeneratsiyalash qobiliyatiga ko'ra* — alohida regeneratsiyalovchi va ayrim birikmalarni regeneratsiyalovchi aerotenkler;

3) *faol loyqaga yuklamasi bo'yicha* — yuqori yuklamali (to'liq bo'lmagan tozalash uchun), oddiy va kam yuklamali (uzaytirilgan aeratsiya bilan) aerotenkler;

4) *bosqichlar miqdori bo'yicha* — bir, ikki, va ko'pbosqichli aerotenkler;

5) *suvning kiritilish rejimi bo'yicha* — o'zgaruvchan ish darajasi va ta'sirlashish bilan to'g'ri oqovali va yarimoqovali aerotenkler;

6) *tuzilish ko'rsatkichlari bo'yicha ishlaydigan aerotenklar* bo'ladi.

Oqova suvlarni aerotenklarda tozalashning asosiy texnologik sxemalari 6.3- rasmda keltirilgan.

**Aeratsiya.** Kislorodning suvda eruvchanligi kam (harorat va bosimga bog'liq) bo'lganligi uchun uni kislorod bilan to'yintirishga ko'p miqdorda havo beriladi.

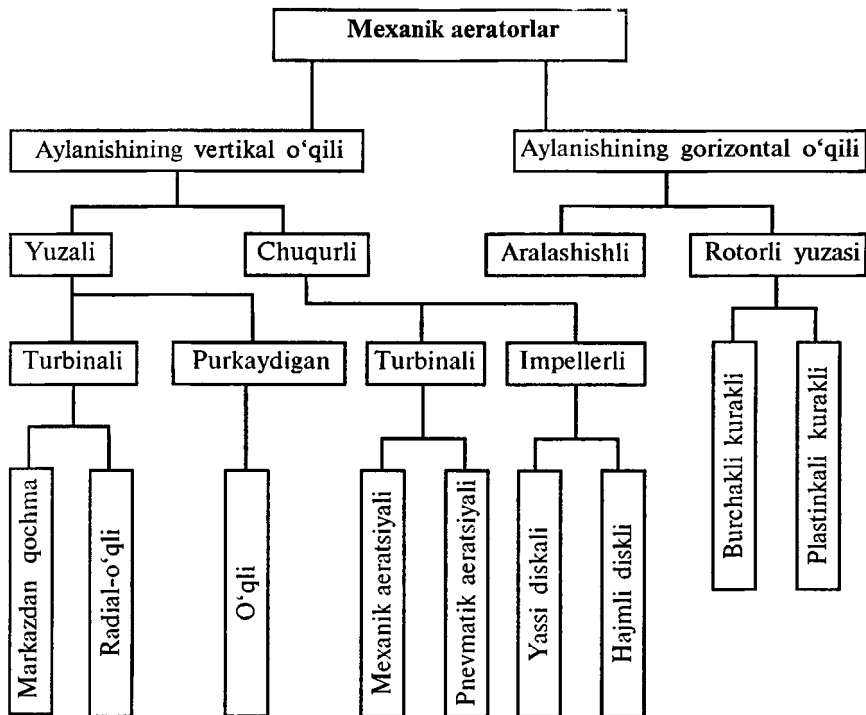
Aeratsiyada havo, oqova suv va faol loyqa orasida yuqori ta'sirlashish yuzasi ta'minlanishi kerak. Bu esa oqova suvni samarali tozalashning zaruriy sharti hisoblanadi. Amaliyotda oqova suvlarni aerotenklarda aeratsiyalashning pnevmatik, mexanik va pnev-momexanik usullari qo'llaniladi. Aeratsiya usulini tanlash aerotenk turi va aeratsiya tezligiga bog'liq.

Pnevmatik aeratsiyada siqilgan havo havopurkagich yordamida g'ovakli keramik plitalar orqali beriladi. Mexanik aeratsiyada suyuqliklar turli moslamalar yordamida aralashtiriladi. Bu qurilmalar yaqinida gaz pufakchalari hosil bo'ladi, ular yordamida kislorod oqova suvga o'tadi.

Aeratorlar vertikal va gorizontal aylanish o'qiga ega bo'lishi mumkin. Vertikal aylanish o'qli aeratorlar yuzali va chuqurli turlarga bo'linadi. Aeratsiya mexanizmi bo'yicha turbinali, impellerli va purkaydigan turlarga bo'linadi. Gorizontal aylanma o'qli aeratorlar yuzali (rotorli) va aralashishli turlarga bo'linadi. Mexanik aeratorlarning sinflanishi 6.4- rasmda ko'rsatilgan.

**Aerotenklar.** 6.5- rasm, *a* da ikkilamchi tindirgich bilan birlashtirilgan aerotenk-tindirgich sxemasi keltirilgan. Sxemada aeratsiya zonasida tindirish zonasidan ajratilgan. Oqova suv markazga beriladi. Tindirish zonasida faol loyqaning muallaq qatlami hosil bo'ladi va bu qatlam orqali oqova suv filtrlanadi. Qoldiq faol loyqa quvurlar orqali muallaq qatlam zonasidan chiqarib yuboriladi, qaytariladigan faol loyqa esa aeratsiya zonasiga kelib tushadi.

Aerotenk-tiniqlashtirgichda (6.5- rasm, *b*) oqova suv aeratsiya zonasiga kelib tushadi. Bu yerda faol loyqa bilan aralashadi va aeratsiyalanadi. So'ng aralashma derazalar orqali tiniqlashtirish va degazatsiya zonalariga beriladi. Tiniqlashtirish zonasida faol loyqaning muallaq qatlami hosil bo'ladi, bu qatlamdan loyqali aralashma

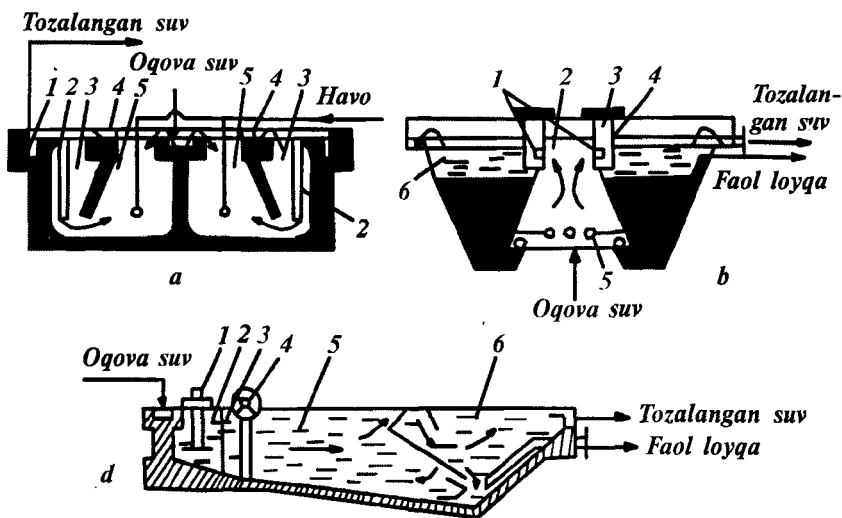


6.4-rasm. Mexanik aeratorlar sinflanishi.

filtrlanadi. Tozalangan suv tarnovlar orqali aerotenkdan chiqarib yuboriladi.

Ikki kamerali aerotenk-tindirgich (6.5-rasm, *d*) aerotenk tindirgichlarning bir turi hisoblanadi. Ularda aeratsiya zonasi vertikal teshikli panjara yordamida ikkita kameraga ajratiladi. Birinchi kamerada loyqali aralashmaning kislorod bilan to'yinishi va iflosliklarning faol loyqada yutilishi, ikkinchi kamerada esa yutilgan iflosliklarning oksidlanishi va faol loyqaning barqarorlashishi sodir bo'ladi.

**Biofiltrlarda tozalash.** Biofiltr — qobig'iga bo'lakli to'ldirgichlar (yuklama) joylashtirilgan, oqova suv va havo uchun taqsimlovchi moslamalar bo'lgan qurilma hisoblanadi. Biofiltrda oqova suv mikroorganizmlardan iborat plyonka bilan qoplangan yuklama qatlami orqali filtrlanadi. Bioplyonka mikroorganizmlari or-



6.5-rasm. Aeroteklar:

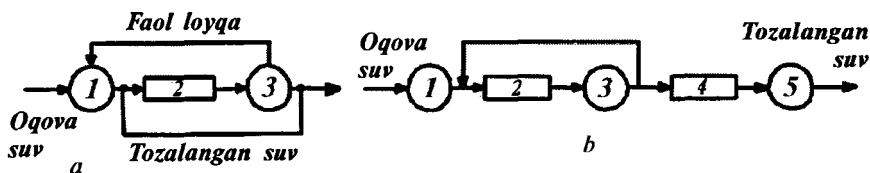
*a* — aerotek-tindirgich: 1 — tarnov; 2 — iloslar; 3 — tindirish zonasi; 4 — suv to'kish ariqchalari; 5 — aeratsiya zonasi; *b* — aerotek-tiniqlashtirgich: 1 — quyilish derazasi; 2 — aeratsiya zonasi; 3 — degazatsiya zonasi; 4 — yo'naltiruvchi to'siq; 5 — aerator; 6 — tiniqlashish zonasi; *d* — ikki kamerali aerotek-tindirgich: 1 — impellerli aerator; 2 — dastlabki boyitish zonasi; 3 — to'siq; 4 — rotorli aerator; 5 — fermentatsiya zonasi; 6 — tiniqlashish zonasi.

ganik moddalardan ozuqa va energiya manbai sifatida foydalanib, ularni oksidlaydi. Shunday qilib, oqova suvdan organik moddalar ajratib olinadi, faol bioplyonka massasi esa ortadi. Ishlatib bo'lingan (yaroqsiz) bioplyonka oqib o'tayotgan oqova suv bilan yuviladi va biofiltrdan chiqarib yuboriladi.

Yuklama sifatida yuqori g'ovaklik, kichik zichlik, katta solishtirma yuzaga ega bo'lgan turli moddalar: shag'al, shlak, keramzit, keramik va plastmass halqalar, shar va silindrlar, olti burchakli bloklar, metall va plastmassali to'rlar ishlatiladi.

Hozirgi kunda to'liq va to'liq bo'lmagan biokimyoviy tozalash boradigan, tabiiy va sun'iy havo beriladigan, oqova suvlarni resirkulatsiyali va resirkulatsiyasiz; bir va ikki bosqichli, tomchili va yuqori yuklamali biofiltrlar ko'p qo'llaniladi. Ikki bosqichli biofiltrlar yuqori darajada tozalashga erishish maqsadida biofiltr





6.6-rasm. Oqova suvlarni biofiltrlar yordamida tozalash chizmasi:  
*a* — bir bosqichli; *b* — ikki bosqichli; 1 — birlamchi tindirgich;  
 2, 4 — bir va ikki bosqichli biofiltrlar; 3 — ikkilamchi tindirgich;  
 5 — uchlamchi tindirgich.

balandligini oshirib bo‘lmaydigan holatlarda ishlatiladi. 6.6- rasmda biofiltrlarning texnologik sxemasi keltirilgan.

Bioplyonka faol loyqa bajargan vazifani bajariadi. U oqova suv tarkibidagi organik moddalarni adsorbsiyalaydi va qayta ishlaydi. Biofiltrlarning oksidlash quvvati aerotenkning oksidlash quvvatidan kam.

Oqova suvlarni biofiltrlarda tozalash samaradorligiga biokimyoviy, modda almashinish, gidravlik va konstruktiv ko‘rsatkichlar ta’sir ko‘rsatadi. Ular orasidan quyidagilar alohida ahamiyatga ega: tozalanayotgan suvning KBBEsi organik moddalar tabiatiga, oksidlanish tezligi, mikroorganizmlarning nafas olish tezligi; plyenkalarda yutilgan moddalar massasiga; bioplyonka qalinligiga, undagi oziqlanuvchi mikroorganizmlar tarkibiga, aeratsiya tezligi, biofiltr balandligi va maydoni, oqova suvning fizik xossalari, jarayon temperaturasi, gidravlik og‘irlik, oqova suvning teng taqimlanishi, bioplyonkalarining ishlatilish darajasi.

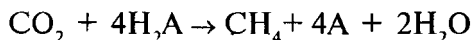
Tomchili filtrlovchi biofiltrlar quvvatsiz bo‘lsa ham, oqova suvlarni to‘liq tozalaydi. Ularning gidravlik kuchi  $0,5\text{--}3\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{sut})$  ga teng. Bunday filtrlar KBBE 200 mg/l dan yuqori bo‘lmaganda  $1000\text{ m}^3/\text{sut}$  gacha oqova suvni tozalashda qo‘llaniladi.

#### 6.4. Oqova suvlarni biokimyoviy tozalashning anaerob usuli

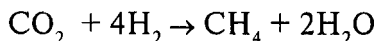
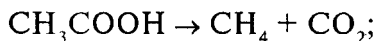
Oqova suvlarni zararsizlantirishning anaerob usuli ishlab chiqarish oqova suvlarini biokimyoviy tozalashda hosil bo‘lgan cho‘kmani bijg‘itishda ishlatiladi. Bundan tashqari, undan kuchli

konsentrlangan ( $\text{KBBE}_{\text{to'liq}} \approx 4-5 \text{ g/l}$ ), tarkibida bijg'itish jarayonida anaerob bakteriyalar yordamida parchalanadigan organik moddalar bo'lgan oqova suvlarni tozalashning birinchi bosqichi sifatida ham foydalaniladi. Bijg'ishning oxirgi mahsulotiga qarab spirtli, metanli, propion-kislotali bijg'itish turlari mavjud. Bijg'itishning so'nggi mahsulotlari sifatida spirt, kislota, aseton, bijg'ish gazlari ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) hosil bo'ladi.

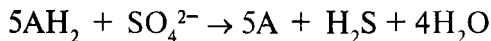
Oqova suvlarni tozalashda metanli bijg'itishdan foydalaniladi. Bu jarayon juda murakkab va ko'p bosqichlidir. Metanli bijg'itish jarayoni ikki fazadan iborat, ya'ni nordon va ishqoriy (yoki metanli). Nordon fazalarda murakkab organik moddalardan quyi yog' kislotalari, spirtlar, aminokislotalar, ammiak, glitserin, aseton, vodorod sulfid, uglerod dioksidi va vodorod hosil bo'ladi. Ishqorli fazada bu oraliq mahsulotlardan metan va uglerod dioksidi uchraydi. Nordon va ishqoriy fazalarda moddalarning boshqa moddalarga o'tish tezligi bir xil deb taxmin qilinadi. Metan hosil bo'lishining asosiy reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin ( $\text{H}_2\text{A}$ — tarkibida vodorod bo'lgan organik modda):



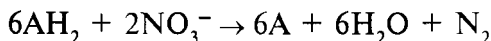
Metan sirka kislotaning parchalanishidan ham hosil bo'ladi:



Sulfat tarkibli sanoat oqova suvlarini tozalash sulfatlarni qaytaruvchi bakteriyalar ishtirokida amalga oshiriladi:

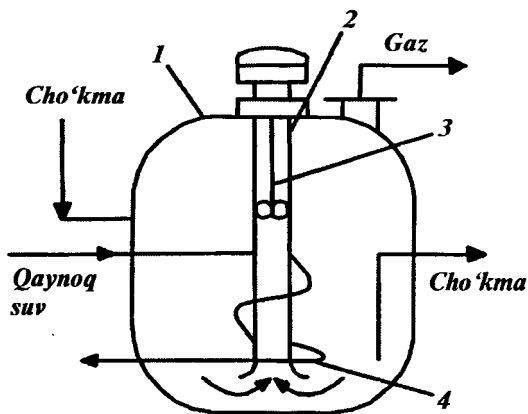


Anaerob sharoitlardagi denitrolashda



Ma'lum sharoitlarda so'nggi mahsulot sifatida ammiak hosil bo'lishi mumkin.

Bijg'ish jarayoni metantenklarda olib boriladi. *Metantenk* — germetik yopiq, mahkamlangan rezervuar bo'lib, u bijg'itilma-



6.7- rasm. Metantenk:

1 — qobiq; 2—quvur; 3 — aralashtirgich;  
4 — burma naycha.

gan cho'kmani kirgizishga va chiqarishga mo'ljallangan moslamalar bilan jihozlangan. Metantenk sxemasi 6.7- rasmda keltirilgan. Metantenkka berilayotgan cho'kma mumkin qadar suvsizlantirilgan bo'lishi kerak.

Anaerob bijg'itishning asosiy ko'rsatkichlari harorat, jaryonning rotslanuvchi tezligi, cho'kmani yuklash dozasi va uni aralashish darajasi hisoblanadi. Bijg'itish jarayonlari mezofil ( $30-35^{\circ}\text{C}$ ) va termofil ( $50-55^{\circ}\text{C}$ ) sharoitda olib boriladi. Metantenkda to'liq bijg'ishga ega bo'lish mumkin emas, chunki kimyoviy tabiatiga ko'ra barcha moddalar bijg'itish me'yoriga ega. O'rtacha organik modalarning parchalanish darajasi 40% ni tashkil etadi.

Anaerob bijg'itish yuqori darajada bo'lishi uchun jarayon harorati va kulsiz moddaning konsentratsiyasi 15 g/l dan yuqori bo'lishi, jadal aralashirish darajasiga,  $\text{pH} = 6,8-7,2$  bo'lishiga rioya qilish kerak. Bijg'itish samaradorligining pasayishiga oqova suv tarkibida og'ir metall kationlari (mis, nikel, rux);  $\text{NH}_4^+$  va sulfid ionlarining qoldiqlari, ayrim organik birikmalarning borligi sabab bo'ladi.

Oqova suvlarni bijg'itish 2 bosqichda olib boriladi. Bunda cho'kmaning bir qismi ikkinchi metantenkdan birinchi metantenkka qaytadi. Birinchi bosqichda aralastirish jadallik bilan olib boriladi. Bijg'itishda o'rtacha tarkibi 63—65% metan, 32—34% CO<sub>2</sub> bo'lgan gazlar ajralib chiqadi. Ularni bug' qozonlari o'choqlarida yoqib yuboriladi. Bug' metantenklarda cho'kmalarni qizdirish yoki boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

Cho'kmaning kulsiz moddasini maksimal mumkin bo'lgan bijg'itish (% larda) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$a = (0,92yog' + 0,62ug. + 0,34oq.) \cdot 100$$

Cho'kma aralashmalari uchun esa:

$$a_{ar.} = (0,53Q_{ks} + 0,44 U_{ks})/K_{ks},$$

bu yerda, yog', ug., oq. — cho'kma kulsiz moddasidagi mos ravishda yog'lar, uglevodorodlar, oqsillarning miqdori, g/g; Q<sub>ks</sub>; U<sub>ks</sub>; K<sub>ks</sub> — mos ravishda cho'kma loyqa va cho'kma aralashmalarining kulsiz moddasining hosil bo'lishi, t/sut.



### *Savol va topshiriqlar*

1. Faol loyqa tarkibi qanday moddalardan iborat?
2. Oqova suvni tabiiy sharoitda biologik tozalash qanday olib boriladi?
3. Oqova suvni aerotenklarda biokimyoviy tozalash jarayonini tushuntiring.
4. Mexanik aeratorlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Aerob sharoitda biologik tozalash jarayoni qanday qurilmalarda olib boriladi?
6. Aerotenkning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
7. Oqova suvni biofiltrlarda tozalash jarayonini ko'rib chiqing va ularning asosiy konstruksiyalarining ishlash usulini tushuntiring.
8. Metantenklarning oqova suvlarni tozalash va cho'kmalarni zararsizlantirish asoslarini tushuntirib bering.

## OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING TERMİK USULLARI

Termik usullar yordamida tarkibida kalsiy, magniy va boshqa mineral tuzlar hamda organik birikmalar bo'lgan oqova suvlar zararsizlantiriladi.

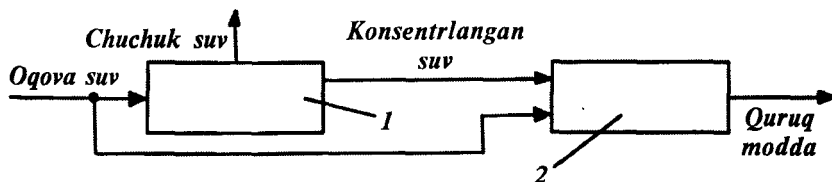
Bunday oqova suvlarni zararsizlantirish quyidagi usullar yordamida amalga oshiriladi:

- erigan moddalarni ajratish bilan oqova suvlarni konsentrlash;
- katalizator ishtirokida organik moddalarni oksidlash;
- organik moddalarni suyuq fazada oksidlash;
- olovli zararsizlantirish.

### 7.1. Oqova suvlarni konsentrlash

Oqova suvlarni konsentrlash usuli asosan tarkibida mineral moddalar bo'lgan oqova suvlarni zararsizlantirish maqsadida qo'llaniladi. Bu usul oqova suvdan tuzlarni ajratib olib, aylanma suv ta'minotiga yaroqli bo'lgan toza suv olish imkonini beradi. Mineral moddalar va suvning ajralish jarayoni ikki bosqichda olib boriladi (7.1- rasm): 1) konsentrlash; 2) quruq moddalarning ajralish bosqichi.

Ko'pincha ikkinchi bosqich konsentrlangan eritmalarni ko'mib tashlash bilan almashtiriladi. Konsentrlangan oqova suvni



7.1-rasm. Mineral moddalar va suvning ajralish bosqichlari:

1 — konsentrlash; 2 — quruq moddaning ajralishi.

purkovchi quritgichlarga quruq mahsulotni ajratish uchun yo‘naltirish mumkin. Konsentrlash va cho‘kmani ajratish bosqichlarini olib borishga ketadigan energiyaning nisbiy sarfi quyidagicha topiladi:

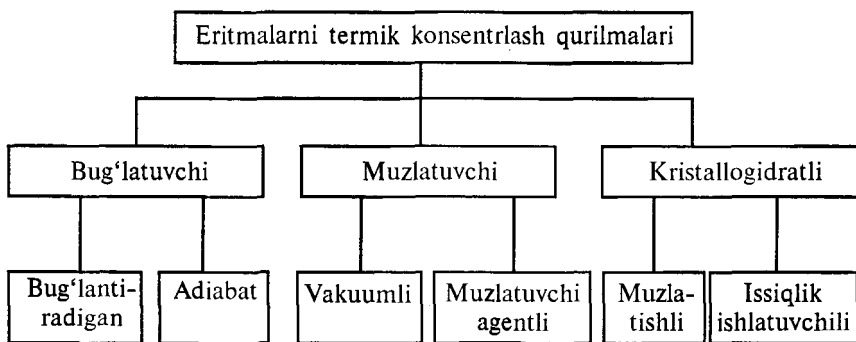
$$\varepsilon = (E_k + E_{ch})/S_0; \quad E_k = e_k W_k; \quad E_{ch} = e_{ch} W_{ch},$$

bu yerda,  $\varepsilon$  — konsentrlanish bosqichini olib borishga ketadigan energiyaning nisbiy sarfi;  $E_k$  va  $E_{ch}$  — konsentrlash va cho‘kmani ajratish bosqichlarida energiya sarfi;  $S_0$  — oqova suv sarfi;  $e_k, e_{ch}$  — konsentrlash va cho‘kmani ajratish bosqichidagi energiyaning nisbiy sarfi;  $W_k$  va  $W_{ch}$  — konsentrlash va cho‘kmani ajratish jihozlarining quvvati.

Oqova suvlarni konsentrlash bug‘latuvchi, muzlatuvchi va kristallogidrat qurilmalarida davriy va uzluksiz ravishda olib borilishi mumkin. Termik konsentrlash qurilmalarining sinflanishi 7.2-rasmda keltirilgan.

**Bug‘latkich mashinalar.** Sanoatda eritmalarni konsentrlash uchun bug‘latkich mashinalaridan keng foydalaniladi. Buning uchun tuzilishi har xil bo‘lgan bir va ko‘p bosqichli bug‘latuvchi qurilmali bug‘latkich mashinalar ishlatiladi.

Bug‘latish energiya ko‘p sarf bo‘ladigan jarayondir. Bug‘latishga sarflangan energiya oqova suvni boshlang‘ich haroratidan to bug‘latish haroratigacha isitishga; deformatsiyalash va bug‘ hosil qilish markazlarini o‘tkazishga; eritma va erituvchini ajralishi uchun



7.2-rasm. Eritmalarni termik konsentrlash qurilmalarining sinflarga bo‘linishi.

ketgan ishga; bug‘lanishda bug‘ pufakchalarini yuzada shakllanishiga; pufakchalar shakllanishida bosim kuchlarini yengishga; pufakcha yordamida fazalar ajralishi chegaralarini yengishga va pufakchalarni fazalar qismi chegarasigacha eltishga ketgan energiyalar yig‘indisidan iborat.

Energetik sarflarni hisoblayotganda bug‘lanish  $r$  ga eritma va erituvchining ajralishiga ketgan energiyani hisobga olish kerak:

$$q = r + l_p$$

Kristallanish bilan bug‘latilganda kristallanish issiqligi  $r_{kr}$  ajraladi, bunda bug‘lanish uchun ketgan energiya quyidagicha topiladi:

$$q' = q - r_{kr}$$

Past konsentrlangan eritmalar kristallash yo‘li bilan bug‘latilganda  $l_p$  ko‘rsatkichi kichik bo‘ladi. Shuning uchun bug‘latishga ketgan energiya sarfi quyidagini tashkil qiladi:

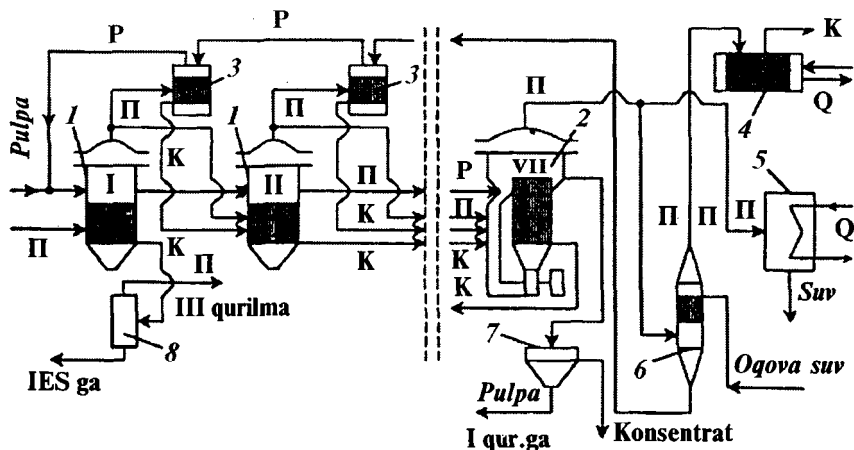
$$q = r - r_{kr}$$

Bug‘latkich mashinalari quyidagi asosiy elementlardan — bug‘latuvchi qurilmalar (bug‘latgichlar) va yordamchi jihoz — kondensatorlar, o‘z-o‘zidan bug‘latuvchilar, issiqlik-almashtirgichlar, nasoslar va boshqalardan iborat.

Bug‘latkich mashinalari quyidagi sinflanishga ega: 1) harakatlanish prinsipiga ko‘ra — davriy va uzluksiz harakatli qurilmalar; 2) eritmani berish uslubiga ko‘ra — parallel, ketma-ket va aralash uzatishli qurilmalar; 3) bug‘ni uzatish va taqsimlash uslubiga ko‘ra — birlamchi bug‘ni parallel uzatishli, ikkilamchi bug‘ni parallel uzatishli, ikkilamchi bug‘ni ketma-ket uzatishli, ikkilamchi bug‘ni termokompressiya qiluvchi, turli variantlarni kombinatsiya qilishli qurilmalar; 4) kondensatsiyalanayotgan gazlarning chiqarilish uslubiga ko‘ra — atmosferaga, parallel chiqarishli, keyingi qurilmaga uzatishli qurilmalar; 5) issiqlikni rekuperatsiya qilish uslubiga ko‘ra — eritma issiqligini ishlatishli, distilat issiqligini ishlatishli, ikkilamchi bug‘ issiqligini ishlatishli; 6) kondensator miqdoriga ko‘ra kondensatorli va kondensatorsiz; 7) bug‘ va eritmani birgalikda yo‘naltirishga ko‘ra — to‘g‘ri oqimli, qarama-qarshi oqimli, aralash oqimli qurilmalar.

Sanoat oqova suvlari tarkibidagi turli tarkibli cho'kma qatlam hosil qiluvchi komponentlarning borligi va ularning miqdori turli-tumanligi bilan ajralib turadi. Bunday suvlarni deminerallashtirish ularni yuqori konsentratsiyalargacha bug'latishni talab etadi. Bunday holatlarda issiqlik uzatish yuzasidagi karbonatli va sulfatli qatlamdan tashqari silikatli, temirli va boshqa qatlamlar hosil bo'lishi mumkin. Shuning uchun cho'kma qatlami hosil bo'lishining oldini olish maqsadida turli usullar birgalikda qo'llaniladi. Oqova suvni tozalashda boshqa qiyinchiliklar ham paydo bo'ladi. Masalan, oqova suv tarkibida neft mahsulotlari va yog'lar borligi ko'pik hosil bo'lishiga olib keladi. Bu esa bug'latuvchi qurilmalarning separatsiya maydonining balandligini oshirish zarurligini ko'rsatadi.

7.3-rasmda kimyo sanoati oqova suvarini konsentrlash texnologiya sxemasi keltirilgan. Cho'kma qatlami hosil bo'lishining oldini olish maqsadida tarkibi cho'kma qatlamga o'xshash tarkibga ega bo'lgan shlamning resirkulatsiyasi qo'llanilgan. Suvni bug'latishdan oldin yumshatish maqsadida soda qo'shiladi. Natijada eritmada  $\text{CaCO}_3$  ko'rinishida shlam cho'kadi.



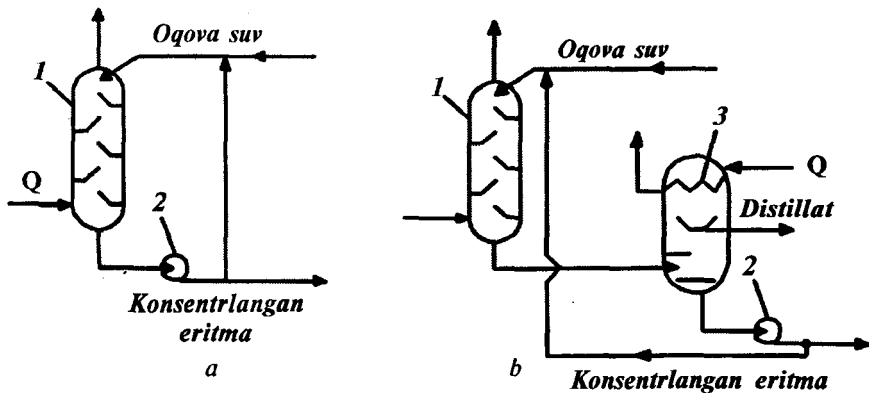
7.3-rasm. Oqova suvlarni konsentrlash uchun bug'latish qurilmasi chizmasi: 1, 2—mos ravishda tabiiy va majburiy sirkulatsiyali qurilmalar; 3 — regenerativ issiqlik almashtirgichlar; 4, 5 — kondensatorlar; 6 — deaerator; 7 — tindirgich; 8 — o'z-o'zidan bug'latuvchi qurilma; I, II, ... VII — bug'latgich qurilmalar raqami: P — bug'; R — eritma; K — kondensat.



Issiqlik almashtirgich yuzasida tuzlarning to‘planishi issiqlik sarfining oshishiga, qurilma quvvatining pasayishiga, undan foydalanishni qiyinlashishiga olib keladi. Bu esa ba’zi oqova suvlarni konsentrlashda bug‘latgich mashinalardan foydalanishga to‘sqinlik qiladi.

Bir qator (sintetik smolalar, lok-bo‘yoq, reaktivlar va boshqa) sanoat oqova suvlarini bug‘latish uchun kontaktli qurilmali bug‘latgich mashinalar qo‘llaniladi. Bunday qurilmalar uchun issiqlik tashuvchi va oqova suv o‘rtasidagi bevosita ta’sir xosdir. Suvni isitish uchun gaz holatidagi, suyuq va qattiq issiqlik tashuvchilar ishlatiladi. Bunday bug‘latgich mashinalar bir va ko‘p bosqichli bo‘lishi mumkin. Bir bosqichli bug‘latgich mashinalardan chiqayotgan (yoki kontaktli qurilmalarda) bug‘lanish issiqlik tashuvchi bilan chiqib ketadi. Bu holat adiabat bosqichda kuzatiladi (7.4-rasm).

**Gidrofob issiqlik tashuvchili bug‘latgich mashinalari.** Bunday ko‘p bosqichli qurilmalarda oqova suvlarni qizdirish va bug‘latish ularni suyuq gidrofob issiqlik tashuvchi bilan ta’siri natijasida ro‘y beradi. Issiqlik tashuvchi sifatida parafin, mineral yog‘lar, silikonlar va boshqa moddalar ishlatilishi mumkin. Gid-

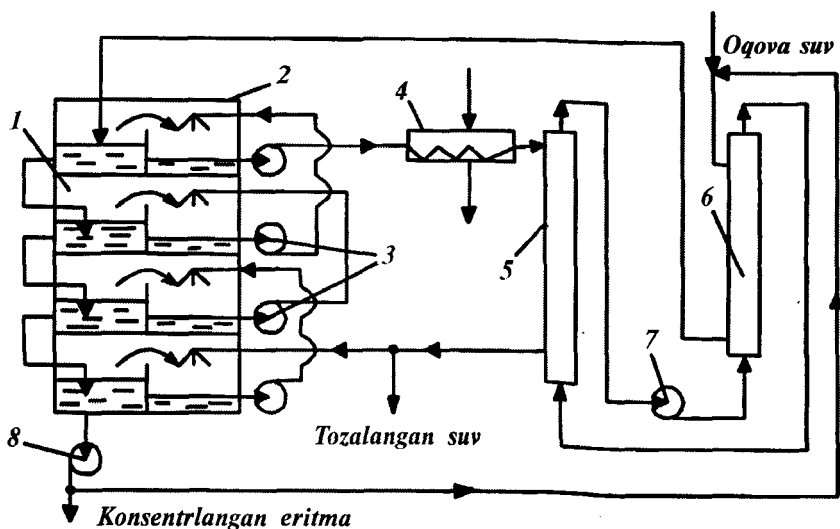


7.4-rasm. Bir bosqichli kontaktli bug‘latgich mashinalari chizmasi:

*a* — kontaktli issiqlik-almashtirgich kamerasida bug‘lanish; *b* — adiabat bosqichda bug‘lanish; 1 — kontaktli issiqlik almashtirgichlar; 2 — nasoslar; 3 — adiabat bug‘latgich.

rofob issiqlik tashuvchi suvda erimasligi, emulsiya hosil qilmasligi, suvda erigan moddalarni yutmasligi, suvdan yaxshi ajralishi, termik barqaror va yuqori issiqlik sig'imga ega bo'lishi kerak. Gidrofob issiqlik tashuvchili bug'latkich mashinalarining bir qanchasi amaliyotda ishlatilmoqda. Ulardan birining sxemasi 7.5-rasm-da keltirilgan.

Konsentrlanishga berilayotgan suv resirkulatsiyalovchi eritma bilan aralashtiriladi va kontaktli issiqlik almashtirgichga yuboriladi, bu yerda u gidrofob issiqlik tashuvchi yordamida isitiladi. Shundan so'ng suv adiabat bug'latkichga keladi. Konsentrlangan eritma nasos yordamida chiqarib tashlanadi. Bug'latish jarayonida hosil bo'lgan bug'larni aralashtirish kondensatoriga yo'naltiriladi, bu yerda bug'lar kondensatlanadi. Kondensatlanish bosqichlarida qizigan distillat bosh isitgichga kelib tushib, issiqlik tashuvchi bilan qo'shimcha isitiladi. So'ngra distillat kontaktli issiqlik almashtirgichga beriladi. Bu yerda u o'z issiqligini gidrofob issiqlik tashuvchiga beradi. Sovitilgan distillatning bir qismi qurilmadan ajratib



7.5-rasm. Gidrofob issiqlik tashuvchili bug'latkich mashinasi chizmasi:

- 1 — adiabat bug'latkich bosqichi; 2 — aralashtirish kondensatori;  
4 — isitkich; 5, 6 — kontaktli issiqlik almashtirgichlar; 3, 7, 8 — nasoslar.

olinadi, qolgan qismi esa bug‘latkichning pastki bosqichiga beriladi. Ushbu sxemaning kamchiliklari uning murakkabligi va eritmadan distillatga issiqlik tashuvchini separatsiya qilish samarasining yetarli emasligi hisoblanadi. Bu esa suvning sifatini yomonlashtiradi.

**Muzlatkich mashinalar.** Muzlatish jarayoni muzlash haroratidan past haroratda toza suv chuchuk muz kristallarini hosil qilishi va namakobning unda erigan tuzlar bilan ayni kristallar orasidagi yacheykalarga joylashishi bilan tugallanadi. Namakobning muzlash harorati hamma vaqt toza suvning muzlash haroratidan past va suvda erigan moddalar konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Agar muzlatish jarayonida haroratning pasayishi sekin borsa, tarkibida kam miqdorda namakob bo‘lgan ignasimon yirik kristallar hosil bo‘ladi. Muzlatish jarayoni tez olib borilsa, mayda kristallar hosil bo‘lib, muz g‘ovaksimon tuzilishga ega bo‘ladi.

Toza erituvchi  $t_m$  va eritmaning  $t'_m$  muzlash harorati o‘rtasidagi farq *eritma muzlash haroratining pasayishi* deyiladi. Suyultirilgan noelektrolit eritmalar uchun muzlash haroratining pasayishi eritma konsentratsiyasiga proporsionaldir, ya’ni

$$\Delta t_m = K \cdot m,$$

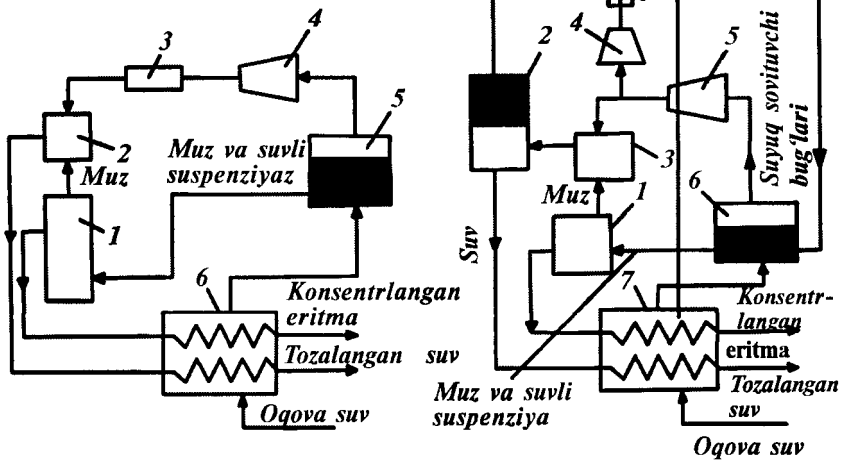
bu yerda,  $K$  — erituvchining krioskopik konstantasi, suv uchun  $K=1,85$ ;  $m$  — molyar konsentratsiya.

Muzlatishni vakuum ostida yoki maxsus muzlatuvchi agent yordamida olib borish mumkin. Eritmalarni vakuum ostida muzlatib, konsentrlash sxemasi 7.6-rasm, *a* da keltirilgan.

Muz kristallizatorida dastlabki sovitilgan eritmani unga uzatilganda hosil bo‘ladi. Muz kristallari yuvuvchi kolonnalarda suspenziyadan ajraladi, so‘ngra kondensator-eritkichda eriydi. Suv bug‘ini ma’lum bosimgacha siqish uchun kompressor qo‘llaniladi. Ushbu sxemaning o‘lchamlarining kattaligi va chuqur vakuumda ishlash zarurligi kamchiligi hisoblanadi .

Eritmalarni kontaktli muzlatish bilan konsentrlash qurilmalarining sxemasi 7.6-rasm, *b* da keltirilgan.

Oqova suv issiqlik almashtirgichga beriladi. Bu yerda u yangi tozalangan suv bilan sovitiladi. Sovitilgan suv kristallizatorga

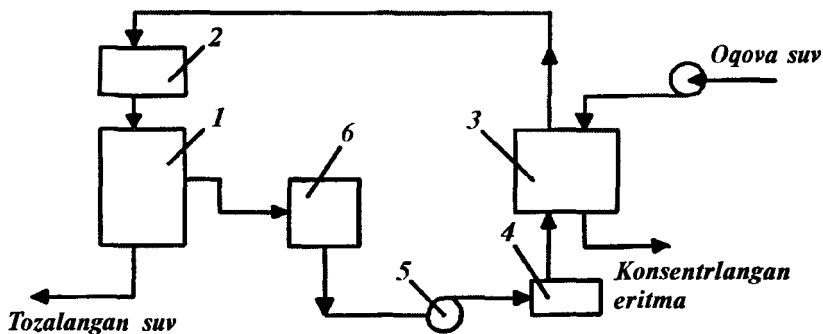


7.6-rasm. Eritmalarni muzlatish orqali konsentrlash qurilmasi sxemasi:

- a* — vakuum ostida ishlaydigan: 1 — yuvuvchi kolonna; 2 — kondensator-bug'latkich; 3 — yordamchi sovutuvchi qurilma; 4 — kompressor; 5 — kristallizator; 6 — issiqlik almashtirgich;
- b* — kontaktli muzlatishli: 1 — yuvuvchi kolonna; 2 — aralashtirgich; 3 — kondensator-eritkich; 4 — yordamchi kompressor; 5 — bosh kompressor; 6 — kristallizator; 7 — issiqlik almashtirgich.

yo`naltiriladi, bu yerga suv bilan aralashmaydigan sovutuvchi agent beriladi. Sovitilgan eritma sovutuvchi agent bilan muzlatiladi. Sovituvchi agentning bug'lari eritgichga beriladi, bu yerda ular kondensatlanadi. Suv va suyuq sovutuvchi agent kondensator-eritkichda ajratiladi.

Keng tarqalgan sovutuvchi agentlar sifatida ammiak, uglerod dioksidi, butan, propan, izobutan, xladonlar ( $CCl_2F_2$ ;  $CCl_3F$ ,  $CClF_3$ ) va ularning oksidlari ishlatiladi. Ular quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak: chuchuklashtirilayotgan suv bilan aralashmasligi va zaharli bo'lmashligi, ko'p miqdorda bug' hosil qilish issiqligiga ega bo'lishi, bug'lanish harorati va tegishli bosimda



7.7-rasm. Oqova suvlarni gidrat hosil qilish usulida tozalash sxemasi:  
 1 — separator; 2 — erish kamerasi; 3 — gidrat hosil bo'lish kamerasi;  
 4 — sig'im; 5 — nasos; 6 — kondensator.

kichik hajmga ega bo'lishi, tuzilish materiallari korroziyaga chidamli kimyoviy barqaror va narxi arzon bo'lishi kerak.

**Kristallgidratli qurilmalar.** Kristallgidratli jarayon bu oqova suvlarni konsentrlanishida gidrat hosil qiluvchi agent M (propan, xlor, xladonlar, uglerod dioksidi va boshq.) ning qo'llanilishi va  $M \cdot nH_2O$  formulaga ega bo'lgan kristallgidratlarning hosil bo'lishidir.

Suv molekularining kristallgidratlarga o'tishida suvda erigan moddalarning konsentratsiyasi oshadi. Kristallar eriganda gidrat hosil qiluvchi agentning bug'lari ajralib chiqadigan suv hosil bo'ladi. Gidrat hosil qilish jarayoni muhit haroratidan past yoki yuqori bo'lishi mumkin. Birinchi holatda sovutuvchi moslamalarni qo'llash zarur, ikkinchi holatda esa ishlatish kerak emas (7.7-rasm).

Oqova suv bosim ostida nasos yordamida gidrat hosil qiluvchi kamerga keladi. Bir vaqtning o'zida kamerga boshqa nasos orqali issiqlik tashuvchi va gidrat hosil qiluvchi modda beriladi. Issiqlik tashuvchi gidratlovchi modda uchun erituvchi hisoblanadi. Kamrada oqova suv bilan issiqlik tashuvchi o'zaro ta'sirlashadi, natijada qattiq gidratlar hosil bo'ladi. Konsentrlangan oqova suv kamradan chiqarib yuboriladi, tarkibida gidratlar bo'lgan issiqlik tashuvchi eritish kamerasiga kelib tushadi. Bu yerda kristallgidratlar

parchalanadi. Kameradan toza suv, issiqlik tashuvchi va gidrat hosil qiluvchi modda separatorga kelib tushadi va ularning ajralishi ro'yi beradi. Toza suv ajratib olinadi, issiqlik tashuvchi va gidrat hosil qiluvchi modda bug'lari kondensatorga kelib tushadi. Bu yerda ular kondensatlanadi va kondensat issiqlik tashuvchi bilan birga qayta ishlatish maqsadida kameraga beriladi. Issiqlik tashuvchi sifatida metan, etan, propan, butan ishlatiladi.

Muzlatkich va kristallgidrat qurilmalarining afzalliklari: energiya sarfi kam (taxminan  $9\text{--}12 \text{ kVt} \cdot \text{s/m}^3$ ); turli tarkibli suvni zararsizlantirish imkoniyati bor; qurilma devorlarida cho'kma qatlami bo'lmaydi; qurilma korroziyaga chidamli. Kamchiliklari: qimmatbaho issiqlik tashuvchilar ishlatiladi; muz kristallari va qovushqoq suspenziyaning ajralishi qiyinligi sababli eritmalarni konsentrlash darajasi yuqori emas.

## 7.2. Konsentrlangan eritmadan moddalarni ajratib olish

Konsentrlangan eritmalardan moddalarni ajratib olish uchun kristallanish va quritish usullari qo'llaniladi.

**Kristallanish.** Harorat oshishi bilan eruvchanligi oshib boruvchi moddalar sovutilganda ularning to'yingan eritmalarini sovitish paytida kristallanadi (ijobiy kristallanish). Bu jarayon sistemada suv miqdori o'zgarmas holatda boradigan *politermik* yoki *izogidrik kristallanish* deyiladi. Agar harorat ko'tarilishi bilan moddaning eruvchanligi kamaysa, kristallanishni eritmani isitish paytida olib boriladi (salbiy kristallanish). Harorat o'zgarishida eruvchanligi kam o'zgaradigan moddalar doimiy haroratda suvni bug'latish yo'li bilan kristallanadi. Bu jarayon *izotermik kristallanish* deyiladi.

$\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  eritmaları ijobiy,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSiO}_3$  va boshqa eritmalar esa salbiy eruvchanlikka ega.

Tuzning kristallanishini konsentrlangan eritmaga uning eruvchanligini kamaytiruvchi moddalarni qo'shish yo'li bilan olib boriladi.

Kristallanishning ko'p tarqalgan turi **moddalar reagentlarini qo'llab kimyoviy cho'ktirish** hisoblanadi. Masalan, metall ionlari

aralashmalarini ishqor eritmalarini qo‘shib, gidroksid ko‘rinishida cho‘ktirib olinadi.

Yuklamali yonishni qo‘llab kristallash korrozion faol eritmalarini, shuningdek, harorat pasayishi bilan eruvchanligi oshuvchi tuzlarning eritmalarini konsentrlash va bug‘latish uchun ishlatiladi.

Yuklamali yonish — bu gaz holatdagi yoqilg‘ining maxsus jihozlangan gorelkalarda suyuqlik yuzasi ostida yondirilishidir.

**Ishlash prinsipi.** Issiqlik bevosita issiqlik tashuvchidan suyuqlikka beriladi, bunda yonish paytida hosil bo‘layotgan issiqlikdan foydalanish darajasi 90% ni tashkil etadi. Issiqlikning ko‘p qismi gaz gorelkasidan chiqadigan issiq gazlarning fizik issiqligi ko‘rinishida bo‘ladi. Issiq gaz juda ko‘p miqdordagi mayda pufakchalarga parchalanadi; shunday qilib issiqlik berishning maksimal rivojlangan yuzasi ta‘minlanadi. Gazlar sovitilib, suyuqlik haroratiga yaqin haroratda eritmadan chiqadi. Bug‘latishda olingan suv bug‘i suyuqlik sirtidan chiqarib yuboriladi. Jarayon sxemasi 7.8-rasmda keltirilgan.

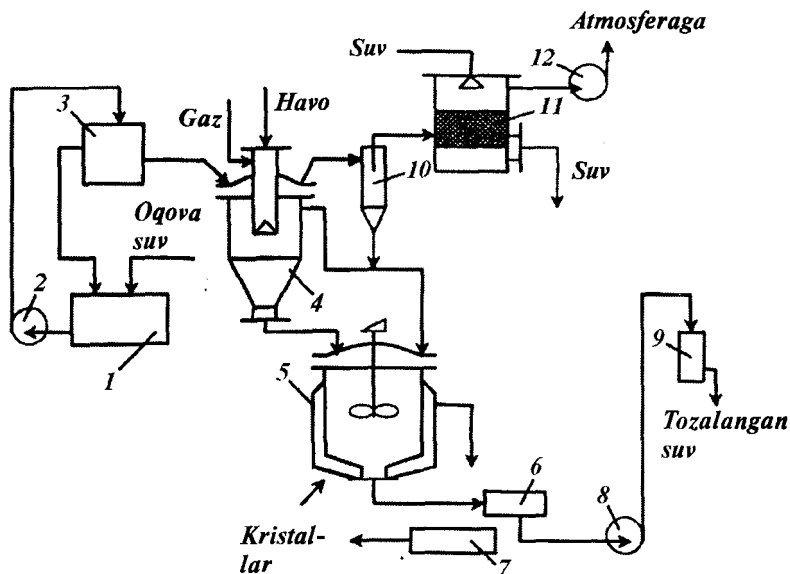
Bug‘latuvchi kristallizatorlar orasidan issiq gaz yoki havo bilan ishlovchi San qurilmasidan foydalaniladi. U suyuqlik kamerada purkashli bug‘latuvchi kristallizator hisoblanadi.

Temir sulfat kristallarini bunday kristallizatorlarda hosil qilish sxemasi 7.9- rasmda keltirilgan.

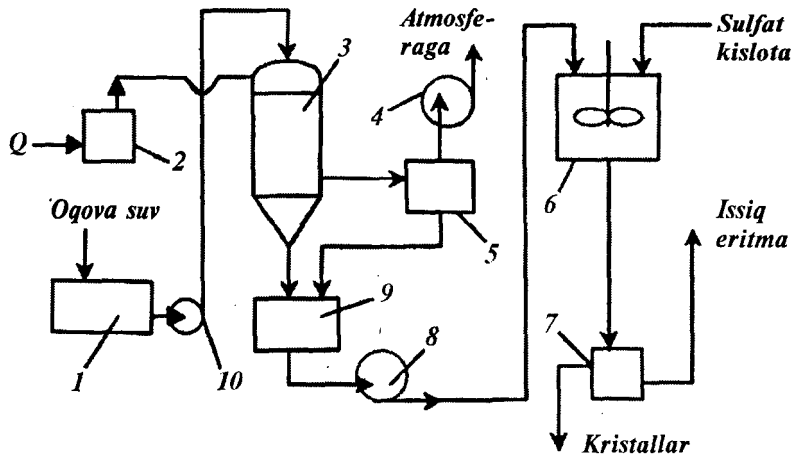
Suyuqlik sig‘imidan nasos orqali bug‘latuvchi qurilmalarning yuqori qismiga beriladi. Bu yerda suyuqlik soplolar yordamida purkaladi. Yonish kamerasida hosil bo‘lgan issiq gazlar bilan ta‘sir-lashgan suv bug‘lanadi va suyuqlik konsentrlanadi, so‘ng yig‘gichga kelib tushadi. Bu yerdan uni bakka haydaladi va bakka qo‘shimcha sulfat kislotaga qo‘shiladi; natijada temir sulfat cho‘kadi. Cho‘kma vakuum-filtrda ajratib olinadi, xira suyuqlik yig‘gichga to‘kiladi va ishlov berishga yo‘naltiriladi.

Ishlatilgan gazlar bug‘latuvchi qurilmalardan parrak yordamida so‘rib olinadi va separator orqali o‘tkaziladi. Bu yerda chiqib ketayotgan kislotaga tomchilari tutib qolinadi.

Kristallanish ko‘pincha suyuqlikni sovitish yoki isitish paytida maxsus kristallizatorlarda olib boriladi. Suyuqliklarni kristallash



7.8-rasm. Yuklamali yonish qurilmalarida bug'latish bilan kristallash chizmasi: 1 — yig'gich; 2, 8 — nasoslar; 3 — bosimli bak; 4 — gorekali bug'latuvchi qurilma; 5 — kristallizator; 6 — sentrifuga; 7 — transportyor; 9 — yig'gich; 10 — tomchi-ushlagich; 11 — skrubber-kondensator; 12 — ventilator.



7.9-rasm. San bug'latkich kristallizatorida temir sulfat kristallarini olish chizmasi: 1, 9 — sig'imlar; 2 — yig'gich; 3 — bug'latkich qurilma; 4 — parrak; 5 — separator; 6 — cho'ktiruvchi bak; 7 — filtr; 8, 10 — nasoslar.



ko'p ishlatiladi, chunki ko'pgina tuzlarning eruvchanligi harorat pasayishi sababli kamayadi.

Kristallar faqat to'yingan eritmalardan ajraladi. Eritmaning o'ta to'yinishi o'ta to'yingan eritma konsentratsiyasi  $c_n$  va to'yingan eritma konsentratsiyalari  $c^*$  orasidagi farq bilan, nisbiy to'yinish  $(c_t - c^*)/c^*$  yoki to'yinish koeffitsiyenti  $c_t/c^*$  bilan tavsiflanadi.

Kristallarning hosil bo'lishi ikki bosqichdan iborat: 1) to'yinib ketgan eritmada kristallanish markazlari — kristall donachalarining paydo bo'lishi va 2) shu donachalar asosida kristallarning o'sishi.

Eritmaning hajm birligida va ma'lum vaqt oralig'ida hosil bo'ladigan kristall donachalari soni quyidagi formuladan topiladi:

$$I = K_{\text{exp}} [-A/(RT)] \text{ yoki } I = K_{\text{exp}} [-B/\ln^2(c_t/c^*)],$$

bu yerda,  $K$  — proporsionallik koeffitsiyenti;  $A$  — kristall donachalarining hosil bo'lishi;  $R$  — universal gaz doimiysi;  $T$  — harorat;  $B$  — sistemaning xossa va parametriga bog'liq koeffitsiyent.

Kristall donacha hosil bo'lishi uchun ish qancha kam bo'lsa, uning hosil bo'lishi ehtimoli shuncha ko'p. Sfera shaklidagi kristall donacha uchun hosil bo'lish ishi quyidagiga teng:

$$A = 4/3\pi r^2 \sigma$$

O'ta to'yingan eritma bilan muvozanatda bo'lgan kristall donachasi o'lchami to'yinish darajasi logarifmiga teskari proporsional:

$$r = 2\sigma M / [\rho RT \ln(c_t/c^*)],$$

bu yerda,  $r$  — donacha o'lchami;  $\sigma$  — sirt taranglik koeffitsiyenti,  $M$  — qattiq fazaning molyar massasi,  $\rho$  — modda zichligi.

Donachaning hosil bo'lish tezligi quyidagi empirik bog'liqlik orqali topiladi:

$$I = K_1 (c_t - c^*) m$$

bu yerda,  $K_1$  — proporsionallik koeffitsiyenti,  $m = 3,5 - 4,5$  (tajribalardan topiladi).

Olinayotgan kristallarning o'lchami donachaning hosil bo'lishi tezligi va kristallarning ko'payish tezligi o'rtasidagi o'zaro nis-

batga bog‘liq. Agar donacha hosil bo‘lish tezligi nisbatan katta bo‘lsa, mayda kristallar ko‘p hosil bo‘ladi. Yirik kristallar oson filtrlanadi, tindiriladi, namligi kam bo‘ladi, oson quritiladi.

Eruvchanligi musbat koeffitsiyentli eritmalar kristallanishi uchun havoli yoki suvli sovutuvchi kristallizatorlar ishlatiladi. Ularning quyidagi turlari mavjud:

1) *Aralashtirgichli rezervuarlar* qobiq, burama naycha, trubkali sovutkich bilan jihozlangan. Ularda sovutish suv, suyuq ammiak, sovutuvchi namakob yordamida amalga oshiriladi. Qurilmalarning kamchiligi sovutuvchi yuzaning kristallar bilan qoplanishi.

2) *Shnekli kristallizatorlar* uzunligi 12—25 m va kengligi 0,5—0,7 m bo‘lgan, uncha katta bo‘lmagan burchak ostida o‘rnatilgan yumaloq tagli tarnovdan iborat. Eritma suv yordamida qobiq orqali sovutiladi. Cho‘kkan kristallar shnek yordamida aralashtiriladi.

3) *Vakuimli kristallizatorlar* bir va ko‘p bosqichli bo‘lishi mumkin. Ular aralashtirgichli, sirkulatsion nasosli, kristalli suspenziyalarni quyuqlashtiruvchi sinflovchi uskunalalar bilan jihozlanishi mumkin.

4) *Barabanli aylanuvchi kristallizatorning* uzunligi 20 m va diametri 1,5 m bo‘ladi. Aylanish tezligi 0,3 ayl/daq gacha bo‘ladi. Kristallar aylanuvchi barabanning ichki yuzasida hosil bo‘lib, zanjir yordamida olib tashlanadi. Suv bilan sovutish qobiq orqali amalga oshadi. Havo bilan sovutishda uni baraban ichiga beriladi, bu yerda havo eritmaga qarama-qarshi yo‘naladi.

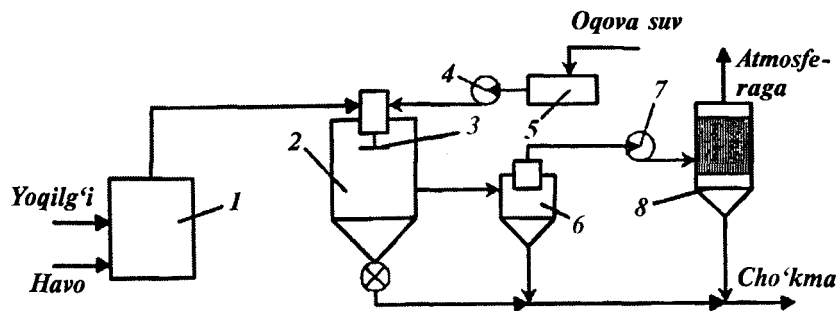
**Quritish.** Oqova suvdan quruq moddani ajratib olish uchun purkovchi quritgichlar ishlatiladi. Bunday quritgichlarda suspenziya yoki kolloid eritma o‘lchami 10—50 mkm gacha bo‘lgan tomchilar holatida sachratiladi. Ular quritgich hajmida issiq havo yoki o‘txona gazlari oqimiga tushadi. Quritish kamerasida bu oqimning chiziqli tezligi quritilgan material zarrachalarining cho‘kish tezligidan kam bo‘lishi va 0,2—0,5 m/s ga teng bo‘lishi kerak. Material tomchilarining havo bilan bir-biriga tegish yuzasi 1 m<sup>3</sup> materialga 300000 m<sup>2</sup> ga yetadi. Bunday sharoitda quritish tezligi ancha oshadi, uning davomiyligi esa kamayadi. Quritilgan materialni gaz

oqimidan ajratish uchun siklon, skubber, yoqali filr va elektrofiltrlar ishlatiladi.

Oqova suvlarni quritgichlarda purkash uchun markazdan qochma, pnevmatik yoki mexanik purkagichlar qoʻllaniladi. Unumdorlik yuqori (20—40 t/s gacha) boʻlganda aylanish tezligi 100—200 m/s li disksimon markazdan qochma kuch taʼsirida ishlaydigan purkagichlardan foydalaniladi. Pnevmatik purkagichlar — oddiy forsunkalar boʻlib, ularda purkash 0,15—0,3 MPa qoldiq bosimgacha siqilgan havo yordamida amalga oshiriladi. Mexanik purkagichlar — bu suyuqlik 20 MPa gacha bosim ostida beriladigan forsunkalar hisoblanadi. Ularda purkash ingichka suyuqlik oqimini devorga urilishi yoki ikki ingichka suyuqlik oqimini bir-biriga urishilishi natijasida hosil qilinadi.

Purkagichlarga quyidagi talablar qoʻyiladi: ular mashʼalaning maʼlum shaklini, tomchilar oʻlchamining bir xilligini; energiya-ning minimal sarfi va ishda ishonchli boʻlishini taʼminlashi; tuzilishi oddiy va unumdorligi yuqori hamda narxi arzon boʻlishi kerak.

Purkashli quritish quyidagi jarayonlarga ega: materialni dispergirlaydi, dispergirlangan material va qurituvchi agentning harorati va ular orasida issiqlik almashinishi hamda quriyotgan zarrachalarning issiqligi va massasini oʻtkazadi. 7.10- rasmda purkagichli quritgich sxemasi keltirilgan.

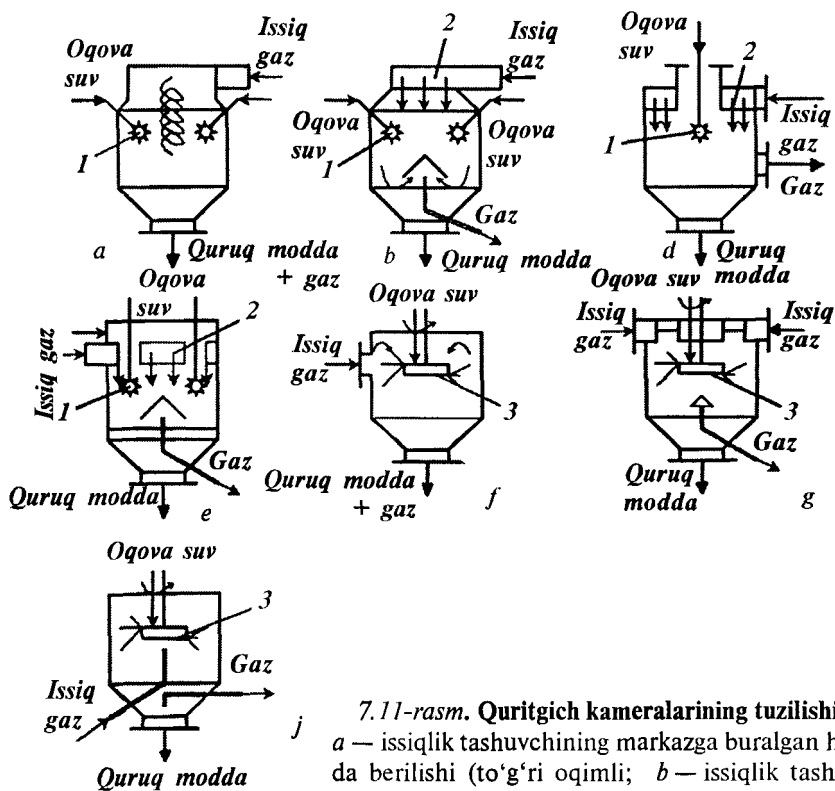


7.10- rasm. Purkagichli quritgich chizmasi:

1—oʻchoq; 2—quritish kamerasi; 3—purkagich; 4—nasos; 5—sigʻim;  
6—siklon; 7—parrak; 8—yoqali filtr.

Gazlarning boshlang'ich harorati materialning xossasiga bog'liq va 70—1000°C atrofida bo'ladi. Quritgichdan chiqayotgan material harorati 50—120°C ni tashkil etadi.

Suyuqliklarni forsunka va disk yordamida purkashda ishlatiladigan quritish kameralarining tuzilishi har xil bo'ladi 7.11-rasmda ularning ba'zilarini keltirilgan.



7.11-rasm. Quritgich kameralarining tuzilishi:

*a* — issiqlik tashuvchining markazga buralgan holda berilishi (to'g'ri oqimli); *b* — issiqlik tashuvchining markazga buralgan holda berilishi hamda gazlar va mahsulotning bo'lingan holda chiqarilishi; *d* — gazlarni gaz-taqsimlovchi panjara orqali kesim bo'ylab bir maromda taqsimlash; *e* — forsunkada gazlarni mahalliy berish; *f* — mash'ala ustidan gazlarni bir me'yorda kamera bo'ylab berilishi; *g* — purkash mash'alasining tagiga to'plab berish; *h* — gazni mash'ala ostidan uzatish; *1* — forsunkalar; *2* — panjaralar; *3* — disklar.

Gazlar forsunkali quritgichga (7.11-rasm, *a*) 6—12 m/s tezlikda kamera markaziga tangensial ravishda beriladi, pastdan esa ularni mahsulot bilan birga chiqarib olinadi.

7.11-rasm, *b* da gazlar markazdan panjara orqali beriladi, pastdan esa gazlar bilan birga faqat mayda zarrachalar quvur orqali chiqarib olinadi.

Kameralar (7.11-rasm, *d*) yuqori namlangan materiallarni past haroratda gazlar yordamida quritish uchun qo'llaniladi. Gazlar panjaralar orqali bir maromda kameraning barcha kesimi bo'ylab beriladi.

7.11-rasm, *e* da gazlarni ajratib uzatish ko'zda tutiladi. Ularning asosiy qismi forsunkaga bevosita beriladi; ba'zi holatlarda oqim to'xtatib qo'yiladi. Changlangan gaz oqimi va purkash mash'alasi kameraning yuqori to'siqlariga yopishib qolishi mumkin bo'lgan material sirkulatsiyasini hosil qiladi. Buni tugatish uchun gazning qolgan qismi panjara orqali kameraning barcha kesimi bo'ylab bir maromda beriladi. Gazlarni bunday usul bilan berish juda murakkab, lekin quritish jarayonini tezlashishiga olib keladi.

7.11-rasm, *f* da mash'ala ustidan gazni bir me'yorda kamera bo'ylab berish, 7.11-rasm, *g* da esa purkash mash'alasining tagiga to'plab berish ko'rsatilgan. Bunda gazlar va materiallar alohida-alohida kiritiladi.

7.11-rasm, *h* da gazlar taqsimlovchi qalpoqcha orqali pastdan beriladi. Gaz tugayotganda tezlik o'zgaradi, buning natijasida purkash mash'alasining joylashishi rostlanadi.

Nam materiallarni 100°C dan yuqori haroratda qurituvchi agent yordamida quritishda 5 ta bosqich bor: 1) materialni isitish; 2) tomchilarning muvozanatli bug'lanishi; 3) qobiq hosil bo'lishi; 4) qaynash; 5) muvozanatli namlikkacha quritish.

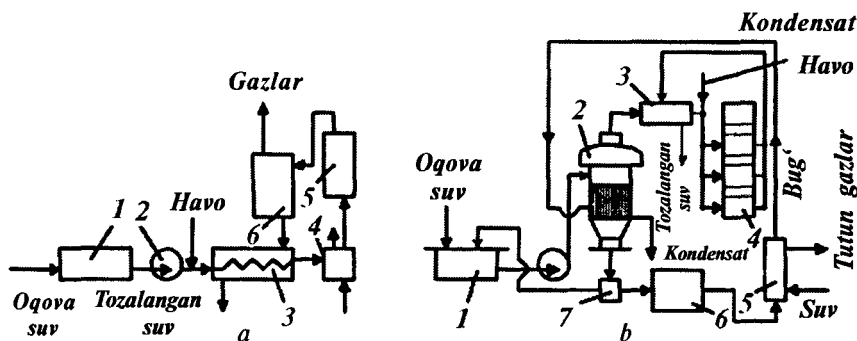
### **7.3. Zararsizlantirishning termooksidlash usuli**

Kimyo sanoatida oqova suvlarning issiqlik chiqarish xususiyatiga qarab, ularni erkin yonish xususiyatli va termooksidlab zararsizlantirish uchun yoqilg'i qo'shish zarur bo'lgan oqova suvlarga ajratiladi.

Termooksidlash usulida oqova suvdagi barcha organik moddalar havo kislorodi bilan yuqori haroratda zaharsiz birikmalarga qadar oksidlanadi. Ushbu usullarga suyuq fazali oksidlash, bug' fazali katalitik oksidlash, alangali yoki „olovli« usullar kiradi. Usulni tanlash oqova suv hajmi, uning tarkibi, issiqlik chiqarish xususiyati, jarayon tejamkorligi va tozalangan suvga bo'lgan talablarga bog'liq.

**Suyuq fazali oksidlash.** Bunday tozalash usuli suvda erigan organik moddalarning kislorod bilan 100—350°C da va 2—28 MPa bosimda oksidlanishiga asoslangan. Yuqori bosimda kislorodning suvdagi eruvchanligi oshadi. Bu esa organik moddalarning oksidlanish jarayonining tezlashishiga olib keladi. Oqova suvlardagi organik moddalarning suyuq fazali oksidlash sxemasi 7.12-rasm, *a* da keltirilgan.

Oqova suv havo bilan aralashiriladi va nasos orqali issiqlik almashtirgichga beriladi. Bu yerda aralashma chiqib ketayotgan tozalangan suvning issiqligi hisobiga isitiladi. Keyinchalik u zarur haroratgacha isitish o'chog'iga, so'ng oksidlanish jarayoni boradigan reaktorga beriladi. Suv va oksidlanish mahsulotlari (bug', gazlar, kullar) reaktordan separatorga keladi. Bu yerda gazni suy-



7.12.-rasm. Oqova suvlarni tozalash chizmalari: *a* — suyuq fazada oksidlash: 1 — yig'gich; 2 — nasos; 3 — issiqlik almashtirgich; 4 — o'choq; 5 — reaktor; 6 — separator; *b* — katalitik oksidlash: 1 — sig'im; 2 — bug'latgich; 3 — issiqlik almashtirgich; 4 — kontaktli qurilma; 5 — bug' qozon-utilizator; 6 — o'choq; 7 — sentrifuga.

uqlikdan ajratish jarayoni boradi. Gaz holatidagi mahsulotlar issiqlikni chiqitga chiqarishga yuboriladi, suv bilan kul esa issiqlik almashtirgichga uzatiladi.

Oqova suvdagi organik moddalarning yuqori konsentratsiyalarida issiqlik ko'p ajralishi hisobiga suv issiqlik almashtirgichda va o'choqda isitilmaydi.

Harorat ko'tarilishi bilan oksidlanish jarayonining samardorligi oshadi. Uchuvchan moddalar jarayon sharoitiga ko'ra, asosan bug'-gaz fazasida, uchuvchan bo'lmagan moddalar esa suyuq fazada oksidlanadi. Oqova suvdagi organik moddalarning konsentratsiyalari oshishi bilan suyuq fazali oksidlanish jarayonining iqtisodi oshadi.

Katta hajmdagi oqova suvlarni boshlang'ich konsentrlashsiz tozalash imkoniyatining mavjudligi, oksidlanish mahsulotlarida zararli moddalarning bo'lmasligi, boshqa usullar bilan birga olib borishning osonligi, ishning bexatarligi usulning afzalligi hisoblanadi. Ayrim kimyoviy moddalarning to'liq oksidlanmasligi, qurilmalar narxining yuqoriligi va kislotali muhitda qurilmaning yemirilishi usulning kamchiligidir. Usul azot, neftni qayta ishlash, selluloza-qog'oz, farmatsevtika va boshqa sanoat tarmoqlari oqova suvlarini tozalashda qo'llaniladi.

**Bug'-fazali katalitik oksidlash usuli.** Ushbu usulda sanoat oqova suvlari tarkibidagi uchuvchan organik moddalar yuqori haroratda havo kislorodi bilan geterogen katalitik oksidlanadi. Jarayon mis-xromli, rux-xromli, mis-marganesli yoki boshqa katalizatorlar ishtirokida bug' fazada juda tez boradi. Bunday oksidlantirish qurilmasidan birining sxemasi 7.12-rasm, *b* da keltirilgan.

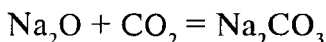
**Ishlash prinsipi.** Oqova suv yig'gichdan bug'latgichga beriladi. Bu yerda bug'langan pulpa sentrifugaga keladi va suvsizlantiriladi. Hosil bo'lgan cho'kma yoqish uchun o'choqqa beriladi. Suv bug'i uchuchan organik moddalar bilan birga bug'latgichdan issiqlik almashtirgichga yuboriladi. Issiqlik almashtirgichdan so'ng bug' issiq havo bilan aralashtiriladi va organik moddalarning oksidlanishi uchun kontaktli qurilmaga beriladi. Tutun gazlari o'choqdan qozon-utilizatorga beriladi, bu yerda bug'latgichga yo'naltiriladigan bug' hosil bo'ladi.

Qurilmalar oqova suvni zararsizlantirish bo'yicha yuqori samaradorlikka ega bo'lib, 99,8% ni tashkil etadi. Asosiy kamchiligi — katalizatorlarni fosfor, fluor va oltingugurt birikmalari bilan zaharlash hisoblanadi. Shuning uchun dastlab katalitik zaharni oqova suvdan yo'qotish zarur.

**Olovli usul.** Oqova suvlarni zararsizlantirishning bu usuli termik usullar orasida universal va eng samarali usul hisoblanadi. Usulning mohiyati oqova suvni 900—1000°C gacha qizdirilgan o'txona gazlariga bevosita purkashdan iborat. Bunda suv to'liq bug'lanadi, organik iflosliklar esa yonib ketadi. Oqova suv tarkibidagi mineral moddalar qattiq yoki erigan zarrachalar hosil qiladi, ular siklonlar yoki filtrda tutib qolinadi.

Olovli usulni tarkibida faqat mineral moddalari bo'lgan oqova suvlarni tozalashda qo'llash maqsadga muvofiq emas. Usul hajmi unchalik yuqori bo'lmagan, tarkibida zaharli organik moddalar ko'p bo'lgan oqova suvlarni boshqa usullar bilan tozalash imkoni bo'lmaganda va samaradorlik kam bo'lganda qo'llanilishi mumkin. Bundan tashqari olovli usulni yonuvchi chiqindilar bo'lganda, uni yoqilg'i sifatida ishlatish mumkin bo'lganda qo'llash maqsadga muvofiq.

Turli tarkibli oqova suvlarni zararsizlantirish jarayonida ishqoriy va ishqoriy-yer metallari oksidlari (CaO, MgO, BaO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O va boshq.) hosil bo'ladi. Bularning ba'zilar tutun gazlari komponentlari bilan o'zaro ta'sirlashishi mumkin:

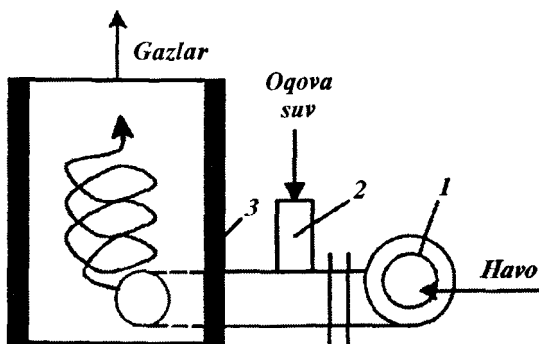


Xloridlar dissotsilanishi natijasida tutun gazlarida xlor va vodород xlorid bo'ladi. Bu moddalar qurilmaning yemirilishiga olib keladi.

Oqova suv tarkibi va konsentratsiyasiga ko'ra turli tuzilishli: kamerali, shaxtali, siklonli va mavhum qaynash qatlamli o'choqlar ishlatiladi. Kamerali va shaxtali o'choqlarning solishtirma unumdorligi kam, ya'ni 100 l/(m<sup>3</sup> · soat) gacha bo'ladi.

Siklonli o'choqlar nisbatan samarali hisoblanadi. Ularda gaz oqimi uyurmali bo'lishi hisobiga oqova suv tomchisi va gaz holatidagi mahsulotlar o'rtasidagi issiqlik va modda almashinishi tez





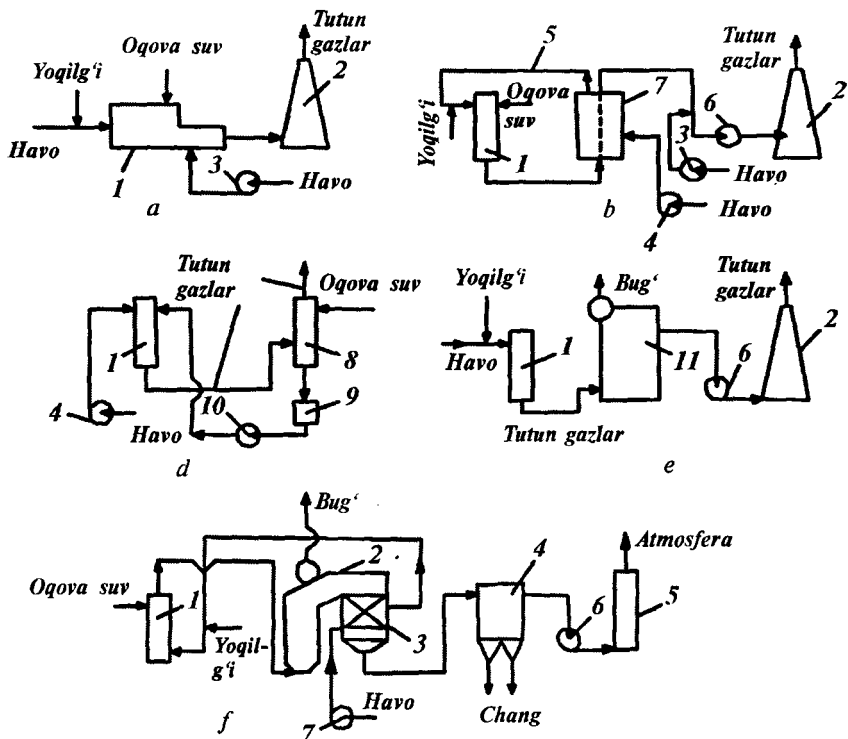
7.13-rasm. Siklonli o'choq: 1 — havo beruvchi qurilma; 2 — iste'mol moslamasi; 3 — o'choq.

ro'yi beradi. Yonuvchan chiqindilarni yoqish uchun ishlatiladigan o'choq sxemasi 7.13- rasmda keltirilgan.

O'choqdagi havo aylanma harakat hosil qiladi va silindr o'qi bo'ylab aralashadi. Oqova suv forsunka yordamida purkaladi va yoqib yuboriladi. Bunday o'choqlarning kamchiligi gaz oqimi bilan tuzlarning ko'p miqdorda chiqib ketishi hisoblanadi.

Oqova suvlarni yoqish uchun turli tuzilishga ega bo'lgan qurilmalar ishlatiladi: 1) issiqlikni rekuperatsiya qilishsiz va gazlarni tozalashsiz; 2) issiqlikni rekuperatsiya qilishsiz gazlarni tozalash; 3) issiqlikni rekuperatsiya qilib va gazlarni tozalamasdan; 4) issiqlikni rekuperatsiya qilish bilan gazlarni tozalash.

Issiqlikni rekuperatsiya qilishsiz va gazlarni tozalashsiz qurilmalarining sxemasi (7.14-rasm, a) tarkibida faqat organik moddalar bo'lgan oqova suvlarni zararsizlantirishda qo'llanadi. Bunday qurilmalarda shartli yoqilg'ining solishtirma sarfi 1 m<sup>3</sup> oqova suv uchun 300 kg ga yetadi. Shu bilan birga issiqlikni rekuperatsiya qilishli, lekin gazlarni tozalamasdan ishlovchi turli qurilmalar ham taklif etilgan (7.14- rasm, b-e lar). 7.14-rasm, b bo'yicha tashlandiq gazlarning issiqligi puflanuvchi havoni isitish uchun qo'llaniladi. Bunday holatda issiqlikni rekuperatsiya qilishsiz ishlovchi qurilmaga nisbatan issiqlik sarfi 20—30% ga kamayadi. 7.14-rasm, d da oqova suv tutun gazlari issiqligi hisobiga bug'lanadi.



7.14-rasm. Oqova suvlarni olovli zararsizlantirish sxemasi:

*a* – issiqlikni rekuperatsiya qilishsiz va tashlandiq gazlarni tozalashsiz;  
*b* – puflanuvchi havoni isitish bilan; *d* – oqova suvlarni tutun gazlari bilan bug‘latib; *e* – bug‘ hosil qilish yordamida; 1 – o‘choq; 2 – tutun uchun quvur; 3 – parrak; 4 – havo beruvchi; 5 – gaz sarflagich; 6 – tutun tortuvchi; 7 – havoni isitgich; 8 – bug‘latgich; 9 – sig‘im; 10 – nasos; 11 – bug‘-qozon-utilizator; *f* – issiqlikni rekuperatsiyali va gazlarni quruq tozalashli: 1 – o‘choq; 2 – bug‘-qozon-utilizator; 3 – havoni isitgich; 4 – gazlarni quruq tozalash qurilmasi; 5 – tutun uchun quvur; 6 – tutun tortuvchi; 7 – havoni beruvchi.

Bunday sxemalarda olovli zararsizlantirishga issiqlikning solishtir-ma sarfi  $90 \text{ kg/m}^3$  ni tashkil etadi. 7.14- rasm, *e* bo‘yicha tutun gazlarining issiqligi bug‘ olish uchun ishlatiladi.

Issiqlikni rekuperatsiya qilish va ortiqcha gazlarni turli tuzilishga ega bo‘lgan siklonlar, elektrofiltir va skrubberlarda tozalash sxemalari ham mavjud. Ulardan biri 7.14-rasm, *f* da keltirilgan.



## ***Savol va topshiriqlar***

1. Oqova suvlarni termik zararsizlantirishning qanday usullarini bilasiz?
2. Oqova suvlarni konsentrlash usulida qanday oqova suvlar zararsizlantiriladi?
3. Bug‘latuvchi qurilmalar qanday turlarga bo‘linadi?
4. Konsentrlangan eritmadan moddalarni ajratib olish jarayonining qanday afzallik va kamchiliklari bor?
5. Kristallgidrat qurilmalarining ishlash prinsipi qanday?
6. Oqova suvdan quruq moddani ajratib olish uchun qanday qurilmalar ishlatiladi?
7. Zararsizlantirishning termooksidlash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
8. Oqova suvni olovli zararsizlantirish chizmasini tushuntiring.

---

---

## BILIMNI MUSTAHKAMLASH UCHUN TESTLAR

**1. «Suv va suvdan foydalanish to'g'risida»gi O'zbekiston Respublikasining Qonuni qachon qabul qilingan?**

- a) 1994-yil 9-dekabr;
- b) 1993-yil 6-may;
- d) 1992-yil 10-iyul;
- e) 1995-yil 5-fevral;
- f) 1998-yil 5-iyun.

**2. O'zbekiston Respublikasida tabiatni muhofaza qilish haqidagi Qonun qachon qabul qilingan?**

- a) 1991-yil 10-dekabr;
- b) 1994-yil 8-dekabr;
- d) 1993-yil 9-noyabr;
- e) 1992-yil 9-dekabr.
- f) 1995-yil 5-iyun.

**3. Suvning organoleptik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?**

- a) ta'mi, rangi, hidi;
- b) elektr o'tkazuvchanligi, pH, temperatura;
- d) erimagan zarrachalar miqdori;
- e) organik moddalar miqdori;
- f) erigan anorganik moddalar miqdori.

**4. Tabiatda chuchuk suvning miqdori necha foizni tashkil qiladi?**

- a) 4%;
- b) 1%;
- d) 3%;
- e) 10%;
- f) 5%.

**5. Muzliklardagi chuchuk suv necha foizni tashkil etadi?**

- a) 4%;
- b) 1%;
- d) 20%;
- e) 2%;
- f) 5%.

**6. Tabiatda sho‘r suvning miqdori necha foizni tashkil etadi?**

- a) 90%;
- b) 50%;
- d) 97%;
- e) 78%;
- f) 80%.

**7. Oqova suvning ifloslik darajasi qaysi ko‘rsatkichlar orqali aniqlanadi?**

- a) organoleptik, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar;
- b) organoleptik, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar, erigan organik va anorganik moddalar miqdori, kolloid, mayda va yirik dispersli zarracha miqdori;
- d) rangi, hidi, tiniqligi, pH, temperatura;
- e) organoleptik, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar, erigan organik va anorganik moddalar miqdori;
- f) tiniqligi, loyqaligi, erigan organik va anorganik moddalar miqdori.

**8. Suv havzasiga bir vaqtda bir nechta iflos moddalar tushsa, qaysi shart bajarilishi kerak?**

a)  $\frac{C_1}{ChMM_1} + \frac{C_2}{ChMM_2} + \dots + \frac{C_n}{ChMM_n} \geq 1$ ;

b)  $\frac{C_1}{ChMM_1} + \frac{C_2}{ChMM_2} + \dots + \frac{C_n}{ChMM_n} = 0$ ;

d)  $\frac{C_1}{ChMM_1} + \frac{C_2}{ChMM_2} + \dots + \frac{C_n}{ChMM_n} \leq 1$ ;

$$e) \frac{C_1}{ChMM_1} + \frac{C_2}{ChMM_2} + \dots + \frac{C_n}{ChMM_n} \leq 2;$$

$$f) \frac{C_1}{ChMM_1} + \frac{C_2}{ChMM_2} + \dots + \frac{C_n}{ChMM_n} > 0.$$

**9. Kulskiy tasnifiga binoan oqova suvlar tarkibidagi iflos moddalarning turi bo'yicha necha sinfga bo'linadi?**

- a) 2 sinfga;
- b) 3 sinfga;
- d) 6 sinfga;
- e) 4 sinfga;
- f) 5 sinfga.

**10. Suvda erimaydigan, o'lchami  $10^{-5}$ — $10^{-7}$  sm<sup>-1</sup> li mayda zarrachalar bilan ifloslangan oqova suv qaysi usulda tozalanadi?**

- a) koagullash, flokullash;
- b) tindirish, filtrlash;
- d) biokimyoviy usullar bilan;
- e) adsorblash, flokullash;
- f) flotatsiya, ion almashinish.

**11. Oqova suvni suvda erigan organik moddalardan qaysi usul yordamida tozalanadi?**

- a) adsorblash, haydash va biokimyoviy usullarda;
- b) mexanik usullarda;
- d) flokullash, koagullash, adsorblash usullarida;
- e) adsorblash, flotatsiya, filtrlash;
- f) ekstraklash, flotatsiya.

**12. Zarrachalarining o'lchami  $10^{-5}$ — $10^{-7}$  sm<sup>-1</sup> li oqova suv qaysi gruppaga taalluqli?**

- a) I;
- b) IV;
- d) II;

- e) III;
- f) V.

**13. Erigan organik moddalari bor oqova suv qaysi gruppaga taalluqli?**

- a) IV;
- b) I;
- d) II;
- e) III;
- f) V.

**14. Zarrachalar o'lchami  $10^{-3}$ — $10^{-5}$  sm<sup>-1</sup> li oqova suv qaysi usullarda tozalanadi?**

- a) biologik;
- b) tindirish;
- d) adsorblash;
- e) kimyoviy;
- f) elektrkimyoviy.

**15. Erigan anorganik moddalari bor oqova suv qaysi usul yordamida tozalanadi?**

- a) filtrlash;
- b) tindirish, sentrifugalash;
- d) neytrallash, ion almashtirish;
- e) flokullash va koagullash;
- f) flotatsiya, adsorblash.

**16 Ushbu usullardan qaysi biri mexanik usullarga taalluqli?**

- a) adsorbsiya, haydash;
- b) tindirish, filtrlash;
- d) neytrallash, oksidlash;
- e) adsorbsiya, neytrallash;
- f) ekstraksiya, rektifiklash.

**17. Ushbu usullardan qaysi biri fizik-kimyoviy usullar hisoblanadi?**

- a) tindirish, sentrifugalash;
- b) oksidlash, termooksidlash;
- d) koagullash, flokullash;
- e) adsorbsiya, tindirish;
- f) neytrallash, oksidlash.

**18. Koagulant bo'ladigan moddalar qatorini ko'rsating.**

- a) NaCl, CaCl<sub>2</sub>;
- b) Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, FeCl<sub>3</sub>;
- d) AlCl<sub>3</sub>, jelatina;
- e) poliakrilamid, kraxmal;
- f) NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>.

**19. Quyidagi moddalardan qaysi biri flokulant bo'la oladi?**

- a) Ca(OH)<sub>2</sub>;
- b) NaCl, CaCl<sub>2</sub>;
- d) AlCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>3</sub>;
- e) poliakrilamid, kraxmal;
- f) ohakli suv.

**20. Oqova suvlarni tozalash usullarining qaysi biri destruktiv usul hisoblanadi?**

- a) oksidlash, termooksidlash;
- b) tindirish;
- d) adsorblash;
- e) koagullash, flokullash;
- f) haydash, ekstraksiya.

**21. Quyidagi oqova suvlarni tozalash usullarining qaysi biri regenerativ usul?**

- a) tindirish, neytrallash;
- b) biokimyoviy;
- d) oksidlash va termooksidlash;



- e) adsorblash, haydash, ekstraklash;
- f) oksidlash-qaytarish.

**22. Suyuqlikning qattiq jism yuzasida yutilishi hisobiga oqova suvlarni tozalash qanday ataladi?**

- a) absorblash;
- b) adsorblash;
- d) ekstraksiya;
- e) koagullash, flokullash;
- f) flotatsiya.

**23. Zarrachalarni yuzaga qalqib chiqishiga asoslanib oqova suvlarni tozalash qanday ataladi?**

- a) flokullash;
- b) flotatsiya;
- d) koagullash;
- e) adsorblash;
- f) ekstraklash.

**24. Oqova suvlarni tozalashni qanday ketma-ketlikda olib borish to'g'ri?**

- a) mexanik, biokimyoviy, kimyoviy;
- b) mexanik, fizik-kimyoviy, kimyoviy, biokimyoviy;
- d) fizik-kimyoviy, kimyoviy, mexanik;
- e) regenerativ, destruktiv, biokimyoviy, kimyoviy;
- f) biokimyoviy, kimyoviy, mexanik.

**25. Tindirgich moslamalarining texnologik parametrlarini hisoblash vaqtida qaysi ko'rsatkich asosiy hisoblanadi?**

- a) gidravlik radius;
- b) gidravlik qarshilik;
- d) gidravlik yiriklik;
- e) gidravlik o'lcham;
- f) gidravlik diametr.

**26. Suvdagi iflos moddalarning boshlang'ich va oxirgi miqdoriga binoan tozalash inshootining samaradorligi qanday aniqlanadi?**

a)  $\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%$ ;

b)  $\eta = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \cdot 100\%$ ;

d)  $\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_2} \cdot 100\%$ ;

e)  $\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \cdot 100\%$ ;

f)  $\eta = \frac{C_1 + C_2}{C_1} \cdot 100\%$ .

**27. Suvning qaysi ko'rsatkichi aerotenkni hisoblashda asosiy hisoblanadi?**

a) kislorodga bo'lgan kimyoviy ehtiyoj (XPK);

b) kislorodga bo'lgan biokimyoviy ehtiyoj (BPK);

d) erimagan aralashmalar miqdori;

e) suvning organoleptik ko'rsatkichi;

f) suvning loyqaligi.

**28. Tindirgichning umumiy yuzasi qaysi formula orqali aniqlanadi?**

a)  $F_{um} = \frac{\alpha \cdot Q}{3,6 \cdot U_0}$ ;

b)  $F_{um} = \frac{k \cdot Q}{3,6 \cdot U_0}$ ;

d)  $F_{um} = \frac{\alpha \cdot Q}{3,6 \cdot U_{o'r}}$ ;

e)  $F_{um} = \frac{Q}{3,6 \cdot U_0}$ ;

f)  $F_{um} = \frac{3,6 \cdot Q}{V_{o'r} \cdot U_0}$ .

**29. Tindirgichning kengligi qaysi formula orqali aniqlanadi?**

a)  $B = \frac{Q \cdot \alpha}{3,6 \cdot V_{o'r} \cdot H}$ ;

b)  $B = \frac{3,6 \cdot F}{Q \cdot V_{o'r} \cdot H \cdot N}$ ;

d)  $B = \frac{Q}{3,6 \cdot V_{o'r} \cdot H \cdot N}$ ;

e)  $B = \frac{F}{3,6 \cdot Q \cdot V_{o'r} \cdot H}$ ;

f)  $B = \frac{F}{3,6 \cdot L \cdot H}$ .

**30. Suvning loyqalik darajasi qaysi asbob yordamida aniqlanadi?**

- a) Snellen asbobi;
- b) stalagmometr;
- d) analitik tarozi;
- e) Rebinder asbobi;
- f) viskozimetr.

**31. Adsorbent qanday asosiy xususiyatga ega bo'lishi kerak?**

- a) yuqori qattqlik;
- b) yuqori g'ovaklik;
- d) kimyoviy moddalarga chidamli;
- e) korroziya ta'sirida yemirilishga chidamli;
- f) barcha javoblar to'g'ri.

**32. Aerotenk nima?**

- a) oqova suvlarni mexanik tozalash uchun qo'llaniladigan tozalash inshooti;
- b) oqova suvlarni filtrlash uchun qo'llaniladigan moslama;
- d) oqova suvlarni biologik tozalashda ishlatiladigan inshoot;
- e) cho'kmalarni achitish uchun moslama;
- f) oqova suvlarni erimagan moddalardan tozalash moslamasi.

**33. Tindirgichlar tuzilishi jihatidan qaysi turlarga bo‘linadi?**

- a) to‘g‘ri oquvchan, qarama-qarshi oquvchan;
- b) gorizontaal, vertikal, radial;
- d) spiralli, markazdan qochma, gorizontaal;
- e) gorizontaal, vertikal, nasadkali;
- f) plastinkali, trubkali.

**34. Flotatorlar necha turga bo‘linadi?**

- a) bosim ostida ishlaydigan, vakuumli;
- b) gorizontaal, vertikal, radial;
- d) spiralli, markazdan qochma, gorizontaal;
- e) gorizontaal, vertikal, nasadkali;
- f) ochiq, yopiq.

**35. Oqova suvlarni biokimyoviy tozalash jarayonida qanday jihozlar qo‘llaniladi?**

- a) tindirgich, biofiltr;
- b) aerotenk, metantenk;
- d) flotator, metantenk;
- e) adsorber, aerotenk;
- f) skrubber, adsorber.

**36. Oqova suvlarni biologik tozalash usuli qanday sharoitlarda olib boriladi?**

- a) ishqoriy, kislorodli;
- b) kislotali, kislorodsiz;
- d) kislorodli, kislorodsiz;
- e) neytral, kislorodli;
- f) ishqoriy, kislotali.

**37. Filtrovchi to‘siqlar qanday turlarga bo‘linadi?**

- a) qog‘ozli, sun‘iy;
- b) qumli, shag‘alli;
- d) tolali, ip gazlamali;
- e) matoli, donali;
- f) ko‘mirli, tuproqli.

**38. Adsorbentlar sifatida qanday moddalar qo'llaniladi?**

- a) faollangan ko'mir, alumogel, silikagel, seolitlar;
- b) dolomit, poliakrilamid, faollangan ko'mir;
- d) koks, shag'al qum;
- e) alumogel, silikagel, dala shpati;
- f) koks, kvars, shag'al.

**39. Suvning qanday ko'rsatkichlari fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarga kiradi?**

- a) ta'mi, rangi, hidi, temperaturasi;
- b) sirt tarangligi, elektr o'tkazuvchanligi, qattiqligi;
- d) kislorodga bo'lgan kimyoviy va biokimyoviy ehtiyoj;
- e) tiniqligi, pH, ta'mi, rangi;
- f) loyqaligi, tiniqligi, KBBE, KBKE.

**40. Adsorblash jarayonida yutilgan organik modda miqdori qaysi formula orqali aniqlanadi?**

a)  $A = \frac{C_1 \cdot m}{V}$ ;

b)  $\Gamma = \frac{C \cdot V}{m}$ ;

d)  $\sigma = \frac{n_2}{n_1} \cdot \sigma_{H_2O}$ ;

e)  $A = \frac{(C_1 - C_2) \cdot V}{m}$ ;

f)  $A = \frac{(C_1 + C_2) \cdot V}{m}$ .

**41. Oqova suvlarni adsorbsion tozalash jarayonida organik moddaning yutilishi qaysi asosiy ko'rsatkich orqali aniqlanadi?**

- a) pH;
- b) qovushqoqlik;
- d) sirt tarangligi;
- e) temperatura;
- f) elektro'tkazuvchanlik.

**42. Suvning kislorodga bo'lgan biokimyoviy ehtiyoji (BPK) ko'rsatkichi qaysi ifloslantiruvchi moddalarning miqdorini ko'rsatadi?**

- a) organik moddalar miqdorini;
- b) erimagan moddalar miqdorini;
- d) anorganik moddalar miqdorini;
- e) kislota va ishqorlar miqdorini;
- f) qaytaruvchi moddalar miqdorini.

**43. Qanday suvlar oqova suvlar deyiladi?**

- a) tabiiy suv, namakoblar;
- b) sho'r suv, sho'rroq suv, chuchuk suv;
- d) ichimlik suvlari, namakoblar;
- e) ishlab chiqarish korxonalarida, qishloq xo'jaligida, maishiy xizmat korxonalarida hosil bo'lgan suvlar.
- f) mineral suvlar, sho'r suv, chuchuk suv.

**44. Oqova suvlarning tiniqligini aniqlash ifloslik darajasi ko'rsatkichining qaysi biriga kiradi?**

- a) fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarga;
- b) erigan organik va anorganik moddalarning miqdori, KBKE va KBBE ko'rsatkichlariga;
- d) organoleptik ko'rsatkichlarga;
- e) dag'al dispers, kolloid aralashmalarining borligiga;
- f) erigan moddalarning asos va kislota xossalari ko'rsatkichiga.

**45. Oqova suvlar sirt tarangligini aniqlash ifloslik darajasi ko'rsatkichlarining qaysi biriga kiradi?**

- a) fizik-kimyoviy;
- b) erigan organik va anorganik moddalarning miqdori, KBKE va KBBE ko'rsatkichlariga;
- d) organoleptik;
- e) dag'al dispers, kolloid zarrachalar shaklidagi aralashmalarining borligiga;
- f) erigan tuzlar miqdorini aniqlash.

**46. Oqova suvlarni tozalashning qanday usullari majud?**

- a) mexanik;
- b) fizik-kimyoviy, kimyoviy;
- d) biokimyoviy;
- e) barcha javoblar to'g'ri;
- f) termik tozalash.

**47. Gorizontaal tindirgichning geometrik o'lchamlari qanday?**

- a) chuqurligi 10—15 m, kengligi 75—80 m, suvning tindirgichdagi oqish tezligi 20 mm/s, tindirish vaqti 10 soat;
- b) chuqurligi 1,5—4 m, kengligi 3—6 m, suvning tindirgichdagi oqish tezligi 10—12 mm/s, tindirish vaqti 1—3 soat;
- d) chuqurligi 20—25 m, kengligi 10—12 m, suvning tindirgichdagi oqish tezligi 10—12 mm/s, tindirish vaqti 16 soat;
- e) chuqurligi 40 m, kengligi 15 m, suvning tindirgichdagi oqish tezligi 20 mm/s, tindirish vaqti 5 soat;
- f) chuqurligi 30 m, kengligi 10 m, suvning tezligi 20 mm/s, tindirish vaqti — 3 s.

**48. Gorizontaal tindirgichlar korxonada oqova suvlarining qanday hajmida qo'llaniladi?**

- a) 30000 m<sup>3</sup>/sut;
- b) 15000 m<sup>3</sup>/sut;
- d) 45000 m<sup>3</sup>/sut;
- e) 120000 m<sup>3</sup>/sut;
- f) 60000 m<sup>3</sup>/sut.

**49. Radial tindirgichning shakli qanday?**

- a) to'g'ri burchakli rezervuar;
- b) uch burchakli rezervuar;
- d) doira shaklidagi rezervuar;
- e) konussimon rezervuar.
- f) ko'p burchakli rezervuar.

**50. Vertikal tindirgichning samaradorligi qaysi javobda to'g'ri keltirilgan?**

- a) 40—50%;
- b) 60—70%;
- d) 75—80%;
- e) 90%;
- f) 80%.

**51. Flotatsiya usulida qanday jarayon amalga oshadi?**

- a) «zarracha-havo pufagi» kompleksi hosil bo'lib, kompleks suv yuzasiga qalqib chiqadi;
- b) organik moddalar qattiq jism g'ovaklariga yutiladi;
- d) gaz va suyuqlik bug'lari suyuqlikda yutiladi;
- e) to'g'ri javob yo'q;
- f) cho'kmalar hosil bo'lib, idish tubiga cho'kadi.

**52. Koagullash jarayoni deb nimaga aytiladi?**

- a) yirik va mayda dispers zarrachalarni suv yuzasiga qalqib chiqishi;
- b) mayda dispers zarrachalarni agregat hosil qilish hisobiga yiriklashtirib cho'kmaga tushirish;
- d) yirik dispersli zarrachalarning og'irlik kuchi ta'sirida cho'kmaga tushishi;
- e) mayda va yirik dispers zarrachalarni filtrlovchi to'siqlar orqali o'tkazish;
- f) organik moddalarning qattiq jism g'ovaklariga yutilishi.

**53. Flokulantlar sifatida qo'llaniladigan polimerlar qanday turlarga bo'linadi?**

- a) noinogen polimerlar — tarkibida  $-\text{OH}$ ,  $=\text{CO}$  gruppallari bor — kraxmal, PVS, oksietilselluloza;
- b) anion polimerlar — tarkibida  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$  gruppallari bor lignosulfonat, alginat;
- d) kation polimerlar — tarkibida  $-\text{NH}_2$ ,  $=\text{NH}$  gruppallari bor polietilenamin, vinilpiridin;



- e) amfoter polimerlar — oqsillar, gidrolizlangan PAA;
- f) barcha javoblar to'g'ri.

**54. Radial tindirgichlar suvning sarfi qanday bo'lganda qo'llaniladi?**

- a) 15000 m<sup>3</sup>/sut;
- b) 3000 m<sup>3</sup>/sut;
- d) 20000 m<sup>3</sup>/sut;
- e) 30000 m<sup>3</sup>/sut.
- f) 60000 m<sup>3</sup>/sut.

**55. Oqova suvlarni erigan anorganik moddalardan tozalashga qanday usullar kiradi?**

- a) neytrallash, ionlarni kam eriydigan birikmalarga o'tkazish, oksidlash usuli;
- b) tindirish, filtrlash, sentrifugalash;
- d) a va e javoblar to'g'ri;
- e) elektrkimyoviy oksidlash, qaytarilish, reagent usuli;
- f) neytrallash, tindirish, oksidlash, filtrlash.

**56. Oqova suvlarni erigan anorganik moddalardan reagent tozalashga qanday usullar kiradi?**

- a) ekstraklash usuli; oqova suvlarni haydash va rektifiklash;
- b) adsorblash usuli; termooksidlash va kimyoviy oksidlash;
- d) biokimyoviy usul; aerob va anaerob guruh mikroorganizmlar ishtirokida;
- e) to'g'ri javob yo'q;
- f) ekstraklash usuli, termooksidlash, biokimyoviy usul.

**57. Oqova suvlarni reagent tozalashga qanday usullar kiradi?**

- a) neytrallash, ionlarni kam eriydigan birikmalarga o'tkazish, oksidlash va qaytarish usuli;
- b) ultrafiltratsiya va qaytar osmos usullari, elektrkimyoviy usul;
- d) tindirish, filtrlash, sentrifugalash;

- e) adsorblash, koagullash, ion almashinish, ekstraklash;
- f) ultrafiltrlash, tindirish, filtrlash, adsorblash.

**58. Oqova suvlarni erigan organik moddalardan tozalashga qanday usullar kiradi?**

- a) ekstraklash, oqova suvlarni haydash va rektifiklash, adsorblash usuli;
- b) a va e;
- d) ultrafiltrlash va qaytar ósmos, ion almashinish usuli;
- e) termooksidlash, kimyoviy oksidlash, biokimyoviy usul;
- f) ion almashinish, oksidlash, biokimyoviy usul.

**59. Zarracha o'lchamlari  $10^{-3}$ — $10^{-5}$  sm<sup>-1</sup> bo'lgan oqova suvlar qaysi guruhga taalluqli?**

- a) I;
- b) II;
- d) III;
- e) IV;
- f) II, III,

**60. Oqova suvlarni elektrkimyoviy tozalash usuli qanday qurilmada amalga oshiriladi?**

- a) tindirgichda;
- b) flotatorda;
- d) aerotenkda;
- e) elektrolizyorda;
- f) fraksionatorda.

**61. Gorizontal tindirgichning samaradorligi qanday?**

- a) 80%;
- b) 90%;
- d) 60%;
- e) 95%;
- f) 70%.

## 62. Ekstraklash usulining mohiyati nimada?

- a) oqova suv tarkibidagi yirik dispersli zarrachalarni tindirib tozalashda;
- b) moddalar aralashmasini uchinchi erituvchi modda yordamida tozalashda;
- d) oqova suv tarkibidagi iflosliklarni termik oksidlash yo'li bilan tozalashda;
- e) to'g'ri javob yo'q;
- f) suv tarkibidagi iflosliklarni parchalab, zararsizlantirishda.

## 63. Oqova suvlarni aerob va anaerob tozalash qaysi tozalash usuliga kiradi?

- a) mexanik;
- b) fizik-kimyoviy;
- d) biokimyoviy;
- e) kimyoviy;
- f) termik.

## 64. Kimyoviy oksidlash usulida qanday oksidlovchilar ishlatiladi?

- a)  $O_3$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O_2$ ;
- b)  $KOH$ ,  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ;
- d)  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $Cl_2$ ;
- e) barchasi to'g'ri;
- f) to'g'ri javob yo'q.

## 65. Yer sharidagi suvning umumiy hajmi qancha?

- a) 50300 mln.  $km^3$ ;
- b) 1386 mln.  $km^3$ ;
- d) 22500 mln.  $km^3$ ;
- e) 24252 mln.  $km^3$ ;
- f) 15005 mln.  $km^3$ ,

## 66. Chuchuk suv qanday gruppalariga bo'linadi?

- a) kam mineral aralashmali, o'rtacha mineral aralashmali, yuqori mineral aralashmali;

b) yirik makromolekulali, organik aralashmali, anorganik aralashmali;

d) mayda dispers sistemali, organik aralashmali, anorganik aralashmali;

e) yuqori molekulali, dag'al dispers sistemali, organik molekulali;

f) mayda dispers sistemali, o'rtacha mineral aralashmali, dag'al dispers sistemali.

### **67. Anorganik mahsulotlar va o'g'it ishlab chiqarish korxonalaridagi oqova suvlar qanday mahsulotlar bilan ifloslanadi?**

a) kislotalar, ishqorlar, turli tuzlar (ftoridlar, sulfatlar, fosfatlar);

b) yog' kislotalari, aromatik birikmalar, spirtlar, aldegidlar;

d) neft mahsulotlari, yog'lar, smolalar, fenollar, aldegidlar;

e) ishqorlar, tuzlar, yog' kislotalar, spirtlar;

f) spirtlar, aldegidlar, kislotalar, ishqorlar.

### **68. Oqova suvlar qanday xossalari ko'ra turlarga bo'linadi?**

a) texnologik jarayonda ishtirok etishi, kir aralashmalarni fazoviy dispers sistemalarining tarkibi, me'yorlanish darajasi, suv havzalarining ko'rsatadigan ta'siriga;

b) dag'al dispers zarrachalarning borligi, pH temperaturasi;

d) erigan organik, anorganik moddalar miqdoriga;

e) ifloslanishi darajasiga mayda zarrachalarning tarkibiga;

f) mayda dispers zarrachalarning miqdoriga qarab.

### **69. Reaksiyon suvlar qanday jarayonda hosil bo'ladi?**

a) tanlash inshootlarini sovitishda;

b) jihozlarni yuvishda;

d) kimyoviy reaksiya jarayonida;

e) muallaq zarrachalarni ajratib olishda;

f) cho'ktirishda.

### **70. Sanoat oqova suvlarining ifloslanishi nimalarga bog'liq?**

a) xomashyo turiga;

- b) pH ko'rsatkichiga;
- d) modda konsentratsiyasiga;
- e) bosim kattaligiga;
- f) mahsulot sifatiga.

**71. Suv ehtiyoji me'yor nima?**

- a) texnologik jarayon uchun kerakli suv miqdori;
- b) jihozlarni yuvish uchun ketgan suv miqdori;
- d) apparatlarni sovitish uchun ketgan suv miqdori;
- e) erituvchi sifatida qo'llanilgan suv miqdori;
- f) tozalash inshootlaridagi suv miqdori.

**72. Suv ehtiyojining yiriklashtirish me'yor qanday suvlarni o'z ichiga oladi?**

- a) reagentlarni eritish uchun sarflangan suvlarni;
- b) xo'jalik ishi va yuvinish uchun sarflangan suvlari;
- d) sovitish uchun ketgan suvlarni;
- e) kanalizatsiyaga chiqarib tashlanadigan suvlarni;
- f) iflosliklarni cho'ktirish uchun sarflangan suvlarni.

**73. Suv taqsimlash me'yor qanday suvni o'z ichiga oladi?**

- a) sovituvchi suvni;
- b) reaksiyon suvni;
- d) tozalangan va tozalash talab qilinmaydigan suvni;
- e) yuvuvchi suvni;
- f) ifloslangan suvni.

**74. Zavod yoki kombinat uchun umumiy chiqindi suvlar miqdori qaysi formula yordamida hisoblanadi?**

a)  $Q = NM$ ;

b)  $Q_{\max} = \frac{N \cdot M_{\max}}{T \cdot 3,6} \cdot Kr$  ;

d)  $Q_{\text{sut}} = N_1 M_1 + N_2 M_2 + \dots + N_m M_m$ ;

$$e) Q_{\max s} = \frac{25n_1 \cdot 45n_2}{1000} \cdot Kr;$$

$$f) Q_{\max s} = A + V.$$

**75. Ishlab chiqarish jarayonida jihozlarga suv qanday tartibda kelishi mumkin?**

- a) bir me'yorda va notekis;
- b) uzluksiz;
- d) hech o'zgarishsiz;
- e) uzlukli;
- f) juda ko'p, quyilib.

**76. Ishlab chiqarish korxonalarida suv ajratish rejimi qanday bo'ladi?**

- a) har soatda, har 3 soatda, har 6 soatda;
- b) har kuni, har oyda;
- d) smenada 1 marta, sutkada 1 marta, haftada 1 marta;
- e) 2 kunda 1 marta, 4 kunda 1 marta;
- f) haftada 1 marta, oyda 1 marta.

**77. Suv havzalariga yuborilayotgan oqova suv miqdori  $Q_{\text{tash}}$  qaysi formula asosida topiladi?**

- a)  $Q_{\text{tash}} = Q_{\text{manba}} - Q_{\text{yo'q}};$
- b)  $Q_{\text{tash}} = Q_{\text{manba}} - (Q_{\text{yuk}} + Q_{\text{manb}} + Q_{\text{ishl}});$
- d)  $Q_m = Q_{\text{yo'q}} + Q_{\text{olib ket}} + Q_{\text{ishl}} + Q_{\text{tashl}};$
- e)  $Q = N \cdot M;$
- f)  $P_{\text{um}} = (Q_{\text{tashl}} / Q_{\text{ayl}} + Q_{\text{manba}} + Q_s) \cdot 100.$

**78. Aylanma suv foizi qaysi formula yordamida aniqlanadi?**

- a)  $Q_{\text{tash}} = Q_{\text{manba}} - Q_{\text{yo'q}};$
- b)  $Q_{\text{tash}} = Q_{\text{manba}} - (Q_{\text{yo'q}} + Q_{\text{manb}} + Q_{\text{ish}});$
- d)  $P_{\text{ayl}} = (Q_{\text{ayl}} / Q_{\text{ayl}} + Q_{\text{manb}});$
- e)  $Q_{\text{manb}} = Q_{\text{yo'q}} + Q_{\text{olib ketil}} + Q_{\text{ish}} + Q_{\text{tashil}};$
- f)  $Q = N \cdot M.$

**79. Tarkibida qanday iflosliklari bo'lgan oqova suvlar kanalizatsiyaga tashlashdan oldin zararsizlantiriladi?**

- a) radioaktiv, toksikologik, bakterial;
- b) mineral;
- d) organik;
- e) anorganik;
- f) radioaktiv, organik va anorganik.

**80. Mexanik usul bilan tozalash qanday holatlarda qo'llaniladi?**

- a) suv tarkibidagi qimmatbaho moddalarni ajratib olishda;
- b) mineral va organik aralashmalarni ajratib olishda;
- d) jihozlarni tozalashda;
- e) moddalarni parchalashda;
- f) muallaq zarrachalarni yiriklashtirishda.

**81. Mexanik tozalash usulida qanday uskunalar qo'llaniladi?**

- a) flotator, erlift qurilma, «Aeroflotator»;
- b) ko'pikli-radiatsion tozalash qurilmasi, flotator;
- d) adsorberlar, flotatorlar;
- e) xaskashli panjaralar, fraksionator, tindirgichlar, tiniqlashtirgichlar, filtrlar;
- f) fraksionatorlar, flotatorlar, adsorberlar, gidrosiklonlar.

**82. Tindirish usuli qanday iflosliklarni tozalashda qo'llaniladi?**

- a) mayda dispers;
- b) kolloid eritma;
- d) gaz holatdagi;
- e) qattiq holatdagi;
- f) dag'al dispers.

**83. Suv qalqib chiquvchi moddalardan tozalanganda qanday uskunalar qo'llaniladi?**

- a) flotator, fraksionator, adsorber;
- b) fraksionator, adsorberlar, qumtutgich;
- d) qumtutgich, yog'tutgich, yoritgichlar;

- e) nefttutgich, yogʻtutgichlar, flotatorlar;
- f) flotator, absorber, nefttutgichlar.

#### **84. Qalqib chiquvchi moddalarga nimalar kiradi?**

- a) tosh, qum, shagʻal, shlam, koʻmir;
- b) neft, yogʻ, smola, moy;
- d) ohak, sement, qum;
- e) tosh, shagʻal, yogʻ, koʻmir;
- f) qum, neft, sement, shagʻal.

#### **85. Yogʻtutgichlar qayerlarda ishlatiladi?**

- a) Yogʻ zavodlari, ipakka birlamchi ishlov berishda, goʻsht kombinatlari, oshxonalarida;
- b) yogʻ zavodlari, qandolat fabrikalari, non zavodlarida;
- d) qandolat zavodlarida, teri oshlash korxonalarida, goʻsht kombinatlarida;
- e) neftni qayta ishlashda, oshxonalar, qandolat zavodlarida;
- f) ipakka birlamchi ishlov berishda, qandolat fabrikalarida, non zavodlarida.

#### **86. Filtrlash jarayoni qanday tozalash usuliga kiradi?**

- a) termik;
- b) biologik;
- d) fizik-kimyoviy;
- e) mexanik;
- f) kimyoviy.

#### **87. Filtrlash jarayonida qanday uskunalardan foydalaniladi?**

- a) qumtutgichlar, barabanli vakuum-filtr, donacha qatlamli;
- b) barabanli vakuum-filtr, donacha qatlamli, sekin va tezlatuvchi filtr, mikrofiltr, magnit filtr;
- d) tindirgich, qumtutgich, sekinlashtiruvchi va tezlatuvchi filtrlar;
- e) sekinlashtiruvchi va tezlatuvchi, mikrofiltrlar, qumtutgichlar;



f) barabanli vakuum-filtr, tindirgich, sekinlashtiruvchi va tezlatuvchi filtrlar.

**88. Koagulatsiya jarayoni qanday jarayon?**

- a) bug'latish;
- b) isitish;
- d) sovitish;
- e) cho'kmaga tushirish;
- f) eritish.

**89. Ikkilamchi elektr qatlami qayerda hosil bo'ladi?**

- a) yadroda;
- b) fazoda;
- d) muhitda;
- e) qobiqda;
- f) zarracha yuzasida.

**90. Koagullash jarayonida hosil bo'luvchi potentsiallar ayirmasi qanday nomlanadi?**

- a) termodinamik potentsiallar;
- b) gidrodinamik potentsiallar
- d) elektrokimyoviy potentsiallar;
- e) reologik potentsiallar;
- f) fizik-kimyoviy potentsiallar.

**91. Flokullash jarayoni koagullash jarayonidan nimasi bilan farqlanadi?**

- a) agregatlardan katta-kichikligi bilan;
- b) kation va anionlarning soni bilan;
- d) cho'kish tezligi bilan;
- e) flokullash zarrachalariga adsorbsiyalangan molekullarning o'zaro ta'sirlashuvida agregatlarning hosil bo'lishi bilan;
- f) hosil bo'lgan agregatlardan o'lchamlari bilan.

**92. Flotatsiya usulining afzalliklari nimalardan iborat?**

- a) cho'kishni tezlashtiradi, moddalarni oson ajratib oladi;

b) jarayon uzluksiz boradi, cho‘kish tezlashadi, moddalar oson ajratib olinadi;

d) jarayon uzluksiz ekanligi, ko‘pgina sohalarda ishlatilishi, sarfning kamligi, uskunaning soddaligi;

e) jarayon uzluksiz ekanligi, cho‘kish tezligining kamligi, o‘lchamining kichikligi;

f) o‘lchamining kichikligi, uskunaning soddaligi, moddaning oson ajratilishi.

**93. Flotatsiya jarayoni qaysi usul bilan birga olib borilishi mumkin:**

- a) koagullash;
- b) ekstraklash;
- d) ion almashinish;
- e) qaytar osmos;
- f) flokullash.

**94. Ion almashinish deganda nima tushuniladi?**

- a) ionlarning boshqa tur ionlari bilan almashinishi;
- b) ionlarning boshqa ionlarni biriktirib olishi;
- d) ionlarning ajralishi;
- e) ionlarning yutilishi;
- f) ionlarning yemirilishi.

**95. Ionitlarning yutish qobiliyati nima bilan xarakterlanadi?**

- a) potensial bilan;
- b) termodinamik potensial bilan;
- d) gidrodinamik potensial bilan;
- e) almashinish hajmi bilan;
- f) ionlarning barqarorligi bilan.

**96. Elektrkimyoviy usulga qanday jarayonlar kiradi?**

- a) filtrlash, sentrifugalash, tindirish, suzish;
- b) adsorbsiya, koagullash, flokullash, flotatsiya;
- d) neytrallash, teskari osmos, ion almashinish;

e) anodning oksidlanishi, katodli qaytarilish, elektrokoagullash, elektroflokullash, elektrodializ;

f) anodli oksidlanish, elektroflokullash, filtrlash.

**97. Elektrokimyoviy usulning samaradorligi qanday xususiyatlar orqali baholanadi?**

a) uskunaning soddaligi, sarfning kamligi, keng miqyosda qo'llanilishi, tokning zichligi;

b) uskunaning soddaligi, sarfning kamligi, quvvat, tok orqali chiqish;

d) keng miqyosda qo'llanilishi, tokning zichligi, tok orqali chiqish, quvvatning foydali qo'llanish koeffitsiyenti bilan;

e) tokning zichligi, quvvat, quvvatning foydali qo'llanish koeffitsiyenti, tok orqali, energiya orqali chiqish;

f) uskunaning samaradorligi, sarfning kamligi, tokning zichligi bilan.

**98. Elektrokoagullash usulining kamchiligi nimalardan iborat?**

a) elektrenergiya va metall ko'p sarf bo'ladi;

b) uskunaning murakkabligi;

d) uskunaning qimmatligi;

e) jarayonni olib borishning murakkabligi;

f) uskuna arzon, usul eskirib qolgan.

**99. Oqova suvlarni tozalashning kimyoviy usullariga nimalar kiradi?**

a) sentrifugalash, filtrlash, tindirish;

b) oksidlanish-qaytarilish, neytrallash;

d) neytrallash, qaytar osmos, ion almashinish;

e) tindirish, suzish, koagullash;

f) koagullash, flokullash, flotatsiya.

**100. Neytrallanish usulini tanlash nimalarga bog'liq?**

a) moddalar valentligiga;

b) moddalar massasiga;

d) suvning temperaturasiga;

e) oqova suv hajmi, konsentratsiyasi, uning quyilish rejimiga, reagentlar miqdori va narxiga;

f) cho'kmalar miqdori, oqova suv temperaturasiga.

**101\*. Neytrallash jarayonida reagentlar sifatida qanday moddalar ishlatiladi?**

a)  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ;

b)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2(\text{NH}_4)_2\text{O}_8$ ;

d)  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaCl}$ ;

e)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ;

**102. Oqova suvlarni tozalashda qanday oksidlovchilardan foydalaniladi?**

a)  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ;

b) ammoniy sulfat, sulfat kislota;

d) gaz holatidagi, siqilgan xlor, xlor dioksidi, kalsiy xlorat,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;

e)  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;

**103. Qoldiq ozonni destruksiyalashda qanday usul qo'llaniladi?**

a) suzish, tindirish, filtrlash;

b) adsorbsiya, kataliz, piroliz;

d) neytrallash, ultrafiltrlash, koagullash;

e) koagullash, flokullash, flotatsiya;

**104. Qaytarish usulida oqova suv tarkibidagi qanday moddalar tozalanadi?**

a) oltin, kumush, aluminat;

b) tuzlar, organik va anorganik kislotalar;

d) xrom, simob, mishyak;

e) oltin, organik va anorganik kislotalar.

---

\* Bundan keyingi testlarni osonlashtirish maqsadida ularga 4 ta javob variantlari berildi.

**105. Iflosliklar konsentratsiyasi va zaharliliği bo'yicha oqova suvlarning biokimyoviy ko'rsatkichi necha gruppaga bo'linadi?**

- a) 2;
- b) 3;
- d) 4;
- e) 5.

**106. Biokimyoviy tozalashning anaerob usuli nima maqsadda qo'llaniladi?**

- a) organik iflosliklarni tozalashda;
- b) anorganik iflosliklarni tozalashda;
- d) reagentlarni qo'llashda;
- e) cho'kmalarni bijg'itishda;

**107. Oqova suvlarni erigan kislorod bo'yicha kerakli tozalash darajasini hisoblashda nimani aniqlash zarur?**

- a) erigan kislorod konsentratsiyasini;
- b) KBKE ko'rsatkichini;
- d) KBBE ko'rsatkichini;
- e) pH ko'rsatkichini.

**108. Koagullash qaysi usulga kiradi?**

- a) mexanik;
- b) fizik-kimyoviy;
- d) kimyoviy;
- e) biokimyoviy.

**109. Qaysi usul shahar oqova suvlarini tozalashda asosiy usul hisoblanadi?**

- a) mexanik;
- b) fizik-kimyoviy;
- d) kimyoviy;
- e) biokimyoviy.

**110. Oqova suvlarni biologik tozalash nimaga asoslangan?**

a) organik moddalarni mikroorganizmlar yordamida oksidlanishiga;

- b) biologik tizimlarning tabiiy o'z-o'zini tozalashiga;
- d) kislorodning biologik sarfiga;
- e) kislorodning kimyoviy sarfiga.

**111. Oqova suvlarni biogen moddalardan tozalashda qaysi moddalar yo'qotiladi?**

- a) xloridlar va azot;
- b) sulfatlar va xloridlar;
- d) fosfor va oltingugurt;
- e) azot va fosfor.

**112. Quyidagi usullardan qaysi biri fizik-kimyoviy usullarga kirmaydi?**

- a) flokullash;
- b) koagullash;
- d) filtrlash;
- e) flotatsiya.

**113. Panjaralarda sterjenlarning qanday kesimi bo'lmaydi?**

- a) aylanali;
- b) ovalli;
- d) uchburchakli;
- e) to'rtburchakli.

**114. Oqova suvlar inshootlarida panjaralar qanday maqsadlarda ishlatiladi?**

- a) suzib yuruvchi moddalarni ushlab qolish maqsadida;
- b) yirik iflosliklarni ushlab qolish maqsadida;
- d) yirik iflosliklarni maydalash maqsadida;
- e) yirik iflosliklarni utilizatsiya qilish maqsadida.

**115. Cho'kish kinetikasi deganda nimani tushunish kerak?**

- a) KBBE o'zgarishining vaqtga bog'liqligini;
- b) gidravlik yiriklikning vaqtga bog'liqligini;
- d) tiniqlashish samarasining vaqtga bog'liqligini;
- e) pH ning vaqtga bog'liqligini.

**116. Qanday turdagi tindirgichlar umuman bo'lmaydi?**

- a) vertikal;
- b) gorizontal;
- d) tangensial;
- e) radial.

**117. Qaysi turdagi tindirgichlarda oqova suvlar muallaq moddalar qavati orqali filtrlanadi?**

- a) radial tindirgichda;
- b) aylanuvchi yig'uvchi-taqsimlovchi moslamali tindirgichda;
- d) tiniqlashtirgichda;
- e) yupqa qatlamli blokli tindirgichda.

**118. Qaysi tindirgichda tozalash samaradorligi yuqori bo'ladi?**

- a) radial tindirgichda;
- b) gorizontal tindirgichda;
- d) yupqa qatlamli blokli tindirgichda;
- e) aylanuvchi yig'uvchi-taqsimlovchi moslamali tindirgichda.

**119. Qaysi turdagi tindirgichda suv qo'zg'almas holatda bo'ladi?**

- a) radial tindirgichda;
- b) vertikal tindirgichda;
- d) tiniqlashtirgichda;
- e) aylanuvchi yig'uvchi-taqsimlovchi moslamali tindirgichda;

**120. Nimaning hisobiga tabiiy aeratsiyali tiniqlashtirgichda tiniqlashish samarasi oshadi?**

- a) gidrodinamik sharoitlarning yaxshilanishi hisobiga;
- b) aeratsiya hisobiga;
- d) flokullash hisobiga;
- e) organik moddalarning oksidlanishi hisobiga.

**121. Filtrlash maydonlaridagi tuproqning qaysi zonasida denitrifiklash jarayoni ro'y beradi?**

- a) aerob;
- b) anaerob;

- d) aerob va anaerob;
- e) tiniqlashish.

**122. Qaysi moddalar oqova suvlarni tabiiy biologik tozalashda yo'qolmaydi?**

- a) spirtlar;
- b) saxaridlar;
- d) fenollar;
- e) parafinlar.

**123. Oqova suvlardagi organik iflosliklarni biofiltrda nima yutadi?**

- a) bioparda;
- b) faol loyqa;
- d) havo kislorodi;
- e) yuklanuvchi material.

**124. Biofiltrlarda harakatlanuvchi qism bo'lishi mumkinmi?**

- a) har doim bo'ladi;
- b) hech qachon bo'lmaydi;
- d) biofiltr turiga bog'liq;
- e) to'g'ri javob yo'q.

**125. Oqova suvlarni biokimyoviy tozalashning qaysi inshooti eng yuqori oksidlash xususiyatiga ega?**

- a) aerotenklar;
- b) biofiltrlar;
- d) biologik havzalar;
- e) sirkulatsiyali oksidlovchi kanallar.

**126. Loyqali indeks deganda nima tushuniladi?**

- a) quruq holdagi 1 g faol loyqa egallagan hajm;
- b) birlik hajmda loyqali aralashmadagi faol loyqa miqdori;
- d) faol loyqaning aeratsiya zonasida bo'lish vaqti;
- e) nam holdagi 1 g faol loyqa egallagan hajm.



**127. Oqova suvlarni aerotenklarda tozalashda regeneratordan nima maqsadda foydalaniladi?**

- a) faol loyqaning qaytaruvchi xossalarini tiklash maqsadida;
- b) oqova suvlarni regeneratsiya qilish maqsadida;
- d) faol loyqaning oksidlovchi xossalarini tiklash maqsadida;
- e) faol loyqaning zaruriy dozasini tiklash maqsadida.

**128. Aerotenklarning qaysi turi oqova suvdagi iflosliklarning sarfi va miqdori keskin o'zgarishida qo'llaniladi?**

- a) aerotenk-aralash tirgichlar;
- b) aerotenk-zichlashtirgichlar;
- d) oqova suvni bo'lib-bo'lib berishli aerotenklar;
- e) aerotenk-regeneratorlar.

**129. Oqova suvdagi iflosliklarning konsentratsiyasi qanday bo'lganda aerotenk-regeneratorlar qo'llaniladi?**

- a) past bo'lganda;
- b) yuqori bo'lganda;
- d) ularning qo'llanilishi konsentratsiyaga bog'liq emas;
- e) o'rtacha bo'lganda.

**130. Ikkilamchi tindirgichlarni hisoblashda gidravlik yiriklik qanday aniqlanadi?**

- a) tiniqlashish samarasiga bog'liq ravishda;
- b) muallaq moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq;
- d) o'zgarmas ravishda qabul qilinadi;
- e) pH muhitga bog'liq.

**131. Oqova suvni tozalashda qaysi turdagi cho'kma eng yuqori namlikka ega bo'ladi?**

- a) faol loyqa;
- b) bioparda;
- d) birlamchi tindirgichdan so'ng hosil bo'lgan nam cho'kma;
- e) qumtutkichlardan tushgan qumlar.

**132. Flotatsiya usuli oqova suvlarni qanday moddalardan tozalashda qoʻllaniladi?**

- a) KBBE va muallaq moddalar;
- b) sirt faol moddalar, yogʻlar va moylar;
- d) fenollar va efirlar;
- e) ogʻir metallar, biogen elementlar va qattqlik.

**133. Faol xlor nima?**

- a) xlor ioni;
- b) gipoxorit ioni;
- d) xlorid kislota;
- e) xlorid kislota va gipoxorit ioni.

**134. Oqova suvlarni zararsizlantirishda ishlatiladigan ozonning asosiy kamchiligi nimada?**

- a) suvda tez parchalanib ketishida;
- b) suvdan tez bugʻlanib ketishida;
- d) sekin taʼsir etishida;
- e) sekin olinishida.

**135. Ishlab chiqarish ehtiyojlarida suvning harorati...**

- a) qancha past boʻlsa, shuncha yaxshi;
- b) texnologlarning topshiriqlari boʻyicha aniqlanadi va texnologik jarayon turiga bogʻliq;
- d) 10—25°C gacha boʻlishi kerak;
- e) asosiy rol oʻynamaydi.

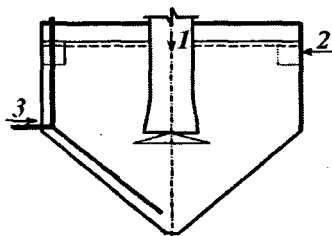
**136. Suvning umumiy qattqligi nima bilan belgilanadi?**

- a) Ca va Mg kationlari umumiy konsentratsiyalarining mg-ekv/l da ifodalanishi bilan;
- b) K va Na kationlari umumiy konsentratsiyalari bilan;
- d) barcha anionlarning umumiy konsentratsiyalari bilan;
- e) Ca kationi konsentratsiyasining mg-ekv/l da ifodalanishi bilan.

**137. Suvning umumiy ishqoriyligi nima bilan aniqlanadi?**

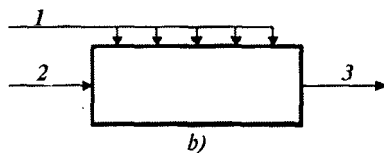
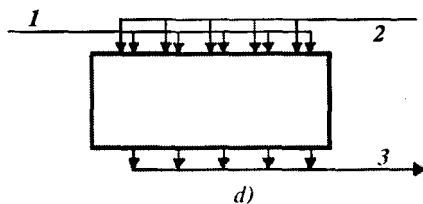
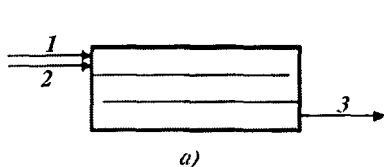
- a) barcha anionlarning umumiy konsentratsiyalari bilan;
- b) K va Na kationlari umumiy konsentratsiyalari bilan;
- d) Ca kationi konsentratsiyasining mg-ekv/l da ifodalanishi bilan;
- e) xlorid yoki sulfat kislotasi bilan reaksiyaga kirisha oladigan kuchsiz kislotalar anionlari summasi bilan.

**138. Quyidagi rasmda keltirilgan vertikal tindirgichda oqova suvni tindirish uchun qaysi yo'nalishda beriladi?**



- a) 1- yo'nalishda;
- b) 2- yo'nalishda;
- d) 3- yo'nalishda;
- e) 1- va 2- yo'nalishlarda.

**139. Oqova suv va faol loyqa harakatining qaysi sxemasi aeroxen-zichlashtirgichga taalluqli?**



- 1 — oqova suv;
- 2 — faol loyqa;
- 3 — loyqali aralashma.

**140. Quyidagi usullardan qaysi biri termik usullarga taalluqli emas?**

- a) erigan moddalarni ajratish bilan oqova suvni konsentrlash;
- b) organik moddalarni suyuq fazali oksidlash;
- d) olovli zararsizlantirish;
- e) xlor yordamida zararsizlantirish.

**141. Eritmani termik konsentrlash qurilmalariga qaysi qurilmalar kiradi?**

- a) bug'latuvchi, muzlatuvchi, kristall gidratli;
- b) bug'latuvchi, muzlatuvchi, aeratsiyalovchi;
- d) oksidlovchi, muzlatuvchi, kristall gidratli;
- e) qaytaruvchi, muzlatuvchi, kristall gidratli.

**142. Oqova suvni bug'latishdan oldin yumshatish maqsadida soda qo'shilganda shlam ko'rinishida qanday modda cho'kadi?**

- a)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
- b)  $\text{CaCO}_3$ ;
- d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
- e)  $\text{MgCO}_3$ .

**143. Qanday turdagi kristallizatorlar umuman bo'lmaydi?**

- a) shnekli;
- b) vakuumli;
- d) barabanli aylanuvchi;
- e) vertikal.

**144. Qurilgan materialni gaz oqimidan ajratishda qanday qurilmalar qo'llaniladi?**

- a) siklon, skubber, yoqali filtr;
- b) tindirgich, gidrosiklon, flotator;
- d) siklon, tindirgich, qumtutkich;
- e) skubber, elektrofiltr, biofiltr.

**145. Oqova suvlarni zararsizlantirishning suyuq fazali oksidlash usulida organik moddalar kislorod bilan qanday haroratda oksidlantiriladi?**

- a) 90—100°C;
- b) 100—350°C;
- d) 350—500°C;
- e) 450—600°C.

**146. Oqova suvlarni zararsizlantirishning suyuq fazali oksidlash usulida haroratning ko'tarilishi oksidlanish jarayoniga qanday ta'sir qiladi?**

- a) samaradorlik oshadi;
- b) samaradorlik kamayadi;
- d) haroratga bog'liq emas;
- e) bosim pasayadi.

**147. Bug'-fazali katalitik oksidlash usulining asosiy kamchiligi nimadan iborat?**

- a) katalizatorlarning fosfor, fluor va oltingugurt birikmalari bilan zaharlanishi;
- b) jihozlarning murakkabligi;
- d) narxining qimmatligi;
- e) tez ishdan chiqishi.

**148. Oqova suvlarni tozalashda gidrosulfidli va sulfidli oltin-gugurtning oksidlanish jarayoni bosqichlari qaysi qatorda to'g'ri keltirilgan?**

- a)  $S^{2-} \rightarrow S \rightarrow S_n O_6^{2-} \rightarrow S_2 O_3^{2-} \rightarrow SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$ ;
- b)  $S^{2-} \rightarrow S_2 O_3^{2-} \rightarrow SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$ ;
- d)  $S^{2-} \rightarrow S \rightarrow S_2 O_3^{2-} \rightarrow SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$ ;
- e)  $S^{2-} \rightarrow S \rightarrow S_n O_6^{2-} \rightarrow S_2 O_3^{2-} \rightarrow HSO_3^- \rightarrow SO_4^{2-}$ .

**149. Tarkibida sulfat kislota mavjud bo'lgan oqova suvlarni neytrallashda ohakli suv qo'llanilganda qaysi modda cho'kmaga tushadi?**

- a)  $CaSO_4$ ;

- b)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- d)  $\text{CaCO}_3$ ;
- e)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

**150. Elektrflotatsiya usulida asosiy rolni nima o'ynaydi?**

- a) elektr toki;
- b) katodda hosil bo'luvchi pufakchalar;
- d) suvning zichligi;
- e) suvning harorati.

**151. Teskari osmos uchun qurilmalar membranalarining joylashtirilishiga qarab nechta turga bo'linadi?**

- a) 2;
- b) 3;
- d) 4;
- e) 5.

**152. Sulfokationitlar markalari to'g'ri keltirilgan qatorni toping?**

- a) KY-2-8, KY-2, KB-4;
- b) KB-4, KY-23, AH-2Φ;
- d) KY-2, KY-23, KY-2-8;
- e) AB-17-8, AH-2Φ, KY-2-8.

**153. Kuchli asosli anionitlar qanday modda yordamida regeneratsiyalanadi?**

- a) NaOH;
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- d) NaCl;
- e)  $\text{NaHCO}_3$ .

**154. Kuchli kislotali kationitlar qanday modda yordamida regeneratsiya qilinadi?**

- a) NaCl;
- b)  $\text{NaHCO}_3$ ;

- d) CaOH;
- e) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

**155. Davriy ishlaydigan ion-almashtiruvchi qurilmalarning siklik ishlashi qanday bosqichlardan iborat?**

a) oqova suvni isitish, ion-almashinish, ionitlarni regeneratsiyalash;

b) ion-almashinish, ionitlarni mexanik qo'shimchalardan yuvish, ionitlarni regeneratsiyalash, ionitlarni regeneratsiyalovchi eritmalardan yuvish;

d) ionitlarni mexanik qo'shimchalardan yuvish, ion-almashinish, ionitlarni regeneratsiyalash;

e) ionitlarni yuvish, ion-almashinish, elyuentni utilizatsiyalash.

**156. Quyidagi qaysi formula orqali flokulantlarning samaradorligi topiladi?**

a)  $\eta_f = (\omega_f + \omega) / \omega \cdot q$ ;

b)  $\eta_f = (\omega_f + \omega) / 2$ ;

d)  $\eta_f = (\omega_f - \omega) / \omega \cdot q$ ;

e)  $\eta_f = 1 / (\omega_f - \omega)$ .

**157. Koagullash jarayonining tezligi nimaga bog'liq?**

a) oqova suvning pH muhitiga;

b) oqova suvning haroratiga;

d) oqova suvning qovushqoqligiga;

e) elektrolit konsentratsiyaga.

**158. Sentrifugalarning quvvati qaysi formula orqali topiladi?**

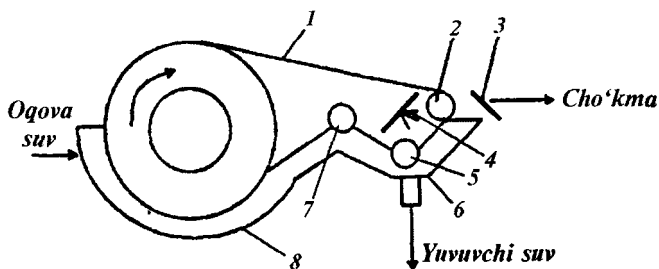
a)  $Q = K v_v / \tau_s$ ;

b)  $Q = (K v_v + \tau_s) / \tau_s$ ;

d)  $Q = v_v / \tau_s$ ;

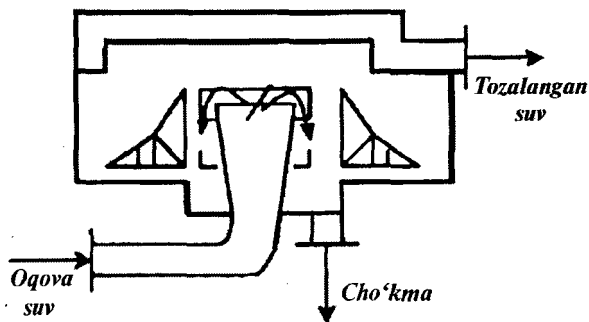
e)  $Q = (K v_v - \tau_s) / \tau_s$ .

159. Quyidagi rasmda qanday qurilmaning chizmasi keltirilgan?



- a) tezkor filtr;
- b) barabanli vakuum-filtr;
- d) gorizontaal tindirgich;
- e) qumtutkich.

160. Quyidagi rasmda qaysi tindirgichning chizmasi keltirilgan?



- a) gorizontaal;
- b) vertikal;
- d) radial;
- e) plastinkali.

161. Sovituvchi suvlar qanday moddalar bilan ifloslanadi?

- a) tuzlar;
- b) kislota va ishqorlar;
- d) yog'lar;
- e) ifloslanmaydi.



**162. Ionitlarni regeneratsiya qilish darajasi qaysi formula orqali topiladi?**

- a)  $\alpha = 100 \cdot \theta_q / \theta_t$ ;
- b)  $\alpha = 100 \cdot (\theta_t - \theta_q) / \theta_t$ ;
- d)  $\alpha = 100 \cdot (\theta_t + \theta_q) / \theta_t$ ;
- e)  $\alpha = (\theta_t + 1) \cdot 100 / \theta_t$ .

**163. Bosimli gidrosiklon samaradorligi qaysi formula orqali aniqlanadi?**

- a)  $Q = k_1 \cdot D \cdot d_{kir} \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta H}$  ;
- b)  $Q = k_1 \cdot d_{kir} \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta H}$  ;
- d)  $Q = k_1 \cdot k_2 \cdot d_{kir} \cdot \sqrt{\Delta H}$  ;
- e)  $Q = k_1 \cdot d_{kir} \cdot \sqrt{T + \Delta H}$  .

**164. Sekin filtrlarning asosiy kamchiligi nimada?**

- a) o'lchami katta, narxi qimmat va cho'kmani tozalash qi-yinligi;
- b) o'lchami kichik, cho'kmani tozalash qiyinligi;
- d) tezligi kam, samaradorligi past;
- e) samaradorligi past, narxi qimmat.

**165. Korxonalarga suvlarni tayyorlashda suvning boshlang'ich qattiqligi 6,0—9,0 mg-ekv/l bo'lsa, qanday suvlarga taalluqli bo'ladi?**

- a) yumshoq suv;
- b) o'rtacha qattiq suv;
- d) qattiq suv;
- e) juda qattiq suv.

**166. Korxonalarga suvlarni tayyorlashda yumshoq suvning attiqligi qancha bo'lishi kerak?**

- a) 0—1,5 mg-ekv/l;
- b) 1,5—3,0 mg-ekv/l;

- d) 3,0—4,5 mg-ekv/l;
- e) 4,5—6,0 mg-ekv/l.

**167. Suvning zichligi necha gradusda eng yuqori ko'rsatkichga ega?**

- a) 0°C;
- b) 5°C;
- d) 4°C;
- e) 10°C.

**168. Suvning rangliligi qaysi birlikda o'lchanadi?**

- a) ball;
- b) gradus;
- d) sm;
- e) %.

**169. Ichimlik suvining tarkibida ftorning miqdori qancha bo'lishi kerak?**

- a) 3—5 mg/l;
- b) 0,1—0,3 mg/l;
- d) 0,5—1,5 mg/l;
- e) 0,5—10 mg/l.

**170. Suvni zararsizlantirish usullariga qaysi usullar kiradi?**

- a) temirsizlantirish, bromlash, xlorlash, ozonlash;
- b) xlorlash, elektroliz, ftorsizlantirish, tuzsizlantirish;
- d) ozonlash, xlorlash, ftorlash, yumshatish;
- e) xlorlash, ozonlash, nurlantirish, elektroliz.

**171. Suvni yumshatish uchun qaysi usullar qo'llaniladi?**

- a) temirsizlantirish, elektrodializ, zararsizlantirish;
- b) reagentli, termokimyoviy, ionitli;
- d) reagentli, filtrlash, cho'ktirish;
- e) tindirish, ohaklash, ionitli.

**172. Cho'kmalarni bijg'itish jarayoni qaysi inshootda olib boriladi?**

- a) metantenk;
- b) aerotenk;
- d) tindirgich;
- e) neytralizator.

**173. Cho'kmalarni tabiiy yo'l bilan quritish qaysi inshootda olib boriladi?**

- a) vakuum-filtr;
- b) loyqa maydoni;
- d) sentrifuga;
- e) tindirgich.

**174. Suvning hidi qaysi birlikda o'lchanadi?**

- a) gradus;
- b) mg-ekv;
- d) litr;
- e) ball.

**175. Suvning qanday turdagi qattiqligi mavjud?**

- a) karbonatsiz, karbonatli;
- b) umumiy, sulfatli;
- d) umumiy, karbonatli, karbonatsiz;
- e) umumiy, karbonatli.

**176. Suvga koagullash usulida ishlov berishda koagulant dozasi qanday aniqlanadi?**

- a)  $D_k = 4 \cdot S$ ;
- b)  $D_k = \sqrt{2S}$ ;
- d)  $D_k = 4\sqrt{S}$ ;
- e)  $D_k = 2\sqrt{S}$ .

**177. Ozonlash qaysi usullarga kiradi?**

- a) boshlang'ich ishlov berish;
- b) zararsizlantirish;

- d) tuzsizlantirish;
- e) yumshatish.

**178. Oqova suv fraksionatorga berilganda muallaq zarra-chalarning necha foizi dag'al fraksiyada qoladi?**

- a) 10—20%;
- b) 20—40%;
- d) 40—50%;
- e) 50—80%;

**179. Qumtutkichlar qanday maqsadlarda ishlatiladi?**

- a) neft mahsulotlaridan tozalashda;
- b) qumlarni tutib qolishda;
- d) oqova suvdagi mineral va organik iflosliklarni boshlang'ich ajratib olishda;
- e) koagulantlarni aralashtirishda.

**180. Qumtutkichlarda suvning harakat tezligi qanday bo'ladi?**

- a) 0,5 m/s;
- b) 1 m/s;
- d) 0,3 m/s;
- e) 2 m/s.

**181. Oqova suv sarfi 20000 m<sup>3</sup>/sut dan yuqori bo'lsa, qanday tindirgich qo'llaniladi?**

- a) radial;
- b) vertikal;
- d) gorizontaal;
- e) trubkali.

**182. Oqova suv tarkibida neft, yog' va moylar bo'lganda qanday qurilmalar qo'llaniladi?**

- a) tindirgich, elektrolizyor, ionitli filtr;
- b) adsorber, koagulator, flotator;

- d) nefttutkich, yogʻtutkich; tindirgich;
- e) flotator, elektrkoagulator, ozonator.

**183. Oqova suvni muallaq zarrachalardan tiniqlashtirgich yordamida tozalashda tozalash samaradorligi necha foiz boʻladi?**

- a) 40—50%;
- b) 50—60%;
- d) 60—70%;
- e) 80—90%.

**184. Nefttutkichlarda oqova suvning harakat tezligi qanday boʻladi?**

- a) 0,002—0,004 m/s;
- b) 0,005—0,01 m/s;
- d) 0,01—0,05 m/s;
- e) 0,05—0,1 m/s.

**185. Oqova suvlarni filtrlash jarayoni necha bosqichdan iborat?**

- a) 2;
- b) 3;
- d) 4;
- e) 5.

**186. Donali qatlam filtrlar qanday turlarga boʻlinadi?**

- a) bosimli, ochiq, tezkor;
- b) ochiq, mikrofiltr, vakuumli;
- d) sekin, tezkor, ochiq va yopiq;
- e) bosimli, vakuumli, ochiq.

**187. Ochiq filtrlarda qatlam balandligi qanday boʻladi?**

- a) 0,5—1 m;
- b) 1—2 m;
- d) 2—3 m;
- e) 3—4 m.

**188. Koagullanmagan oqova suvni filtrlash uchun qanday filtrlar ishlatiladi?**

- a) tezkor filtrlar;
- b) sekin filtrlar;
- d) filtr-press;
- e) barabanli vakuum-filtr.

**189. Magnitli filtrlarning tozalash samaradorligi qancha?**

- a) 60%;
- b) 70%;
- d) 80%;
- e) 90%.

**190. Magnitli filtrlarning unumdorligi qancha?**

- a) 150 m<sup>3</sup>/s gacha;
- b) 120 m<sup>3</sup>/s gacha;
- d) 100 m<sup>3</sup>/s gacha;
- e) 60 m<sup>3</sup>/s gacha.

**191. Magnitli separatorlar necha guruhga bo'linadi?**

- a) 3;
- b) 4;
- d) 5;
- e) 6.

**192. Oqova suvlarni markazdan qochma kuch asosida tozalashda qanday qurilmalar qo'llaniladi?**

- a) filtr-press, adsorber;
- b) gidrosiklon, sentrifuga;
- d) ekstraktor, gidrosiklon;
- e) tindirgich, sentrifuga.

**193. Gidrosiklonlarning tozalash samaradorligi necha foizni tashkil qiladi?**

- a) 50%;
- b) 60%;

- d) 70%;
- e) 80%.

**194. Qaysi qatorda sentrifugal turlari to'g'ri keltirilgan?**

- a) gorizontaal, vertikal, qiyali;
- b) radial, vertikal, trubkali;
- d) plastinkali, trubkali, gorizontaal;
- e) qiyali, radial, vertikal.

**195. Quyidagi usullardan qaysi biri fizik-kimyoviy usullarga taalluqli emas?**

- a) adsorblash;
- b) ion-almashinish;
- d) filtrlash;
- e) koagullash.

**196. Oqova suvlarni koagullash usuli yordamida tozalashda qaysi koagulant eng qo'p qo'llaniladi?**

- a)  $\text{NaAlO}_2$ ;
- b)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- d)  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ ;
- e)  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ .

**197. Koagullash jarayonida qo'llaniladigan temir tuzlari qanday kamchiliklarga ega?**

- a) past haroratlarda ta'siri kam;
- b) pH muhitining kichik oraliqlarida qo'llash mumkinligi;
- d) qurilma korroziyaga tez uchraydi;
- e) iviqlarning gidravlik yirikligi kam.

**198. Oqova suvlarni flokullash usulida tozalashda poliakrilamid (PAA) ning optimal dozasi qanday?**

- a) 0,2—0,5 g/m<sup>3</sup>;
- b) 0,4—1,0 g/m<sup>3</sup>;
- d) 1,0—2,0 g/m<sup>3</sup>;
- e) 2,5—3,0 g/m<sup>3</sup>.

**199. Flokulantlarning samaradorligi qaysi formula orqali aniqlanadi?**

- a)  $\eta_f = (\omega_f - \omega) / \omega q$ ;
- b)  $\eta_f = (\omega_f + \omega) / \omega q$ ;
- d)  $\eta_f = (\omega_f - \omega) / q$ ;
- e)  $\eta_f = (\omega_f - \omega) / 2$ .

**200. Oqova suvlarni koagullash va flokullash usullarida tozalash bosqichlari qaysi javobda to'g'ri keltirilgan?**

- a) reagentlarni dozalash, iviq hosil qilish va iviqlarni cho'ktirish;
- b) reagentlarni dozalash va oqova suv bilan aralashtirish, iviq hosil qilish va iviqlarni cho'ktirish;
- d) reagentlarni dozalash, aralashmani isitish, iviq hosil qilish va iviqlarni cho'ktirish;
- e) reagentlarni oqova suv bilan aralashtirish, iviqlarni cho'ktirish.

**201. Oqova suvlarni koagullash va flokullash usullarida tozalashda iviqlar necha daqiqada hosil bo'ladi?**

- a) 5—10 daqiqa;
- b) 10—30 daqiqa;
- d) 30—40 daqiqa;
- e) 60 daqiqa.

**202. Flotatsiya usulida hosil bo'lgan shlamlarning namligi qanday bo'ladi?**

- a) 70—75%;
- b) 75—80%;
- d) 80—85%;
- e) 90—95%.

**203. Vakuimli flotatsiya jarayoni qancha davom etishi mumkin?**

- a) 10 daqiqa;
- b) 20 daqiqa;



- d) 30 daqiqa;
- e) 40 daqiqa.

**204. Qaysi javobda vakuumli flotatsiyaning kamchiligi to'g'ri ko'rsatilgan?**

- a) energiyaga sarf-xarajatlar ko'p bo'ladi;
- b) muallaq zarrachalarning yuqori konsentratsiyalarida qo'llab bo'lmaydi;
- d) qurilmalarning narxi qimmat;
- e) gaz pufakchalarining hosil bo'lishi va ularning zarrachalar bilan yopishishi tinch holatda ro'y bermaydi.

**205. Oqova suv tarkibidagi muallaq zarrachalarning konsentratsiyasi qanday bo'lganda bosimli flotatsiya qo'llaniladi?**

- a) 4—5 g/l gacha bo'lganda;
- b) 5—6 g/l gacha bo'lganda;
- d) 8—10 g/l bo'lganda;
- e) 10—12 g/l bo'lganda.

**206. Bosimli flotatsiyada tozalash samaradorligini oshirish maqsadida qanday moddalar qo'llaniladi?**

- a) flokulantlar;
- b) koagulantlar;
- d) kislota eritmalari;
- e) ohakli suv, soda eritmasi.

**207. Bosimli flotatsiyada oqova suv flotatsion kamerada qancha vaqt bo'ladi?**

- a) 10—20 daqiqa;
- b) 20—30 daqiqa;
- d) 5—10 daqiqa;
- e) 40—50 daqiqa.

**208. Erlift qurilmalarining kamchiligi qaysi qatorda to'g'ri ko'rsatilgan?**

- a) kimyo sanoati oqova suvlarini tozalashda qo'llanilmaydi;

- b) tuzilishi murakkab;
- d) flotatsion kameralar juda balandga o'rnatiladi;
- e) energiya sarf-xarajatlari ko'p.

**209. Ko'pikli fraksiyalash usulida oqova suvlarni SFM (sirt faol moddalar) dan tozalash jarayonining qanday kamchiligi bor?**

- a) oqova suvda SFM konsentratsiyasi ortib borganda tozalash samaradorligi kamayadi;
- b) harorat oshishi bilan tozalash samaradorligi kamayadi;
- d) kimyo sanoati oqova suvlarini tozalashda qo'llanilmaydi;
- e) energiya sarf-xarajatlari ko'p.

**210. Tarkibida fenollar, bo'yovchi moddalar, aromatik nitro-birikmalar bo'lgan oqova suvlarni qaysi usul bilan tozalash mumkin?**

- a) flokullash;
- b) adsorblash;
- d) filtrlash;
- e) koagullash.

**211. Adsorblash usulining samaradorligi qanday bo'ladi?**

- a) 60—70%;
- b) 70—75%;
- d) 75—80%;
- e) 80—95%.

**212. Adsorblash jarayonining tezligi nimalarga bog'liq?**

- a) bosimga, adsorbent xossalriga, erigan moddalar konsentratsiyasiga;
- b) suvning haroratiga, adsorbent xossalriga, erigan moddalar konsentratsiyasiga;
- d) suvning qovushqoqligiga, adsorbent xossalriga;
- e) qurilmalar tuzilishiga, adsorbent xossalriga.

**213. Ishlatilgan adsorbentlarni regeneratsiyalashda qanday modda qo'llaniladi?**

- a) NaCl;

- b) isitilgan suv bug'ı;
- d) ishqor eritmasi;
- e) kislota eritmasi.

**214. Adsorbentlarni o'choqlarda termik regeneratsiyalash qanday haroratda olib boriladi?**

- a) 100—200°C;
- b) 300—400°C;
- d) 500—600°C;
- e) 700—800°C.

**215. Suvni tayyorlash, tuzsizlantirish, yumshatish uchun qanday usuldan foydalaniladi?**

- a) filtrlash;
- b) koagullash;
- d) ion-almashinish;
- e) elektrkoagullash.

**216. Kuchli kislotali kationitlarga qaysi kationitlar kiradi?**

- a) sulfokationitlar, karboksil kationitlar;
- b) sulfokationitlar, fosforli kationitlar;
- d) amfolitlar, gidroksil kationitlar;
- e) karboksil kationitlar, fosforli kationitlar.

**217. Sintetik ionitlar qanday turlarga bo'linadi?**

- a) anionit, kationit, seolit;
- b) anionit, kationit, amfolit;
- d) seolit, amfolit, kationit;
- e) alumogel, anionit, kationit.

**218. Oqova suvning pH muhiti qanday bo'lganda karboksil kationitlar qo'llaniladi?**

- a)  $\text{pH} > 7$ ;
- b)  $\text{pH} < 5$ ;
- d)  $\text{pH} = 6 - 7$ ;
- e)  $\text{pH} = 1 - 2$ .

**219. Makrogʻovakli ionitlarning almashinuv yuzasi qancha boʻladi?**

- a) 20—30 m<sup>2</sup>/g;
- b) 40—50 m<sup>2</sup>/g;
- d) 50—60 m<sup>2</sup>/g;
- e) 60—80 m<sup>2</sup>/g.

**220. Hidrodinamik rejimiga koʻra ion-almashtirgich qurilmalar qanday turlarga boʻlinadi?**

- a) toʻgʻri oqimli, qarama-qarshi oqimli va davriy harakatli;
- b) oʻrin almashtirish, aralashtirish va oraliq;
- d) davriy, yarim uzluksiz va uzluksiz;
- e) qoʻzgʻalmaydigan, harakatli va aralashtirish.

**221. Karboksil kationitlar qanday oqova suvlarni tozalashda qoʻllaniladi?**

- a) kislotali va ishqoriy;
- b) neytral va kuchsiz ishqoriy;
- d) neytral va kislotali;
- e) neytral va kuchsiz kislotali.

**222. Tarkibida fenol, yogʻ, organik kislotalar, ogʻir metall ionlari boʻlgan oqova suvlarni tozalash uchun qanday usul qoʻllaniladi?**

- a) ion-almashinish;
- b) ekstraklash;
- d) adsorblash;
- e) filtrlash.

**223. Ekstraklash jarayoni nechta bosqichdan iborat?**

- a) 2;
- b) 3;
- d) 4;
- e) 5.

**224. Ekstragentning diffuziya koeffitsiyenti yuqori bo'lishi ekstraklash jarayoniga qanday ta'sir etadi?**

- a) ekstraklash tezligi oshadi;
- b) ekstraklash tezligi kamayadi;
- d) ekstraktning regeneratsiyalash tezligi kamayadi;
- e) ekstraklash jarayoniga ta'sir etmaydi.

**225. Ko'p bosqichli ekstraksiyon inshootlar qanday qurilmalardan tarkib topadi?**

- a) aralashtirgich va tindirgichlardan;
- b) aralashtirgich va ekstraktorlardan;
- d) aralashtirgich va neytrallizatorlardan;
- e) neytrallizator va ekstraktorlardan.

**226. Suyuqlik ekstraksiyasi oqova suvdan qanday moddalarni ajratib olishda qo'llaniladi?**

- a) fenollar;
- b) yog'lar;
- d) og'ir metallar;
- e) efirlar.

**227. Ekstraklashda og'ir metallarni suv fazasidan organik fazaga chiqarish qaysi usullar yordamida olib boriladi?**

- a) kation-almashinish ekstraksiyasi, anion-almashinish ekstraksiyasi, koordinatsion ekstraksiya;
- b) kation-almashinish ekstraksiyasi, anion-almashinish ekstraksiyasi, suyuqlik-ekstraksiya;
- d) kation-almashinish ekstraksiyasi, anion-almashinish ekstraksiyasi, bosqichli ekstraksiya;
- e) kation-almashinish ekstraksiyasi, anion-almashinish ekstraksiyasi, kompleks ekstraksiya.

**228. Asetatsellulozali membranalarni qanday haroratlarda qo'llash zarur?**

- a) 10—20°C;
- b) 20—30°C;

- d) 30—40°C;
- e) 50°C.

**229. Membranalarning joylashtirilishiga ko‘ra teskari osmos qurilmalari qanday turlarga bo‘linadi?**

a) filtr-press turdagi filtrlovchi moslamali, trubkasimon filtrlovchi elementli, o‘ramli yoki spiralli, kovak tola ko‘rinishidagi membranali;

b) trubkasimon filtrlovchi elementli, o‘ramli yoki spiralli, kovak tola ko‘rinishidagi membranali, lentasimon membranali;

d) trubkasimon filtrlovchi elementli, o‘ramli yoki spiralli, kovak tola ko‘rinishidagi membranali, panjarali;

e) to‘rsimon filtrlovchi elementli, o‘ramli yoki spiralli, kovak tola ko‘rinishidagi membranali, panjarali.

**230. Trubkali elementli teskari osmos qurilmalarining quvvati qancha?**

- a) 100—300 l/(m<sup>2</sup>·s);
- b) 400—1000 l/(m<sup>2</sup>·s);
- d) 1000—1200 l/(m<sup>2</sup>·s);
- e) 1200—1500 l/(m<sup>2</sup>·s).

**231. Trubkali elementli teskari osmos qurilmalarida filtrlovchi element sifatida qanday g‘ovakli quvurlar qo‘llaniladi?**

- a) metall, keramik, plastmassali;
- b) metall, penoplastli, plastmassali;
- d) metall, qirindili, plastmassali;
- e) matoli, keramik, plastmassali.

**232. O‘ramli turdagi filtrlovchi elementli teskari osmos qurilmalarining kamchiligi nimadan iborat?**

- a) membranalarni joylashtirish va almashtirishning qiyinligi;
- b) energiya sarfining ko‘pligi;
- d) qurilmalar tuzilishining murakkabligi;
- e) laminar rejimda ishlashning samarasizligi.

**233. Tarkibida uchuvchan anorganik va organik birikmalar, vodorod sulfid, oltingugurt dioksidi, uglerod sulfid, ammiak, uglerod dioksidi bo'lgan oqova suv qanday usul yordamida tozalana-di?**

- a) ekstraklash;
- b) desorblash;
- d) teskari osmos;
- e) ion-almashinish.

**234. Oqova suvlarni inert gazlar yordamida desorblash jara-yoni qanday kolonnalarda olib boriladi?**

- a) nasadkali, purkagichli va barbotajli;
- b) tarelkali, nasadkali va purkagichli;
- d) trubkali, tarelkali va purkagichli;
- e) trubkali, nasadkali va purkagichli.

**235. Gaz-suyuqlik aralashmasi haroratining oshishi bilan oqova suvlardan uchuvchan moddalarni desorblash usuli bilan yo'qotish darajasi qanday o'zgaradi?**

- a) oshadi;
- b) kamayadi;
- d) o'zgarmaydi;
- e) harorat  $100^{\circ}\text{C}$  dan yuqori bo'lganda oshadi.

**236. Oqova suvdan vodorod sulfidni yo'qotish uchun qanday moddalar qo'llaniladi?**

- a)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;
- b)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- d)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- e)  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ .

**237. Oqova suvlarni atmosfera bosimida vodorod sulfiddan kislorod bilan oksidlanganda katalizator sifatida qanday moddalar qo'llaniladi?**

- a) aluminiy qirindisi, rux qirindisi;
- b) temir qirindisi, grafit materiallar;

- d) aluminiy va temir tuzlari;
- e) temir oksidi, temir tuzlari.

**238. Oqova suvlarni dezodoratsiya usulida tozalash samaradorligi qanday bo‘ladi va u nimaga bog‘liq?**

- a) 80—100%, oqova suvdagi moddalar konsentratsiyasiga;
- b) 70—80%, oqova suvning pH muhitiga;
- d) 60—80%, oqova suvdagi moddalar konsentratsiyasiga;
- e) 60—80%, oqova suvning haroratiga.

**239. Quyidagi usullardan qaysi biri tarkibida erigan sianidlar, rodanidlar, aminlar, spirtlar, merkaptanlar bo‘lgan oqova suvlarni tozalashda qo‘llaniladi?**

- a) degazatsiya;
- b) termik usullar;
- d) neytrallash;
- e) elektrkimyoviy oksidlash.

**240. Elektr kimyoviy oksidlanish usulida anod sifatida qanday moddalar qo‘llaniladi?**

- a) grafit, magnezit, marganes dioksidi;
- b) keramik materiallar, magniy oksidi, mis oksidi;
- d) grafit, magnezit, mis oksidi;
- e) magnezit, keramik materiallar, ruteniy dioksidi.

**241. Sianid tarkibli oqova suvlar qanday korxonalarda hosil bo‘ladi?**

- a) mashinasozlik, rangli va qora metallurgiya, kimyo sanoati;
- b) mashinasozlik, neftni qayta ishlash, asbobsozlik;
- d) asbobsozlik, galvanika, sellulozani qayta ishlash;
- e) terini oshlash, mashinasozlik, kimyo sanoati.

**242. Sianidlarni oksidlash uchun anodni oksidlash jarayonida oqova suvning elektro‘tkazuvchanligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish maqsadida qanday modda qo‘shiladi?**

- a) NaOH;
- b) NaCl;



- d) CaOH;
- e) HCl.

**243. Elektrokagullash usulining kamchiligi nimadan iborat?**

- a) metall va elektr energiyasi sarfining yuqoriligi;
- b) qurilmalarning murakkabligi;
- d) qurilmalarni boshqarishning qiyinligi;
- e) harorat va pH muhitining o'zgarishiga yuqori ta'sirchanligi.

**244. Oqova suvlarni tozalash usulining qaysi biri membrananing ikki tomonida eritmada hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch ostida ionlashgan moddalarning parchalanishiga asoslangan?**

- a) elektrkoagullash;
- b) elektrdializ;
- d) elektrflotatsiya;
- e) teskari osmos.

**245. Oqova suvlarni neytrallash jarayoni qanday kolonnalarda olib boriladi?**

- a) purkovchi, yupqa pardali, tarelkali;
- b) purkovchi, yupqa pardali, nasadkali;
- d) purkovchi, nasadkali, tarelkali;
- e) plastinkali, yupqa pardali, tarelkali.

**246. Sianidli oqova suvni xlrlash usulida tozalashda oxirgi mahsulot sifatida qanday moddalar hosil bo'ladi?**

- a) NO<sub>2</sub> va CO<sub>2</sub>;
- b) NH<sub>3</sub> va CO<sub>2</sub>;
- d) N<sub>2</sub> va CO<sub>2</sub>;
- e) NO va CO.

**247. Oqova suvlarni xrom ionlaridan qaytarish usulida tozalashda qaytaruvchi sifatida qo'llaniladigan temir sulfatning sarfi nimaga bog'liq?**

- a) pH va xrom konsentratsiyasiga;
- b) pH va haroratga;

- d) faqat pH ga;
- e) xrom konsentratsiyasiga.

**248. Oqova suvlardagi olti valentli xromni cho'ktirish uchun qanday reagentlar qo'llaniladi?**

- a)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- b)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaOH}$ ;
- d)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ;
- e)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{AlCl}_3$ .

**249. Suv havzalarida simobning ruxsat etilgan konsentratsiyasi qancha?**

- a) 0,001 mg/l;
- b) 0,005 mg/l;
- d) 0,01 mg/l;
- e) 0,05 mg/l.

**250. Qaysi javobda oqova suvlarni reagent usul bilan tozalash ketma-ketligi to'g'ri ko'rsatilgan?**

a) o'rtalashtirish → neytrallashtirish va og'ir metall gidroksidlarini hosil qilish → flokullash → tindirish → sulfidlar hosil qilish → koagullash → tindirish;

b) o'rtalashtirish → neytrallashtirish va og'ir metall gidroksidlarini hosil qilish → tindirish → flokullash → sulfidlar hosil qilish → tindirish → koagullash;

d) neytrallashtirish va og'ir metall gidroksidlarini hosil qilish → o'rtalashtirish → flokullash → tindirish → sulfidlar hosil qilish → tindirish → koagullash;

e) o'rtalashtirish → neytrallashtirish → flokullash → tindirish → koagullash → tindirish.

### Yer gidrosferasidagi suv zaxiralari

Gidrosfera qismlari	Suv hajmi, ming m <sup>3</sup>	Suvning umumiy hajm bo'yicha hajmi, %
Okean	1370323	94,201
Yerosti suvlari	60000	4,42
Shu bilan birga faol suv almashinish zonalarini	4000	0,27
Muzliklar	24000	1,65
Ko'llar	230	0,016
Tuproq namligi	75	0,005
Atmosfera bug'lari	14	0,001
Daryo suvlari	1,2	0,0001

### Tabiiy suvlarning pH muhitiga bog'liqligi bo'yicha guruhlanishi

Suvning tavsifi	pH muhiti	Ta'sir etuvchi omillar
Kuchli kislotali	<3	Og'ir metall ionlari tuzlarining gidroliz natijasi (konlar suvlari)
Kislotali	3...5	Suvga organik moddalarning parchalanishi natijasida karbonat anhidridi, sulfokislotalar va boshqa organik kislotalarning tushishi
Kuchsiz kislotali	5...6,5	Tuproqda gumus kislotalarning mavjudligi
Neytral	6,5...7,5	Suvda Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> larning mavjud bo'lishi

Kuchsiz ishqoriy	7,5-8,5	Suvda $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ larning mavjud bo'lishi
Ishqoriy	8,5...9,5	Suvda $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaHCO}_3$ larning mavjud bo'lishi
Kuchli ishqoriy	>9,5	Suvda $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{NaHCO}_3$ larning mavjud bo'lishi

3- ilova

### Tabiiy suv obyektlariga oqova suvlar bilan tushadigan gazlarning eruvchanligi

Gaz	O'lch. birl.	Suvning harorati, °C								
		0	10	20	30	40	50	60	80	100
$\text{Cl}_2$	% massa- si bo'- yicha	1,44	0,95	0,71	0,56	0,45	0,38	0,32	10,22	0
$\text{ClO}_2$	-/-	2,76	6,01	8,7	-	-	-	-	-	-
$\text{CO}_2$	-/-	0,33	0,23	0,17	0,13	0,1	0,08	0,07	-	-
HCl	-/-	45,7	43,5	41,9	40,2	38,7	37,3	35,9	-	-
$\text{H}_2\text{S}$	-/-	0,66	0,54	0,44	0,35	0,28	-	-	-	-
$\text{NH}_3$	-/-	46,7	40,4	34,5	28,7	23,5	18,6	15,6	-	-
$\text{SO}_2$	-/-	-	13,3	9,4	7,2	5,5	4,3	3,1	2,1	0
$\text{CH}_4$	$\text{sm}^3/\text{l}$	55,6	41,8	33,1	27,6	23,7	21,3	19,5	17,7	17
$\text{N}_2$	-/-	23,3	18,3	15,1	12,8	11	9,6	8,2	5,1	0
$\text{O}_2$	-/-	48,9	38	31	26,1	23,1	20,9	19,5	17,6	17
$\text{O}_3$	-/-	17,4	14,6	9,2	4,7	2	0	0	-	-

**Aholi tomonidan xo'jalik-ichimlik, maishiy-madaniy maqsadlar uchun foydalaniladigan suv obyektlari suvlarida zaharli moddalarning ruxsat etilgan miqdorlari**

<b>№</b>	<b>Zaharli moddalarning nomi</b>	<b>Zaharligini ko'rsatuvchi limit ko'rsatkichi</b>	<b>Ruxsat etilgan miqdor, mg/l</b>
1.	Akril kislotasi	Sanitar-toksikologik	0,5
2.	Anizol	-//-	0,05
3.	Anilin	-//-	0,1
4.	Asetofenon	-//-	0,1
5.	Benzol	-//-	0,5
6.	Akrilamid	-//-	0,01
7.	Alkildimetilamid	-//-	0,2
8.	Aluminiy	-//-	0,5
9.	Ammiak (azot bo'yicha)	-//-	2,0
10.	Ampitsillin	-//-	0,02
11.	Anizidin	-//-	0,02
12.	Asetoksim	-//-	8,0
13.	Aseton	-//-	2,2
14.	Bariy	-//-	0,1
15.	Oqsil	-//-	0,02
16.	Benz(a)piren	-//-	0,000006
17.	Benzil penitsillin	-//-	0,02
18.	Benzilxlor	-//-	0,001
19.	Benzol	-//-	0,5
20.	Benzol sulfamil	-//-	0,6
21.	Berilliy	-//-	0,0002

22.	Bor	-//-	0,5
23.	Brom	-//-	0,2
24.	Butilxorid	-//-	0,004
25.	Vinilasetat	-//-	0,2
26.	Vismut	-//-	0,1
27.	Volfram	-//-	0,05
28.	Geksametilendiamin	-//-	0,01
29.	Urotropin	-//-	0,5
30.	Geksaxlorbenzol	-//-	0,05
31.	Gidrazin	-//-	0,01
32.	Gliflor	-//-	0,006
33.	Dibrompropan	-//-	0,1
34.	Dibutilamin	-//-	1,0
35.	Siodirin	-//-	0,06
36.	Difenomid	-//-	1,2
37.	Sayfos	-//-	0,1
38.	Karbofos	Sanitar-toksikologik	0,05
39.	Bromofos	Organoleptik	0,01
40.	Metilasetofos	Sanitar-toksikologik	0,03
41.	Rogor	Sanitar-toksikologik	0,03
42.	Kilfal	Sanitar-toksikologik	0,3
43.	Bayteks	Sanitar-toksikologik	0,001
44.	Metilnitrofos	Organoleptik	0,25

45.	Antio	Organoleptik	0,004
46.	Metafos	Organoleptik	0,02
47.	Daktal	Sanitar-toksikologik	1,0
48.	Dimetilfenilkarbinal	Sanitar-toksikologik	0,05
49.	Dinitroetilenglikol	Sanitar-toksikologik	1,0
50.	2,4-dinitrotoluol	Sanitar-toksikologik	0,5
51.	2,4-dinitrovenol	Sanitar-toksikologik	0,03
52.	Dinitroxlорbenzol	Organoleptik	0,5
53.	Anitrofenol	Sanitar-toksikologik	0,03
54.	Nitroxlорbenzol	Sanitar-toksikologik	0,5
55.	Nitrosiklogeksan	Sanitar-toksikologik	0,06
56.	Oksotsillin	Sanitar-toksikologik	0,05
57.	Pentoxlorfenol	Sanitar-toksikologik	0,1
58.	Stronsiy	Sanitar-toksikologik	0,02
59.	Simob	Sanitar-toksikologik	0,01
60.	Qo'rg'oshin	Sanitar-toksikologik	7,0
61.	Selen	Sanitar-toksikologik	0,0005
62.	Sintenol	Organoleptik	0,03
63.	Skipidar	Organoleptik	0,001
64.	Smola	Organoleptik	0,1
65.	Etil spirti	Organoleptik	0,2
66.	Amil spirti	Organoleptik	0,01
67.	Stirol	Organoleptik	0,1
68.	Sulfatlar	Organoleptik	500,0

69.	Sulfanol NP-3	Organoleptik	0,5
70.	Surma	Sanitar-toksikologik	0,06
71.	Tellur	Sanitar-toksikologik	0,01
72.	Talliy	Sanitar-toksikologik	0,001
73.	Tetrabutilolovo	Sanitar-toksikologik	0,002
74.	Tetrametiltiuramdi-sulfid	Sanitar-toksikologik	1,0
75.	Ftor	Sanitar-toksikologik	165
76.	Furatsillin	Sanitar-toksikologik	0,2
77.	Xlorbenzol	Sanitar-toksikologik	0,02
78.	Xloridlar	Organoleptik	350,0



## Korxonalar ehtiyoji uchun suvning solishtirma sarfi

Ishlab chiqarish korxonasi nomi	O'lchov birligi	Birlik o'lchamga suvning o'rtacha yillik sarfi, m <sup>3</sup>					Suvning qaytmas iste'moli, m <sup>3</sup>
		Keyinchalik ishlatiladigan aylanma suv	Manbadan olingan toza suv				
			Texnik	Ichimlik		Hammasi	
Ishlab chiqarish maqsadlari uchun	Maishiy-xo'jalik maqsadlari uchun						
To'liq siklli metallurgiya korxonasi	1 t cho'yan	223	7	0,3	—	7,3	7,2
	1 t po'lat	194	6	0,2	—	6,2	6,1
	1 t prokat	233	7	0,3	—	7,3	7,2
Domnali ishlab chiqarish	1 t cho'yan	97,75	2,9	0,08	—	2,98	2,98
Po'lat eritish korxonasi	1 t po'lat	21,34	0,66	0,03	—	0,69	0,68
Aglomerat ishlab chiqarish	1 t aglomerat	5,82	0,4	0	—	0,4	0,04
Neft qazib chiqarish	1 t neft	3,58	3,15	0,05	0,42	3,62	3,2
Tabiiy gaz qazib chiqarish	10000 m <sup>3</sup>	600	14,27	0	0,85	15,12	12,22
Neftni qayta ishlash korxonasi	1 t neft	8	0,38	0,01	0,02	0,41	0,25

Soda ishlab chiqarish	1 t	120	14,5	0	0,3	14,8	4,55
Ohak ishlab chiqarish	1 t	6,13	0,35	0	0,05	0,4	0,35
Polietilen ishlab chiqarish	1 m <sup>3</sup>	549	39,5	1,7	2,2	43,4	20,2
Sulfat kislota ishlab chiqarish	1 t	40	2,76	0,03	0,14	2,93	1,04
Sariq fosfor ishlab chiqarish	1 t	630	30	1,5	3	33,5	16
Taxta tilish korxonasi	1 m <sup>3</sup>	3,18	3	0,01	0,16	3,17	0,41
DSP ishlab chiqarish	1 m <sup>3</sup> plita	6	2	1,5	0,53	4,03	0,13
DVP ishlab chiqarish	1 m <sup>3</sup> plita	112	8	0	0,25	8,25	0,6
Faner ishlab chiqarish	1 m <sup>3</sup> faner	4	5	2,2	2	9,2	2
Mebel ishlab chiqarish	1000 ta kesish	14	0	15	14	29	3
Gidroliz korxonalari (spirt)	1 t quruq xom-ashyo	23,8	166,59	1,26	0,94	168,79	0
Qog'oz uchun selluloza ishlab chiqarish	1 t	1200	220	0	0,4	220,4	2,1
Yozuv qog'ozini ishlab chiqarish	1 t	305	45	0	0,25	45,25	1,5
Zig'irga birlamchi ishlov berish korxonasi	1 t tola	1091,3	111,13	-	-	111,13	6,19

Maishiy gazlamalar zig'ir kombinati	1 t gazlama	395	250	24	20	294	27
Paxtani qayta ishlash kombinatlari	1 t 1000 m <sup>2</sup>	5000 790	310 49	90 14,2	20 8,2	420 66,4	150 23,8
Ich kiyim trikotaj fabrikasi	100 kg	5	14	17	1,7	32,7	16,2
Paypoq fabrikasi	1000 juft	2	6	5	3	14	4,97
Charm-poyabzal fabrikasi	1 t	4	107	0	5	112	8
Mo'yna fabrikasi qo'y quyon tulki, qunduz	1000 teri	52 6 10	157 23 35,31	0 0 0	3 1,5 0	160 24,9 35,31	39 5,5 2
Non zavodi	1 t	—	0	3,39	1,73	5,12	1,98
Sut zavodi	1 m <sub>3</sub>	22	0	5	0,5	5,5	1,1

---

---

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *I.A. Karimov*. «O‘zbekiston XXI asr bo‘sag‘asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari» T.: O‘zbekiston, 1997.
2. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности/ Основы энвайронменталистики — Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2000.
3. Марцул В.Н., Капориков В.П. Технические основы охраны окружающей среды. Минск. БГТУ, 2005.
4. Аширов А. Ионобменная очистка сточных вод, растворов и газов. М.: Химия, 1983.
5. A. Ergashev, Sh. Otaboyev, R. Sharipov, T. Ergashyev. Suvning inson hayotidagi ekologik mohiyati. T.: Fan, 2009.
6. S. Qosimova, Sh. Shokirova. Atrof-muhit muhofazasi, T.: 2005.
7. Очистка сточных вод. Опыт зарубежного строительства. Москва. 2002.
8. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. М.: Высшая школа, 1999.
9. Новиков Ю. Экология, окружающая среда и человек. М.: Агенство ФАИР, 1998.
10. Чебакова И.Б. Очистка сточных вод/ Учебн. Пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001.
11. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод. — М.: Стройиздат, 1986.
12. Николадзе Г.И., Сомов М. А. Водоснабжение. М.: Стройиздат, 1995.
13. Кульский Л.А., Строкач П.П., Слипченко В.А. Очистка воды электрокоагуляцией. — Киев: Будівельник, 1978.
14. Макаров В.М. Рациональное использование и очистка воды на машиностроительных предприятиях. М.: Машиностроение, 1988.
15. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. — Учебник для ВУЗов — Москва: Стройиздат, 1996.

16. Проектирование очистных сооружений городской канализации. Биологическая очистка. Аэротенки. Часть 1. Методические указания Горький: ГИСИ им. Чкалова, 1987.
17. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды — М.: Недра, 1993.
18. Родионов А.И., Клушин В.П., Торочешников И.С. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов — М.: Химия, 1989.
19. Очистка производственных сточных вод: учебное пособие для вузов/ Под. ред. Яковлева С.В. — М: Стройиздат, 1985.
20. Захаров С.Л. Очистка сточных вод нефтебаз // Экология и промышленность России. — 2002. — январь.
21. Крылов И.О., Ануфриева С.И., Исаев В.И. Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов // Экология и промышленность России. — 2002.
22. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитина Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России. — 2002. май.
23. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994.
24. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: Флотация и ступенчатое осадков. М.: Химия, 1992.
25. Фрог Б.Н. Водоподготовка. М., МГУ, 2001.
26. Вода. Технология и оборудование, НТС Стройинформ, М., 2002.
27. Современные технологии и оборудование для обработки вода на водоочистных станциях, Сб. М., НЦИ КВОВ, 1997.
28. Ларин Б. М. Бушуев Е. Н., Бушуева Н. В. Технологическое и экологическое совершенствование водоподготовительных установок на ГЭС // Теплоэнергетика, №8, 2001.
29. Вурдова Н.Г., Фомичев В.Т. Электродиализ природных и сточных вод. М.: АСВ, 2001.

---

---

## MUNDARIJA

<b>SO'ZBOSHI</b> .....	3
<b>KIRISH</b> .....	5
<b>1- BOB. SUVNING ISHLAB CHIQRISHDA</b>	
<b>QO'LLANILISHI</b> .....	12
1.1. Suvning xossalari va ishlatilishiga ko'ra sinflarga bo'linishi .....	12
1.2. Oqova suvlarning hosil bo'lishi, tarkibi va xossalari .....	17
<b>2- BOB. SANOAT OQOVA SUVLARINI TOZALASH</b> .....	21
2.1. Sanoat oqova suvlarini tozalash usullari .....	21
2.2. Oqova suvlarni mexanik usulda tozalash .....	22
2.3. Suzish va tindirish .....	23
2.4. Qalqib chiquvchi iflosliklarni ajratish .....	30
2.5. Filtrlash .....	32
2.6. Muallaq zarrachalarni markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish .....	41
<b>3- BOB. OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING</b>	
<b>FIZIK-KIMYOVIY USULLARI</b> .....	47
3.1. Koagullash va flokullash .....	47
3.2. Flotatsiya .....	54
3.3. Adsorbsiya .....	67
3.4. Ion-almashinish .....	75
3.5. Ekstraksiya .....	89
3.6. Teskari osmos va ultrafiltrlash .....	96
3.7. Desorbsiya, dezodoratsiya va degazatsiya .....	104
<b>4- BOB. OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING</b>	
<b>ELEKTRKIMYOVIY USULLARI</b> .....	113
4.1. Anodli oksidlash va katodli qaytarish .....	114
4.2. Elektrkoagullash .....	118
4.3. Elektroflotatsiya .....	122
4.4. Elektrdializ .....	123
<b>5- BOB. OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING</b>	
<b>KIMYOVIY USULLARI</b> .....	126
5.1. Neytrallash .....	126
5.2. Oksidlash .....	131

5.3. Qaytarish .....	141
5.4. Oqova suvlarni og‘ir metall ionlaridan tozalash .....	144
<b>6- BOB. OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING BIOKIMYOVIY USULLARI .....</b>	<b>150</b>
6.1. Biokimyoviy tozalash usulining mohiyati va faol loyqa tarkibi .....	150
6.2. Oqova suvni tabiiy sharoitda tozalash .....	153
6.3. Oqova suvni sun‘iy tozalash inshootida tozalash .....	155
6.4. Oqova suvlarni biokimyoviy tozalashning anaerob usuli .....	161
<b>7- BOB. OQOVA SUVLARNI TOZALASHNING TERMIK USULLARI .....</b>	<b>165</b>
7.1. Oqova suvlarni konsentrlash .....	165
7.2. Konsentrlangan eritmadan moddalarni ajratib olish .....	174
7.3. Zararsizlantirishning termooksidlash usuli .....	181
<b>BILIMNI MUSTAHKAMLASH UCHUN TESTLAR .....</b>	<b>188</b>
<b>ILOVALAR .....</b>	<b>243</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOËLAR .....</b>	<b>252</b>

**Sadriddin Maxamaddinovich Turobjonov,  
Tulkun Tursunovich Tursunov,  
Xayrulla Lutpullayevich Pulatov**

## **OQOVA SUVLARNI TOZALASH TEXNOLOGIYASI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan texnika oliy o'quv yurtlari uchun darslik sifatida  
tavsiya etilgan*

*«Musiq» nashriyoti  
Toshkent — 2010*

Muharrir *B. X. Akbarov*  
Badiiy muharrir *D. Hamidullayev*  
Musahhah *Z. G'ulomova*  
Kompyuterda sahifalovchi *K. Hamidullayeva*

Bosishga ruxsat etildi 08.09.2010. Bichimi 60x84<sup>1/16</sup>. Times TAD garniturası.  
Ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 16.  
Nashr b.t. 16,0. Adadi 500 dona. Buyurtma № 94

«Musiq nashriyoti». Toshkent. B.Zokirov ko'chasi, 1.

«Toshkent islom universiteti» nashriyot-matbaa birlashmasida chop etildi.  
100011. Toshkent, A.Qodiriy ko'chasi, 11.