

ГУЛНОЗА БЕКМАМАДОВА

СУВ КИМЁСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ ДАРСЛИК



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ҚУРИЛИШ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

ГУЛНОЗА БЕКМАМАДОВА

СУВ КИМЁСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ

ДАРСЛИК

**Ў 340400 Мухандислик коммуникациялари қурилиши ва монтажи
(Сув таъминоти ва канализация)**

**53.41.200-Сув таъминоти ва канализация тизимларини лойиҳалаштириш ва
эксплуатацияси бакалавр йўналишларида таълим олаётган талабалар учун
мўлжалланган**

**YOSHLAR NASHRIYOT UYI
TOSHKENT – 2020**

Бекмамадова, Г.А.

Сув кимёси ва микробиология: дарслик / Г.Бекмамадова. – Тошкент: Yoshlar nashriyot uyi, 2020. - 176 б.

Дарсликда “Сув кимёси ва микробиология” фанидан иш дастурига киритилган фаннинг қисқача назарий асослари, жумладан, сувнинг таркиби ва тузилиши, табиий сувларнинг кимёвий таркиби ва унинг шаклланиши, бу жараёни белгилловчи омиллар, табиий сувларнинг кимёвий таркиби ва минераллашув даражаси бўйича таснифлаш келтирилган.

Дарсликда асосан 5340400 Мухандислик коммуникациялари қурилиши ва монтажи (Сув таъминоти ва канализация), 5341200-Сув таъминоти ва канализация тизимларини лойиҳалаштириш ва эксплуатацияси бўйича бакалавр йўналишларида таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган.

Тақризчилар:

И.А.Усманов тиб.ф.д., профессор тиб.ф.д., профессор Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти

А.Абдурахимов Тошкент архитектура-қурилиш институти “Қурилиш материаллари ва кимё” кафедраси доцент

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг
2019 йил 27 декабрдаги 1186-сонли буйруғига асосан дарслик сифатида
нашр этиш учун тавсия этилган.*

24843/2

КИРИШ

Тоза сувга бўлган талаб кундан-кунга ортиб бормоқда. Чикинди ва окова сувларнинг кўпайиши сабабли сув ҳавзаларининг ифлосланиши кузатилмоқда. Оқибатда сув ҳавзалари яроқсиз ҳолга келмоқда. Маҳаллий аҳоли орасида эса турли хил юкумли касалликлар кўпаймоқда. Бу масалани ижобий ҳал этиш кўп мамлакатлар олдида турган энг муҳим муаммолардан бири ҳисобланади. Бу муаммо ўз вақтида акл-идрок билан ҳал этилмаса, оқибати жуда хавфлидир.

Фан ва техника ютуқларидан сув ҳавзалари муҳофазасида фойдаланилмаса, бу йўлда тегишли назорат органлари ўз ишларини кучайтирмаса, қонунлар ижроси кузатилмаса, корхона, шаҳар чикинди сувларини тозалаш иншоотлари ишламас экан, аҳолининг саломатлиги доимо хавф остида бўлади.

Бу борада анчагина амалий ишлар ҳам қилинди ва комплекс илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилди. Ўзбекистон Республикаси табиатини, жумладан, сув ҳавзалари муҳофазасига катта аҳамият бериб, Республика Олий Кенгаши томонидан 1992 йил 3 июлда “Давлат санитария назорати тўғрисида”ги Қонун тасдиқланди. Бу қонунда атроф-муҳит, сув ҳавзалари муҳофазаси ва аҳолини тоза сув билан таъминлашга катта аҳамият берилган.

Атмосфера ҳавоси ва сув манбаларининг ифлосланиши йирик шаҳар ҳамда саноат марказларидан бошланиб, аста-секин бошқа минтақаларга ўта бошлайди. Йирик шаҳарлар атрофидан оқиб ўтадиган Дунай ва Рейн дарёлари, Буюк кўллар, Болтиқ, Ўрта Ер ва Қора денгизнинг ифлосланиши буларга яққол мисол бўлади. Саноат корхоналари чикиндиларининг ҳавога чиқариб ташланишидан ҳосил бўладиган “кислотали ёмғирлар” қарийб бутун Европа ва Шимолий Америка ҳудудидagi атроф-муҳитга путур етказмоқда.

Сайёрамизнинг энг катта экология фожиаси бўлмиш Орол муаммоси жуда кескин тус олди. Кенг минтақада санитария-эпидемиология, ижтимоий-иқтисодий ва экологик вазият кун сайин ёмонлашиб бормоқда. Очик сув ҳавзаларидан олинадиган сувнинг аҳолига тоза ҳолда етиб бориши учун унинг сифатини яхшилаш ва кўзга кўринмас майда заррачалардан тозалаш керак бўлади. Сувнинг сифатини яхшилашнинг асосий усулларида бири тиндириш, рангсизлантириш ва зарарсизлантиришдир. Сув тиндирилганда унинг таркибидagi майда муаллак заррачалар чўкади. Рангсизлантириш усуллари ёрдамида сув коллоид заррачалардан ёки эриб, ранг берадиган моддалардан тозаланади. Сувни зарарсизлантиришдан

мақсад унинг таркибидаги бактерия ва вирусларни олиб ташлаш, аҳоли ўртасида юқумли касалликлар тарқалишининг олдини олишдир. Бунинг учун филтрлар, коагулянтлар, турли реагентлар, дезинфекцияловчи моддалар (хлор, калций хлорид, озон) ва физик усуллардан фойдаланилади. Сувнинг таъмини саклаш сув манбаларини танлашга боғлиқ. Сувнинг ёмон ҳиди ва ёқимсиз мазасидан унга ишлов бериш орқали қутулиш мумкин. Баъзи ҳолларда сув таркибида организм учун зарарли бўлган моддаларни йўқотиш учун махсус усуллардан фойдаланилади. Масалан, фтор элементини камайтириш ёки уни сувга солиш, йод элементини сувга ташлаш ёки темир элементини сувдан йўқотиш ва ҳоказо. Ҳар бир муайян ҳолатда турли усуллар қўлланилиб, сувнинг сифати Давлат стандарти талабига жавоб берадиган даражага келтирилиши мумкин.

Ушбу дарслик ўзбек тилида “Сув кимёси ва микробиология” фанидан тайёрланган бўлиб 5340400 Мухандислик коммуникациялари қурилиши ва монтажи (Сув таъминоти ва канализация), 5341200-Сув таъминоти ва канализация тизимларини лойиҳалаштириш ва эксплуатацияси) бакалавр йўналишларида таълим йўналишларини эгаллаётган 2-босқич талабалари учун мўлжалланган. Дарслик, асосан, 12 бобдан иборат бўлиб, унда сув ва сув кимёси, унинг физик-кимёвий хусусиятлари, қурилиш материалларига таъсири, оқова сувлар, улардан фойдаланиш, экология, бактерия ва микроблар ҳақида маълумотлар ёритилган.

I БОБ. СУВ КИМЕСИНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ **СУВ ВА ЭРИТМАЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

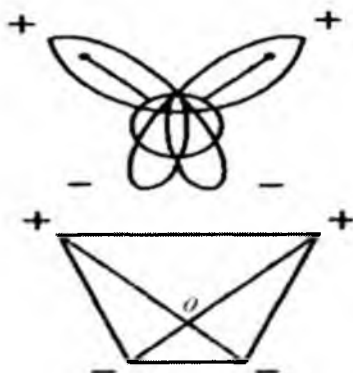
1. 1.Сувнинг физик-кимёвий константалари

Сув (водород оксид H_2O) водороднинг сув билан ҳосил қилган энг оддий барқарор бирикмаси. Сувнинг молекулар массаси 18,0100; бунинг оғирлик бўйича 11,19% и кислородга туғри келади. Мураккаб модала сифатида сувнинг асл таркиби 1783 йилда франсуз физиги Лавуазе томонидан аниқланган. Водороднинг учта изотопи (H , дейтерий ва тритий) ва кислороднинг олтига изотопи мавжуд бўлгани учун сувнинг 36 турдаги изотопи бор. Бундан табиий сувда факат тўққизтаси учрайди, улар таркибида эса барқарор изотоплар бор. Табиий сувда $^1H^{16}O$ масса бўйича 99,73% ни ташкил этади.

1.1-жадвал

Ҳарорат	
Мушаш, суюлиш, қайнаш	0° - 100°C
Қуйидаги ҳароратлардаги зичлиги:	
0	0,99984 г
3,98	0,99997 г
20	0,9982 г
100	0,95835 г
Яширин иссиқлиги:	
Музининг эриши	79,7 кал/град
20°C да бўғланиш	586 кал/г.град
Солиштирма иссиқлик сифими	
музининг тахминан	0,484 кал/г.град
20°C даги сувнинг	
15°C даги солиштирма иссиқлик	
ўтказувчанлиги	0,999
Қуйидаги ҳароратлардаги	
қовушқоқлиги :	
0с	
20с	
18°C даги солиштирма электр	
ўтказувчанлиги	
20°C даги диэлектрик доимийси	
20°C даги сирт қучланиши	
Критик константлар	
Ҳарорат:	
босим	
зичлик	

Сув бошқа кимёвий бирикмалар билан таққосланганда қатор физик хоссаларида ўзига хос четланиш-аномалия ҳодисаси кузатилади. Масалан, сувнинг зичлиги муз суқланганда ортади. Бу ҳол ҳарорат 0 дан 3,98°C гача ортганда ҳам кузатилади. Сув аномал юқори эриш иссиқлигига ва солиштирма иссиқлик сиғимига эга. Муз эриган сари, сувнинг иссиқлик сиғими деярли икки марта ортади. Худди шунингдек, қовушқоқлик билан босим орасида аномал боғланишлар бор. Босим ортган сари қовушқоқлик камаяди (0,30°C интервал орасида), сувнинг иссиқлик ўтказувчанлигига боғлиқ, иссиқлик ўтказувчанлик ҳарорат 0 дан 150°C га кўтарилган сари ортади. Баъзи аномалиялар сув ва музнинг тузилиши ёрдамида тушунтирилади.



1.1-расм сув молекуласи

Муз ҳолида сув молекуласи тетраэдр шаклга эга, унинг четки нукталарида тўрт хил заряд жойлашган: иккита мусбат ва иккита манфий (1.1- расм). Ҳар бир молекула ўзига яқин тўртта молекула билан бириккан, яъни молекуланинг координацион сони 4 га тенг. Бу тўртта четки зарядлар билан тушунтирилади. Музнинг тетраэдр тузилиши жуда ҳам юмшоқ (жим-жима) ҳисобланади, яъни заррачалар кам жойлашганлиги билан тавсифланади. Бундай тузилиш, асосан, сувда ҳам сақланади, кўтарилганда молекулалар координацион сонининг бундай ортиши ва музнинг эриши бўшлиқ бўлиши ҳисобига, структурадаги тарқоқликнинг камайиши эвазига содир бўлади. Зичликдаги аномалия ҳодисаси ана шу билан тушунтирилади. 3,98°C дан бошлаб (максимал зичлик ҳарорати) молекулаларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган молекулалараро масофага таъсир кучаяди. Бу эса зичликнинг ўзгаришига олиб келади, яъни ҳарорат ортган сари зичлик камаё боради.

Сувнинг жуда кўп аномал хоссалари ердаги биокимёвий жараёнларда муҳим рол ўйнайди. Зичликдаги аномалия ҳодисасига кўра муз сув юзасида сузиб юради, дарё ва қўллар музлаганда эса, музлик остидаги сув илиқ (4°C дан кам эмас) бўлади; суюқланиш иссиқлиги ва иссиқлик сиғими юқори бўлгани сабабли қор секин эрийди ва ҳоказо.

1.2. Компонент, фаза ва системалар ҳақида тушунча.

Сувнинг ҳолат диаграммаси

Ташқи муҳитдан ажратиб олганда ёки ҳаёлда ажратиб олинган ва бир-бирига таъсир этиб турадиган модда ёхуд моддалар гуруҳи система деб аталади. Системалар гомоген ва гетероген бўлиши мумкин. Агар ҳар бир параметр системанинг ҳар бир қисмида бир хил қийматга эга бўлса ёки нукталар орасида узлуксиз ўзгариб турса, система гомоген бўлади. Масалан, водопровод суви (бирор идишдаги) — гомоген система, чунки ушбу сувнинг иситилган нуктасидаги хоссалари бир хил (зичлиги, нисбий электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги ва ҳоказо), худди шунингдек, системанинг марказидан унинг чекка сиртларигача бўлган хоссаси узлуксиз ўзгаради (масалан, ҳарорати). Сувда оз миқдорда туз эритилган бўлса, у гомоген система бўлади.

Агар система бир неча макроскопик қисмлардан таркиб топган бўлиб, улар бир-биридан чегара сирти билан ажратилган бўлса, гетероген система бўлади. Бундай юзаларда айрим параметрлар “сакраш” билан ўзгаради. Агар бирон-бир тузнинг сувдаги тўйинган эритмаси ҳосил қилинса, идиш тубида туз миқдори кўринади. Бундай система “эритма қаттиқ туз” — гетероген система деб аталади. Ушбу системанинг кимёвий таркиби ва зичлиги кескин ўзгаради. Системанинг бошқа қисмларидан чегара сиртлар билан ажралган, улардан ўз термодинамик хоссалари ва кимёвий таркиби билан фарқ қиладиган қисми фаза деб аталади. Масалан, тўйинган эритмаларидаги ош тузи кристалларининг тўплами бир фазаси ҳисобланади. Системанинг ҳолати унинг хоссалари (ёки фазалар хоссалари): — ҳарорат, босим, масса, зичлик, кимёвий таркиби ва ҳоказо, шунингдек, ушбу хоссалар орасидаги ўзаро боғлиқ ўзгаришлар билан бирга баён этилади. Системадан ташқарида мавжуд бўлиши ёхуд системадан ажратиб олиниши мумкин бўлган ҳар бир модда ташкил этувчи модда ҳисобланади. Натрий хлориднинг сувли эритмасида H_2O ва NaCl системаси ташкил этувчи моддалар

ҳисобланади, системаси Na^+ ва Cl ионлари бундан мустасно, чунки бу ионлар эритмадан ташқарида мавжуд бўла олмайди.

Агар системада кимёвий реакция бормаса, ташкил этувчи моддаларнинг миқдори бир-бирига боғлиқ бўлмайди; агар реакция борса ташкил этувчи моддалар миқдори ўзаро боғлиқ бўлади ва мувозанат системасидаги фаза таркибини ташкил этувчи моддаларнинг концентрациясини билгандан кейингина аниқлаш мумкин.

Компонентлар сонини топиш учун системани ташкил этувчи моддалар сонидан тенглама сонини айириш керак. Системадаги ҳар қайси фазанинг кимёвий таркибини ифодалаш учун етарли бўлган модда хилларининг энг кичик сони **системанинг компонентлар сони** дейилади.

Компонентлар сонини ҳисоблашга доир мисол келтирамиз. Қўп компонентли бир фазали системада (газсимон гелий, водопровод ва арган системани ташкил этувчилар) кимёвий реакция бермайди, демак, компонентлар сони учга тенг.

Модданинг ҳолат диаграммасини тўла тушуниш учун яна бир параметр — системанинг эркинлик даражасидан фойдаланамиз. Системанинг эркинлик даражаси сони деганда системанинг термодинамик мувозанат ҳолатини белгилайдиган мустақил ўзгарувчилар (компонентларнинг ҳарорат, босим, концентрацияси) тушунилади.

Бу ўзгарувчиларнинг қийматини системадаги фазалар сонини ўзгартирмай туриб, маълум чегараларда ихтиёрий равишда ўзгартириш мумкин. Системанинг эркинлик даражаси сони асосида системадаги эркинлик даражаси қиймати нолга тенг бўлса, бундай система ионвариантли (ёки инвариантли), эркинлик даражаси қиймати бирга тенг бўлса, моновариантли, иккига тенг бўлса, бир вариантли деб аталади.

1876-йилда Тиббс фазалар қоидасини баён этди. Тиббснинг фазалар қоидаси ҳам гомоген, гетероген системалардаги системанинг мувозанат ҳолатини ўз ичига олади. Фазалар қоидаси қуйидагича таърифланади: “Термодинамик мувозанат системаси эркинлик даражаси сони F га ташқи омиллардан фақат босим ва ҳарорат таъсир этади, системанинг компонентлар сони плус (қўшув) иккидан фазалар сони айирмасига тенг” яъни:

$$f = n + 2 - k \quad (1.1)$$

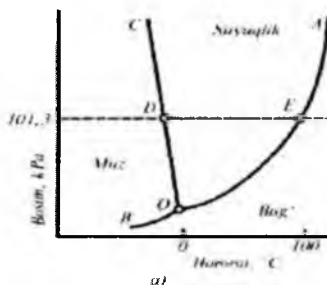
ҳолат диаграммаси турли фазаларнинг ташқи шароитларга боғлиқ ҳолда мавжуд бўлишини кўрсатувчи яққол тасвирдир.

Сувнинг ҳолат диаграммаси — бир компонентли системадир. Бундай системада бир вақтнинг ўзида учта фаза суюқлик, муз, буғ

даражаси сони нолга тенг, яъни фазалардан бирортасини ҳам йўқотмаслик учун босимни ҳам, ҳароратни ҳам ўзгартириб бўлмайди. Одатдаги муз, сув ва сув буғи бир вақтнинг ўзида фақат 4,58 мм.см деб ва 0,0075°C ҳароратда мавжуд бўлиши мумкин.

Учта фазанинг мавжуд бўлиш нуқтаси деб аталади ва критик константалар билан характерланади.

2- расмдаги эгри чизиклар ҳарорат ва босимнинг ўзаро боғлиқлигини кўрсатади, бунда иккита фаза мавжуд бўлади. Икки фаза системалари ягона эркинлик даражасига эга. Шунинг учун ўзгарувчан параметрлардан фақат биттаси ихтиёрий ўзгариши мумкин, бошқаси биринчисига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Масалан, суюқ сув ва буғ турли хил ҳароратларда мувозанатда бўлиши мумкин (АА эгри чизик).



1.2- расм. Сувнинг ҳолат диаграммаси

Бу ҳароратлардан ҳар бири буғ босимининг фақат битта қайт этилган қийматига мос келади. Агар қайт этилган (фиксирланган) ҳароратда босим ўзгартирилса сув фақат суюқ ҳолатда барқарор бўлган соҳа ёки буғ мавжуд бўладиган соҳа ҳосил бўлиши мумкин.

Бир фазали системанинг ичида босим ҳам, ҳарорат ҳам ихтиёрий ўзгариши мумкин. Биз кўриб ўтаётган ҳолатда бу билан иккита параметр ҳарорат ва босим орқали олинган сувнинг ҳажми кўрсатилади.

1.3. Эритмалар. Моддаларнинг сувда эрувчанлиги.

Эритмалар концентрацияларини ифода этиш усуллари

Сув жуда кўп моддаларни эритиш хусусиятига эга. Газлар сувда яхши эрийди. Буни айниқса сув билан газлар (масалан реакцияга киришганда) яққол кўриш мумкин, одатда, газларнинг эриши юқори эмас. Ҳарорат кўтарилиши билан газларнинг сувда эрувчанлиги камайди. Қуйида кислороднинг сувда эрувчанлиги ҳақидаги

(атмосфера босимида) маълумотлар келтирилган. Кислороднинг хоссалари мактаб кимё курсидан маълум).

Сув ҳарорати, °C	0	10	20	30
O ₂ концентрацияси, мг/л	14,62	11,33	9,17	7,63

Анорганик моддалардан кўпгина тузлар, кислота ва асослар сувда яхши эрийди. Органик моддалардан асосий қисмини кутбланган гуруҳлар ҳосил қилувчи молекулаларгина сувда яхши эрийди (кўпгина спиртлар, аммиак, органик кислоталар, шакар ва ҳоказо).

Модданинг сувда эрувчанлиги.

Эритмалар концентрацияларини ифодаланиш усуллари.

Ҳамма моддалар ҳам сувда ёки бошқа эритувчиларда бир хил эрмайди. Ҳар бир модда учун ўзгармас ҳароратда эриш чегараси бўлади.

Модда 100 г сувда айна ҳароратда энг кўп эриши мумкин бўлган граммлар миқдори эрувчанлик коэффиценти ёки, оддий қилиб айтганда, модданинг эрувчанлиги дейилади. Масалан, мис купоросининг 20°C даги эрувчанлиги — 42,3 г, гипсники — 5 г, мармарники эса 0,0013 г га тенг.

Ҳар қандай эритманинг асосий тавсифи концентрациядир. Эритманинг маълум оғирлик ёки ҳажмий миқдори таркибида бўлган модда миқдори эритманинг концентрацияси дейилади. Кўпинча эритмалар концентрациясини тахминий ифодалаш учун “концентрланган” ёки суюлтирилган деган атамалар қўлланади. Концентрланган эритманинг ҳажмий ёки оғирлик бирлигида эриган модда миқдори анча кўп, суюлтирилган эритмада эса эриган модданинг миқдори кам бўлади. Концентрланган ва суюлтирилган эритмалар ўртасидаги чегара шартлидир.

Эритманинг аниқ концентрацияси турли усуллар билан ифодаланади, бунда оғирлик ва ҳажмий концентрацияларни бир-биридан фарқ қилиш керак. Концентрацияни оғирлик усулида ифодаланган процент (фоиз) концентрация, ҳажмий усулда ифодалашга нормал концентрация, шунингдек, концентрацияни титр орқали ифодалаш киради.

1. Фоиз концентрация 100 г эритмада қанча грамм эриган модда борлигини кўрсатади. Масалан, “KCL нинг 5% ли эритмаси” деганда 100 г эритмада 5 г калий хлорид ва 95 г сув борлиги тушунилади. Агар эриган модда (а) ва эритувчининг (б) оғирлик миқдори маълум

булса, эритманинг процент концентрацияси (С%) ни $C \% = \frac{m}{V} \cdot 100$ фойиз орқали ҳисоблаш мумкин.

2. Молар концентрация — 1 л эритма таркибида эриган модданинг грамм молекулар сонини кўрсатади. Моларлик М ҳарфи билан фойдаланади. Масалан, H_2SO_4 нинг 1М эритмасининг 1 литрда 1 грамм-молекула (98 г) H_2SO_4 бор. H_2SO_4 нинг дисомолар (0,1М) эритмасининг 1 литрида 0,1 г/молекула сульфат кислота бўлади. Сульфат кислотанинг сантимолар (0,01 М) эритмасининг 1 литрида $98 : 100 = 0,98$ г $2H_2SO_4$ бор. Молар концентрация ўлчами — молнинг литрга бўлган нисбатидир. Молар концентрациянинг математик ифодаси куйидагича бўлади:

3. Нормал концентрация бошқача айтганда нормаллик: 1 л эритмада эриган модданинг грамм-эквивалентлар сонини кўрсатади. Нормал эритмалар “Н” ҳарфи билан белгиланади ва тегишли сондан сўнг қўйилади. Масалан, 0,1 л эритманинг 1 литрда 0,1 г-экв, 0,05 л эритмада эса 0,05 г-экв эриган модда бор ва ҳоказо.

Ҳисоблаш формулаларида эритманинг нормаллиги N ҳарфи билан белгиланади. Масалан, $N_{\text{кон}} = 0,1$ г-экв/л.

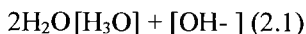
Кислотанинг г/экв ни топиш учун унинг молекулар оғирлигини кислотанинг негизлилигига, яъни молекуласидаги металллар билан ўрин алмаша оладиган водород атомлари сонига бўлинади.

Асоснинг г/экв унинг молекулар оғирлигининг молекуладаги гидроксид гуруҳлар сонига бўлинганига тенг. Тузнинг г-экв унинг молекулар оғирлигини туздаги металл атомлари сони билан металл валентлиги кўпайтмасига бўлинганига тенг.

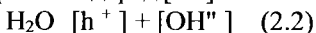
4. Концентрация титр орқали ҳам ифодаланиши мумкин. Тетр 1 мл эритмадаги эриган модданинг грамм миқдор. Тетр “Т” ҳарфи билан ифодаланади. Масалан $T_{HNO^+} = 0,1063$ g/ml. г/мл.

II БОБ. Сувнинг электролитик диссоцияланиши

Кимёвий тоза сув электр ўтказувчанликка эга. У жуда ҳам оз миқдорда гидроксоний $[H_3O^+]$ ва гидроксид $[OH^-]$ ионларини ҳосил қилиб диссоцияланади. Гидроксоний иони водороднинг гидратланган иони $[H^+ H_2O]$ дир:



22°C да 10 млн л сувда 1л мол HO диссоцияланган ҳолда бўлади; 18°C да эса 0,86 мол бўлади. Амалий ишлар учун (2) тенглама содда-лаштиради ва гидроксоний иони ўрнига водород $[H^+]$ иони ёзилади.



25 белги реакция қайтарилганлигини билдиради, яъни реакция ҳам тўғри, ҳам қайтар йўналишда боради. Бунда чўзиқ стрелка реакция қайси йўналишда устунлигини кўрсатади.

Гулдберг ва Ваага қонунига мувофиқ кимёвий реакция тезлиги таъсир этувчи массаларга, яъни реакцияга киришадиган моддалар концентрациясига тўғри пропорционал. Шунинг учун $V_1 = K[H_2O]$ ва $V_2 = K[H^+] + [OH^-]$ ёзишимиз мумкин, бунда: V_1 ва V_2 — тўғри ва тесқари реакциялар тезлиги K_1 ва K_2 тезлик ифодасидаги пропорционаллик коэффициентлари, улар реакция константалари деб ҳам аталади. $[H_2O]$, $[H^+]$, $[OH^-]$ — сув, водород ва гидроксид ионлари концентрациялари. Жараён мувозанат ҳолатда бўлганда V_1 ва V_2 тезлик ҳам бир-бирига тенг, яъни

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = \frac{K_1}{K_2} \quad (2.3)$$

бунда: K_1 — берилган ҳароратдаги реакциянинг мувозанат константаси ёки сувнинг диссоцияланиш константаси (2.3) тенгламада K_1 қийматга $[H_2O]$ катталиқни ҳам қўшиш мумкин, чунки у тенглама сурати билан таққосланганда жуда ҳам юқори ва амалда доимий деб қабул қилиши мумкин:

$$[H^+] + [OH^-] = K_w$$

бунда: K_w — сувнинг ион ҳосиласи. K_w нинг сон қиймати 0,73 + 10¹⁴ дан 1,27 + 10⁻¹⁴ гача 16°C дан 25°C ҳарорат оралиғида ўзгариб туради ва +10-14 га яқин (берилган ҳароратда у ўзгармас) K_w К, га нисбатан 55,5 марта катта ва 1,2 + 10⁻¹⁶ га тенг.

2.1. Водород кўрсаткичи pH

Сув оз миқдорда бўлсада H^+ ва OH^- ионларга диссоцияланади. Тенгламадан кўринадики, тоза сувда $[H^+]$ ва концентрациялар ўзаро тенг. Гидроксид ва водород ионлари концентрацияси 1,7 ион/л га тенг. Бу эса неутрал муҳитга мос келади.

K_w ўзгармас сон бўлгани учун $[H^+]$ концентрациянинг ортиши (ёки камайиши) $[OH^-]$ концентрациянинг камайишига (ёки ортишига) олиб келади. Агар $[H^+] > [OH^-]$ ва $[H^+] > 10^{-7}$ мол/л бўлса, эритма кислотали, $[H^+] < [OH^-]$ ва $[H^+] < 10^{-7}$ мол/л бўлса, эритма ишқорий бўлади. Масалан, $[H^+] = 10^{-3}$ мол/л бўлса, у ҳолда неутрал муҳитга мос келади.

Шундай қилиб, эритманинг кислоталилиги ва ишқорийлигини H^+ ионларининг ёки OH^- ионларининг концентрацияси орқали ифодалаш мумкин. Амалда биринчи усулдан фойдаланилади. У ҳолда нейтрал эритма учун, кислотали учун $[H^+] > 10^{-7}$ ва ишқорий эритма учун

$$[H^+] < 10^{-7}. \text{pH} = -\lg [H^+] \quad (2.4)$$

$$[H^+] = 10^{-7} [H^+] = 10^{\text{pH}} \quad (2.5)$$

Манфий даража кўрсаткичи сонларни ишлатиш билан боғлиқ бўлган қийинчиликларни йўқотиш учун водород ионлари концентрациясини водород кўрсаткич орқали ифодалаб, pH билан белгилаш қабул қилинган. Водород ионлари концентрациясининг $\text{pH} = -\lg[H^+]$ ёки $[H^+] = 10^{-\text{pH}}$ - бунда $[H^+]$ – водород ионларининг концентрацияси, мол/л. Водород кўрсаткич тушунчасини 1909 йилда Даниялик кимёгар Серенсен киритган: p ҳарфи Данияда математик даража — потенс сўзининг бош ҳарфи, H, ҳарфи - водороднинг белгиси. Тоza сув учун $\text{pH} = -\lg 10^{-7} = 7$ га тенг бўлиб, муҳити нейтрал эканлигини билдиради. $\text{pH} < 7$ қийматда муҳит кислотали, $\text{pH} > 7$ қийматда эса ишқорий бўлади. Мураккаб бўлмаган ҳисоблашлар орқали $K_w = 1 + 10^{-14}$ бўлганда $\text{pH} = 0$ дан 14 гача ўзгаришини билиш мумкин.

2.2. Электролитлар

Кислота, асос ва тузлар электролитлар ҳисобланади. Юқори диэлектрик доимийлик билан эритувчида (масалан, сувда) эриган моддалар (кислота, асос, туз) электр токини ўтказиш қобилиятига эга.

Бу хосса ушбу бирикмалар эритмада ионларга диссоцияланиши билан тушунтирилади. Кучли ва кучсиз электролитлар фарқ қилинади. Юқори концентрацияларда электр ўтказувчанлик қиймати катта бўлган электролитлар кучли электролит ҳисобланади. Уларнинг электр ўтказувчанлиги суюлтирилганда ҳам кўп ўзгармайди. Юқори концентрацияларда ҳам электр ўтказувчанлиги кам бўлган электролитлар кучсиз электролитлар дейилади, бироқ суюлтирилганда электр ўтказувчанлиги ортади.

Кучли электролитлар эритмада амалда тўлиқ диссоцияланади. Бу гуруҳга кўпгина тузлар, ишқорлар ва кучли кислоталар киради. Бу моддаларнинг эритмаларида эриган моддаларнинг молекулалари

булмайд, оддий ионлар (сув молекуласи билан ҳосил қилган бирикмаси) бўлади. Кучсиз электролитларнинг суви эритмаларида ионлар билан бирга диссоцияланган молекулалар ҳам бор. Диссоцияланган молекулалар сонининг диссоцияланмаган молекулалар сони билан микдорий нисбати электролитик диссоцияланиш даражаси деб аталади. Кучли электролитлар учун $\alpha = 1$, кучсиз электролитлар учун $\alpha < 1$. Кучсиз электролитлар суюлтирилган сари электролитлар электролитик диссоцияланиш даражасининг ортиши ҳам назарий ҳам амалий жиҳатдан тасдиқланган.

Кучсиз электролитнинг диссоцияланиш даражасига эритмада кучли кислота ёки асос бўлиши сезиларли таъсир кўрсатади. Кучли кислота кучсиз кислота эритмасига қўшилганда кучсиз электролитнинг электролитек диссоцияланиш даражаси камаяди. Кучли асос кучсиз асоснинг диссоцияланишига худди шундай таъсир кўрсатади.

2.3. Эритмалардаги оксидланиш-қайтарилиш реакциялари

Ўзаро реакцияга кирувчи моддалар атомларининг оксидланиш даражаси ўзгариши билан борадиган реакциялар оксидланиш-қайтарилиш реакцияси дейилади. Табиатда ва техникада оксидланиш-қайтарилиш реакциялари кўп учрайди. Фотосинтез нафас олиш, моддалар алмашуви ва шунга ўхшаш ҳодисалар оксидланиш ва қайтарилишга асосланган. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини таърифлашда оксидланиш даражаси (валентлик тушунчаси ўрнига) тушунчаси киритилган. Бу тушунча шартли равишда олинган бўлиб, модда атомларининг ҳақиқий ҳолатини тавсифламайди. Оксидланиш даражаси молекуладаги атомлар: шартли заряди бўлиб, молекула фақат ионлардан таркиб топган, деган фарз асосида ҳисоблаб чиқарилади. Ҳар қандай бирикмада ҳар бир атомга оксидланиш даражаси ёзилади. Мисол учун, кислороднинг оксидланиш даражаси ҳар доим (баъзи ҳоллардан ташқари) — 2, фторники — 1, водородники +1. Оддий модда молекуласи оксидланиш даражаси, шунингдек, элемент атомлари учун ионга, бир атомли ионларники уларнинг зарядига тенг бўлади. Шундай қилиб, ишқорий металл катионлари оксидланиш даражаси + 1, ишқорий металл катионлариники + 2 бўлади. Оксидланиш даражаси фақат бутун сонлар билан эмас, балки каср сонлар билан ҳам ифодаланиши мумкин.

Масалан, кислород H_2O да —2, H_2O_2 да — 1, оксидланиш даражасига эга. Оксидланиш даражаси ва валентлик кўпгина ҳолларда бир-бирига тўғри келмайди. Масалан углероднинг валентлиги 4 га, этил спирт $\text{C}^{\text{N}}\text{OH}$ да 2 га ва углерод диоксид CO_2

да +4 га тенг. Оксидланиш даражасига қараб, бирикманинг оксидловчи ёки қайтарувчи эканлигини аниқлаш осон. Атом, молекула ёки ионларнинг электрон бериши билан борадиган жараён оксидланиш, атом, молекула ёки ионларнинг электрон бириктириб олиши билан борадиган жараён қайтарилиш дейилади. Шундай қилиб, электрон берувчи ионлар, молекулалар ёки атомлар электрон берувчи ҳисобланади ва улар атом, молекула ёки ионларни қайтаради, ўзлари эса оксидланади.

Оксидланиш ва қайтарилиш жараёни биргаликда содир бўлади, реакция давомида берилган электронлар қабул қилинган электрон миқдори билан тенг бўлади. Оксидловчи ва қайтарувчи эквивалентли Э тушунчаси мавжуд бўлиб, у молекула массасини реакцияда берилган ёки қабул қилинган электронлар сонига бўлиш орқали топилади:

$$E = m/n.$$

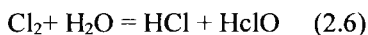
Оксидланиш-қайтарилиш жараёни уч хил бўлади:

1. Молекулалараро борадиган жараён, бунда оксидловчи ва қайтарувчи турли моддалар тартибига киради.

2. Ўз-ўзидан оксидланиш бир элементнинг ўзи ҳам оксидловчи ҳам қайтарувчи сифатида иштирок этади.

3. Молекуладаги бўладиган ўзгариш оксидловчи ва қайтарувчи сифатида молекула таркибига кирувчи турли атомлар иштирокида бўлади.

Иккинчи хил оксидланиш-қайтарилиш жараёнига хлорнинг сув билан ўзаро таъсирини келтириш мумкин:



Савол ва топшириқлар

1. Сувнинг физик хоссалари ҳақида гапириб беринг.
2. Электrolитик диссоция деб нимага айтилади? H_2O ни диссоциялаб беринг.
3. Буфер эритма деб нимага айтилади? Буфер эритмалар ва унинг хоссалари тўғрисида гапириб беринг.
4. Биологияда буфер эритма қандай аҳамиятга эга?
5. Тузлар гидролизи деб нимага айтилади? Тузлар гидролизи неча ҳолатга бўлинади?
6. Оксидланиш-қайтарилиш реакция деб нимага айтилади?
7. Табиатда ва техникада оксидланиш-қайтарилиш реакциялари қай усулда учрайди?

III БОБ. ДИСПЕРС СИСТЕМАЛАР. КОЛЛОИДЛАР

3.1. Дисперс система турлари

Маълум микдордаги эритувчида эриши мумкин бўлган модда микдори учун эрувчанлик тушунчаси киритилган бўлиб, бу тушунчани чин эритмалар учун тула қўллаш мумкин. Қўпгина ҳолларда юқори молекулар бирикмалар учун тўйинган эритма ва модданинг эримай қолган қисми учун аниқ мувозанат юзага келмайди. Бунда модданинг каттик ҳолдан эритмага узлуксиз ўтиши кузатилади. Бундай эритмада модданинг турли ҳажмдаги бўлақчалари бўлиши мумкин. Дисперс системалар чин (ион ёки молекулар) коллоид эритмалар ва дағал дисперс системаларга (эмульсия, суспензияларига) ажратилади.

Коллоид эритма икки фазали системадир. Майдаланган (дисперсланган) заррачалар турли катталиқдаги молекула ёки атом оғирлик микдорига эга бўлади (1—100 нм). Бундай эритмаларни митселар ёки псевдо (ёлғон) эритмалар деб ҳам аташ мумкин. Коллоид эритмалардаги эритувчилар — дисперс мухит, майдаланган моддаси — дисперс фаза дейилади. Гетероген системалар суспензияларга тегишли бўлиб, унинг таркибидаги майдаланган моддаларни оптик микроскоп ёки оддий кўз билан кўриш мумкин. Заррачаларнинг ҳажми 100 нм дан катта бўлади. Суспензиянинг ҳажми иштирокида эритиш ёки бўктириш жараёнининг ўтиши енгиллашади. Бундай учинчи, ёрдамчи модда чин эритмалар учун солубилизатор; коллоид системалар учун пептизатор, эмульсия учун эмульсификатор; суспензия учун барқарорловчи ва бўктирувчи агент дейилади.

Майдаланганлик ҳолати (дисперслик)ни микдорий ифодалаш мақсадида майдаланганлик (A) тушунчаси киритилган бўлиб, катталик заррача диаметрининг манфий қийматига тенг бўлади; агар заррача шар ёки игнасининг ёки куб томонлари узунлиги ёки кубик ҳолда бўлса. Юқори молекулар ёки ион эритмаларда заррачанинг ҳажми $107\text{--}108\text{ A} > 107\text{ см}^3$ — 1 ни ташкил этса, коллоид эритмаларда заррача ҳажми $10\text{--}5\text{ см}^3$ — $10\text{--}7\text{ см}^3$. Майдаланганлик даражаси $D = 10^{-5} \text{--} 10^{-7}\text{ см}^3$ — 1 ни ташкил этади. Майдаланганлик, дисперслик даражаси қанча юқори бўлса, шунингдек, заррачалар қанча майда бўлса, модда атомининг кўп қисми, моддаларнинг ўзаро ажралиши аэрозоль чегарасида, дисперс эритма ичидагига нисбатан кўп бўлади. G—S туман, булут G—Q тутун системаларни ташкил қилувчи моддаларни агрегат ҳолатига ва таҳлил муҳитга қараб дисперс системаларнинг турлари кўп. Агар газ — G, суюқлик — S, каттик жисм — Q билан белгиланса, 1 см

ли муҳитни, 2 фазалилигини билдиради, унда уларнинг ўзаро бир неча комбинацияси мавжуд бўлади. Масалан, G — аэрозол, тўғрироғи, туман, газсимон муҳитда сув томчилари, эриган G—Q ҳам аэрозол (аэрозол — газсимон системада каттик жисм заррачалари тарқалиши) бўлиб унда тутун, булут, туман киради. S—G — бу кўпик; S—S эмульсия; S—K — кам дисперсланган заррачалар — суспензия, коллоид эритмалар, ёки золлар ҳосил қилади. Бундан ташқари, K— G системаси мавжуд, бу каттик кўпик дейилади. Табиий бу Q—S системадир. Бунда калций карбонат тузида коллоид дисперсланган сув туради. Система K₁—K₂ бетон металлокерамик бирикма, қотишмалар, эмал ва бошқалардан иборат.

ФАЗАЛАР БЎЛИМИ

Қаттик жисм ва суюқлик сиртки чегарага эга бўлиб, шу чегара орқали бошқа моддалар ёки ўз-ўзининг бошқа агрегат ҳолатдаги шакли билан таъсирланади (суюқлик ва унинг буғи, суюқликдаги каттик заррачалар, бир суюқлик томчисининг иккинчи суюқлик таркибида). Сиртки чегарага яқин жойлашган атом, молекула ва ионлар, шу модда ички қисмидагиларига қараганда ўзгача ҳолатда бўлади. Ички қаватдаги молекула, ўзига ўхшаш ҳолатдаги молекулалар таъсири остида бўлади, сиртки қаватдаги молекула эса ўзига ўхшаш ҳолатдаги молекула таъсиридан ташқари, агар у буг ҳолида бўлса бошқа модда молекуласи билан таъсирланиши мумкин.

3.2. Коллоид эритмалар

Коллоид (эритмалар) заррачалар ички тузилиши 3 га бўлинади: суспензоид, ассоциатив ёки митселлар коллоидлар ва молекулар коллоидлар. Суспензоидлар — бошланғич модда тузилишини саклаб қолади, аммо заррачалар юқори диспера ҳолатда бўлади. Коллоидларнинг бундай хоссаси кўп жиҳатдан фазалараро юзасининг катталигига боғлиқ бўлади. Сульфидлар, металл оксидлари ва гидроксидлари эритмалари — суспензоидларга киради. Бундай эритмалар *қайтмас эритмалар* дейилади.

Агар эритма қайнатилгандан сўнг, шундай эритма чўкмаси (зол) сув билан таъсирлашса, яна коллоид эритма ҳосил қилмайди. Бу золлар мофоб бўлиб, сув заррачалари билан ўзаро таъсири жуда кучсиздир. Кўпинча золлар микдори 0,1% дан ортмайди.

Эритма барқарорлигини оширувчи (стабилизатор) қўшиш орқали ошириш мумкин (уларни ҳимояланган коллоидлар ҳам

дейилади).

Оксиллар, поливинил спирти ва бошқа юқори молекулар бирикмалар химояловчилар сифатида ишлатилади. Химояловчилар заррача сиртки қисмига ютилиб, таркиби барқарор геллар ҳосил қилади. Дисперланган заррачалар юқори агрегат молекулалар — митселлалар ҳосил қилади, шунинг учун уларни *ассоциатив структура*лар дейилади.

Органик бўёқ, совун, ювиш воситалари эритмалари — митселлар эритмалардир. Молекулар коллоидларнинг дисперсион фазаси катта ҳажмли ва юқори молекулали органик моддалардан ташкил топган. Агар бундай модда эритмалари суюлтирилса, чин эритмаларга хос хусусиятни кўрсатади. Худди шундай моддалар учун эрувчанлик чегара билмайди. Эриш жараёни бўкиш босқичи орқали боради. Коллоидлар, асосан қайтар ва мофилдир. Молекулалар коллоид моддаларга каучук, баъзи оксиллар пластмассалар, желатин, латекис ва бошқалар мисол бўлади.

3.3. Коллоид эритмаларнинг оптик ва молекулар-кинетик хоссалари

Коллоид системаларнинг бошқа системалардан фаркли хоссаси уларнинг нуруни тарқатишдир. Қоронғи хонада коллоид системадан ёруғлик нури тузишса, ёрқин конусни кўриш мумкин (Тиндал ҳодисасини кузатиш мумкин). Коллоид система заррачаларининг тартибсиз — хаотик ҳаракатлари унинг молекулар-кинетик хоссаси дейилади. Коллоид эритмаларга қўлланилиши мумкин бўлган хоссаларга броун ҳаракати, диффузия ва седиментация киради. Броун ҳаракати дисперс-макроскопик ва коллоид заррачаларнинг тартибсиз хаотик ҳаракатидир. 1827- йилда англиялик олим Р. Броун биринчи бўлиб шу ҳодисани фанга киритган. Дисперсион муҳитдаги молекулаларнинг тўхтовсиз ҳаракати натижасида броун ҳаракати вужудга келади. Ҳарорат канча юқори бўлса, ҳаракат тезлиги шунча юқори, муҳит қовушқоқлиги шунча оз ва дисперслик даражаси шунча юқори бўлади.

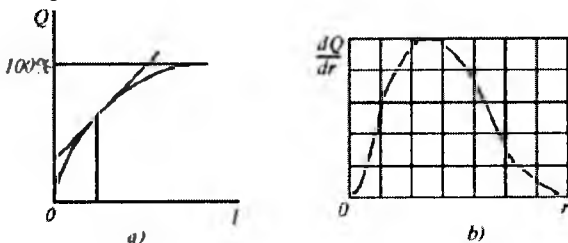
Диффузия — моддаларнинг ўз-ўзидан бир-бирига қўшилиши натижасида эритмани ташкил этувчи моддаларнинг тенглашиш жараёнидир. Диффузия тезлиги заррачаларнинг шакли ва катталигига, ҳарорат ҳамда муҳит қовушқоқлигига боғлиқ.

Коллоид заррачаларнинг диффузия тезлиги чин эритма заррачаларининг диффузия тезлигидан кичик бўлади. Осмос ҳодисаси (ёки бир томонлама диффузия) диффузиянинг бир тури ҳисобланади.

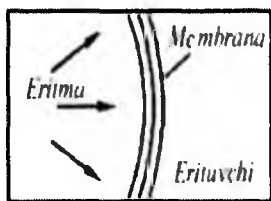
Катта ҳажмли дисперс заррачаларни ўтказмайдиган ва эритмадаги молекулаларни ўтказадиган мембранага коллоид эритма солиб, уни чин эритмага туширсак, коллоид эритмадаги молекулалар мембранадан тоза эритма томон ўтади. Бундай ҳодиса мембрана ички ва ташқи қисмида кимёвий потенциал фарқи ва зол ёки эритма босимининг юқорилиги сабабли рўй беради. Буни мембрананинг деформацияланиши орқали кузатиш мумкин.

Седиментация — гравитацион майдон таъсирида заррачаларнинг эритмада чуқиши (ёки юзага қалқиб чиқиши). Стокс (1880-й.) қонунига биноан седиментация тезлиги эркин тушиш тезлигига, заррачалар зичлиги (ρ_2) ва муҳит зичлиги (d_m) чўкаётган заррача радиуси (r) квадрати ва муҳит ковушқоқлигига (ν) тесқари пропорционал:

Бу ифода коллоид эритмалар седиментацион анализида қўлланилади. Заррачаларнинг катталиги бўйича тарқалишини ҳисоблаш учун эритмага тарози идишлари ва заррачалари ҳисобига ўзгариб бораётган идиш массаси миқдори ўзгариши узлуксиз ёзиб борилади. Натижада седиментация эгри чизиғи олинади, бунда абсцисса ўқига жараён учун кетган вақт (t), ордината ўқига идиш массаси Q ўзгариши қўйилади. Ҳосил бўлган чизиқдан, заррачаларнинг катталигига қараб ажралиш дифференциал эгри чизиғини ҳисоблаб чиқариш ва чизиш мумкин. Агар заррачалар бир хил зичликка эга бўлса ва шар шаклида бўлиб, фақат шаклининг катта- кичиклиги билангина фарқ қилса, ҳисоблаш тўғри бўлади. Шунини эслатиб ўтиш керакки, оқова ва ҳавзалардан олинган сувдаги эритилган заррачаларнинг тиндирилиши уларнинг шар шакли ва ҳолати бир-биридан фарқли бўлгани учун бошқа тенгламалар орқали ифодаланади. Бу реал сувда ўтказилган изланишлар ва олинган натижаларга асосланган.



3.1 - расм. Коллоид эритмаларнинг кўриниши: а) заррачаларнинг диаграммаси, эгрилик седиментацияси; б) заррачаларнинг катталиги бўйича ажралиш дифференциал эгри чизиғи.



a)



b)

3.2-расм. а) осмотик босим; б) коллоид бўлмаганининг тузилиши.

Савол ва топшириқлар:

1. Дисперс система деб нимага айтилади?
2. Коллоид система деб нималарга айтилади?
3. Суспензия деб нимага айтилади?
4. Гетроген системалар деб нимага айтилади?
5. Қайси ҳолатдаги система айрозол деб аталади

4.1. Микроорганизмлар тўғрисида умумий тушунчалар

Микробиология — турли гуруҳларга мансуб бўлган микроорганизмлар (бактериялар, энг содда жониворлар, замбуруғлар, вируслар) тўғрисидаги фандир. Юкорида санаб ўтилган организмларнинг бутун ҳаёти давомидаги микроскопик ўлчами (катталиги) уларнинг умумий белгиси ҳисобланади. Микроорганизмлар дунёси ғоят хилма-хилдир. Ўз тузилиши бўйича бир хил микробларнинг ҳужайралари ҳайвонларнинг ҳужайраларини эслатади, иккинчи бирларининг ҳужайралари ўсимликларнинг ҳужайраларига ўхшайди, учинчиларининг ҳужайралари эса ўша ва бошқа ҳужайраларнинг белгиларини уйғунлаштириши ёки улардан жиддий фарқ қилиши мумкин.

Аксарият бир ҳужайрали микроорганизмлар ҳайвонлар ва ўсимликлардан биологик тузилишининг оддийлиги билан фарқ қилади. Бу ҳолат Э. Геккелга уларни жонли табиатнинг учинчи салтанатига бирлаштириб, “протистлар салтанати” номини бериш учун асос яратди. Юкори ҳайвонлар ва юкори ўсимликларнинг ҳужайралари сингари барча протистлар ҳужайралари тузилиши негизини ситоплазма (ёки ҳужайранинг “жонли моддаси”) ва ўзак (ядро) ташкил қилади. Бироқ электрон микроскопиянинг ривож топганлиги протистлар ҳужайралари тузилишида принципал (асосий) тафовутларни аниқлаш, уларни бир-биридан аниқ-пухта фарқ қиладиган икки гуруҳга: юкори (олий) протистлар — эукариотларни ва оддий (тубан) протистлар-прокариотларни ёки ядрогача бўлган организмлар гуруҳларига бўлиш имконини берди.

Ядронинг таркибий тузилиши ва уни бўлиниш усули эукариотик ҳужайрани прокариотик ҳужайрадан фарқ қиладиган энг муҳим белгиларидир. Эукариотларнинг ҳужайралари ситоплазма мембранасидан алоҳида бўлган холис ядрога эга. Ирсий ахборот дезоксирибонуклеин кислота (ДНК)га ва алоҳида турдаги оксилга эга бўлган хромосомаларда сақланади. Ҳужайралар кўпайганда ядро мураккаб жараён — митоз натижасида бўлинади. Прокариотларнинг ҳужайраларида ҳақиқий ядро йўқ, лекин ядросимон ҳосилалар — нуклеоидлар (лотинча нуклеус — ядро сўзидан олинган) мавжуддир. Нуклеоидлар юкори табақа организмлар ҳужайралари ядроларига нисбатан анча содда тузилишга эга бўлиб, қобикли ситоплазмадан ажралмаган бўлади. Ирсий ахборотни ДНКнинг узун молекуласидан иборат бўлган бир хромосома ўзида сақлайди.

Ҳужайралар кўпайганда ядро мураккаб жараён митоз натижасида бўлинади. Прокариотларнинг ҳужайраларида ҳақиқий

ядро йўқ, лекин ядросимон ҳосилалар-нуклеоидлар (лотинча нуклеус ядро сўзидан олинган) мавжуддир. Нуклеотлар юқори табака организмлар хужайралари ядроларига нисбатан анча содда тузилишга эга бўлиб, қобиқли ситоплазмадан ажралмаган бўлади. Ирсий ахборотни ДНКнинг узун молекуласидан иборат бўлган бир хромосома ўзида сақлайди.

Энг содда организмлар, йўсинлар (кўк-яшил тусдаги йўсинлардан ташқари) ва замбуруғлар эукариотлар жумласига киради. Бактериялар ва кўк-яшил тусли йўсинлар содда (тубан) протистлар гуруҳи прокариотларни ташкил қилади, буларни ҳозирги вақтда кўпинча сианобактериялар деб аташади.

Ҳаётнинг хужайрадан ташқари шакллари сифатида вируслар алоҳида гуруҳга киради.

4.2. Табиатда микроорганизмларнинг тарқалиши

Ўлчамларининг кичиклиги, шунингдек, озуқа манбаи сифатида энг хилма-хил моддаларни ўзлаштириш қобиляти ва ташқи муҳит шароитларига осон мослашуви туфайли микроорганизмлар табиатда кенг тарқалган бўлиб, ҳаётнинг бошқа шакллари бўлмаган жойларда аниқлиниши мумкин. Тупроқ, сув, одам ва ҳайвонлар организмлар микроорганизмларнинг табиий яшаш муҳити ҳисобланади. Ҳаво микробларнинг ривожланиши учун қулай муҳит бўлолмайди, чунки у томчи суюқ сувга эга эмас, аммо кўпгина микроорганизмлар ернинг юзидан ёки буюмлардан чанг билан бирга ҳавога ўтиб, яшаш қобилятини вақтинча сақлаб қолиши мумкин.

Тупроқда яшаётган микроорганизмлар микдори ва тур таркиби унда нам ҳамда озуқа моддаларининг мавжудлиги, муҳитнинг таъсири, ҳарорат, аэрация даражаси билан белгиланади. Тупроқ энг юқори қатламидан ташқари, микроорганизмлар учун тўғри тушадиган қуёш нурларининг ҳалокатли нурларидан ҳимоя қилиш воситаси ҳисобланади. Тупроқ бактериялар, йўсинлар, замбуруғлар, энг содда жониворлар турли-туман турларининг яшаш жойи саналади.

Яхши ишланган тупроқ микроорганизмларга айникса бой бўлади. 1 грамм тупроқда бактериялар микдори бир неча миллион, йўсинлар микдори 100 мингтагача, замбуруғлар микдори ўн мингтагани ташкил қилиши мумкин.

Тупроқда яшаётган микроорганизмлар жуда кўп микдорда ернинг сиртида бўлади. Чунончи, 1 гектар ернинг ҳайдаладиган қатлами микроб хужайралари юзаси салкам 500 гектарни ташкил этади. Микроорганизмларнинг тупроққа ҳаддан ташқари фаол таъсири айнан шу билан изоҳланади. Бактерияларнинг аксарияти 15—20 см чуқурликда

булган тупрокнинг юқори катламида ривожланади. Йўсинлар 10 см гача булган чуқурликда ривожланади ва буни баъзан тупрокнинг мул-қўллик катлами деб аташади. Йўсинлар ҳаёт фаолияти жараёнида кислород ажратиб, тупрокнинг ҳавога тўйинишига кўмаклашади. Тупрокнинг юқори катлами ҳавога яхши тўйинганида микроскопик замбуруғлар зўр бериб ривожланади. Тупрокда чувалчанглар ва ҳашаротларнинг личинкалари кўп бўлиб, булар тупрокни юмшатади ва шу тарика кислороднинг анча чуқур катламларга кириб боришини таъминлайди.

Сув объектларининг микроблилиги, микробларнинг миқдори ва хилма-хиллиги, аввало, сувнинг ифлослилиқ даражаси, яъни органик моддаларнинг мавжудлиги билан белгиланади. Сув муҳитида яшайдиган гидробионтлар турли тизимли гуруҳлар жумласига киради. Табиий сув ҳавзаларида сув ўтлари, бактериялар, энг содда жониворлар, замбуруғлар ривожланиши мумкин. Чуқур артезиан қудуқлар сувли катламлар билан яхши ҳимояланганлиги туфайли буларда, одатда, микроорганизмлар деярли бутунлай бўлмайд.

Очиқ сув ҳавзаларининг суви кимёвий таркиби ва микробларининг ранг-баранглиги ҳамда ўзгариб туриши билан фарқ қилади. Микробларнинг миқдори бир қанча сабабларга: соҳил бўйи ҳудудларида аҳолининг зичлигига, ҳаво ёғинлари миқдorigа, йил фаслларига ва шу қабиларга боғлиқ бўлади. Чунки булар сув ҳавзалари ифлослиги тавсифи ва даражасини кўрсатади. Йирик шаҳарлар яқинидаги сув манбаларида микроорганизмлар, айниқса, кўп бўлади. Ёмғирдан кейин ва баҳорги тошқинлар даврида сув ҳавзаларида бактериялар миқдори анча кўпаяди. Қиш фаслида гидробионтлар миқдори кескин равишда камайиб кетади.

Оқова сувларда микроорганизмлар жуда ҳам кўп бўлади. 1 мл оқова сувдаги бактериялар миқдори 1 млрд дан ортиқ бўлиши мумкин. Одамдан физиологик ажралиб чиқадиган нарсалар ва унинг ҳўжалиқ фаолияти рўзғор чиқинди сувлари микроорганизмларнинг манбаидир. Ишлаб чиқариш оқова сувларининг баъзи турларида ўзига хос микроорганизмлар бўлади, булар дори-дармонлар, спирт, сут-қатиқ маҳсулотлари ва шу қабиларни ишлаб чиқариш технологик жараёнида фойдаланилади.

4.3. Микроорганизмлар билан ишлаш усуллари

Инсон кўзи > 100 мкм ўлчамдаги объектларни фарқлаш қобилиятига эга. Кўпчилиқ микроорганизмлар ана шу ўлчамдан ўн ва юз баравар кичикдир, шу боисдан уларнинг тузилишини фақат микроскоплар ёрдами билангина ўрганиш мумкин. Ёруглиқ (нур) микроскопининг рухсат этилган (ҳал қилувчи) қобилияти, яъни икки

ёнма-ён ётган нукталарни фарклаш имконияти 0,2 мкм ни ташкил этади. Бу эса аксарият микроорганизмларнигина эмас, балки ҳужайраларнинг қобик, ядро, вакуола сингари айрим тузилмали бирикмаларини ҳам кўриш имконини беради. Бироқ фақат электрон микроскопдагина вирусларни кўриш ва бошқа микроорганизмлар ҳужайраларининг ултратузилмасини ўрганиш имкониятини яратади. Ҳозирги замон электрон микроскоплари деярли 0,001 мкм ни ҳал қилиш қобилиятига эга. Шундай қилиб, микроорганизмларни микроскоп орқали кузатиш (таҳлил қилиш) уларнинг ҳужайраларини ўрганиш имконини ҳам беради.

Микроорганизмлар ҳужайраларининг тузилмаси бўйичагина эмас, балки ўз биокимёвий белгилари бўйича ҳам ниҳоятда хилма-хилдир, аммо улар билан ишлаш усуллари етарли даражада бир типлидир.

Аксарият микроорганизмлар туридан катъи назар, муайян бирикмаларни ўзгартириш (айлантириш)дан иборат ўша бир хил биокимёвий жараёнларни амалга оширади. Бундай микробларни бир физиологик гуруҳга бирлаштирадилар.

Турли объектлардаги (табиий ичимлик, оқар сувлардаги, тупроқдаги, фаол лойқадаги, биоплёнкадаги) микроорганизмларнинг миқдорини аниқлаш умумий уруғланишга ва санитария-эпидемиологик хавф-хатарга баҳо бериш учун, шунингдек, окова сувларни биологик жиҳатдан тозалашда технологик мақсадларда ўтказилади. Табиатда ва водопровод ҳамда канализацияни тозалаш иншоотларида рўй берадиган биокимёвий жараёнларда микроорганизмларнинг ўйнаётган ролини тушуниб олиш учун айрим систематик ва физиологик гуруҳлар ажратилади ҳамда ўрганилади.

Микроорганизмлар миқдорини аниқлашнинг асосий усуллари қуйидагилар:

1) сув, тупроқ ва шу кабиларни таҳлил қилиш учун олиниб, тайёрланадиган препаратда микроскоп остида ҳужайраларини бевосита ҳисоблаш усули;

2) куюқ ёки суяқ ҳолатда бактерия, замбуруғ ҳамда йўсинларни ўстириш, кўпайтириш учун мосланган муҳитда экиш усулидир.

Бевосита ҳисобга олиш усулининг турли модификациялари тадқиқ қилинадиган намунада микроорганизмлар миқдорини бирмунча тўлиқ ҳисобга олиш имконини беради. Бироқ бевосита ҳисоблаш усули билан микробларнинг ҳам жонли, ҳам жонсиз ҳужайралари аниқланади.

Бактерия, замбуруғ ва йўсинларни ўстириш, кўпайтириш учун мосланган муҳитга экиш усулида фақат яшовчан ҳужайраларнигина

ҳисобга олинади. Шундай муҳитлар борки, уларнинг таркиби уларда микроорганизмларнинг жуда кўп турларини ўстириш ва аниқлаш имконини беради. Муайян физиологик гуруҳларни ажратиш учун фақат битта физиологик гуруҳга мансуб микроорганизмларнинг ривожланиши учун яроқли бўлган махсус муҳитлар қўлланилади. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, бунда тайёрланган намунанинг қатъий ўлчанган ҳажми бактерия, замбуруғ ва йўсинларни ўстириш, кўпайтириш учун мосланган зич муҳит юзасига ёки суюқ муҳитли пробиркага экин экилади, микроорганизмларнинг у ёки бу турлари учун қулай бўлган шароитларда экин инкубация қилинади ва олинган намуна ҳажмида ҳужайралар миқдори санаб чиқилади.

Қаттиқ муҳитдан фойдаланган чоғда экишдан ва инкубациядан кейин ўсган колониялар миқдори саналади. Ҳар бир колония бир ҳужайрадан ўсиб чиқади, деб ҳисобланади. Экиш учун олинган намуналар ҳажмини билиб олгандан кейин тадқиқ қилинадиган материалнинг 1 мл ёки 1 г даги микроорганизмларнинг миқдори ҳисобга олинади. Суюқ муҳитдаги микроорганизмларни миқдорий ҳисобга олиш энг кўп кўпайтириш усули билан амалга оширилади. Бу усулнинг моҳияти қуйидагилардан иборатдир. Текширилаётган намунадан бир нечта изчил кўпайтмалар тайёрланади. Ҳар бир кўпайтмадан учта мувозий (параллел) намуна суюқ муҳитли пробиркаларга экилади. Зарур инкубация муддати ўтгандан сўнг экилган пробиркалардан ҳар бирида микроблар мавжудлиги ёки йўқлиги қайд этилади. Ҳисоб-китоб энг кўп кўпайиш қайд қилинган намуналар бўйича олиб борилади

Савол ва топшириқлар:

1. Микробиология фани нимани ўргатади?
2. Табиатда микроорганизмлар қай усулда тарқалади?
3. Микроорганизмлар миқдорини аниқлашнинг қандай усуллари бор?

V БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ АИРИМ ГУРУХЛАРИГА МОРФОЛОГИК ТАВСИФ БЕРИШ

Морфология — микроорганизмлар хужайраларининг шакли, ички тузилиши ва ҳажми ҳақидаги фандир. Сув микробиологияси ва санитария микробиологияси учун энг содда бактериялар ва сувўтларининг мунтазам гуруҳлари катта аҳамиятга эга. Оқар сувларнинг тозаланиши ва табиий сув ҳавзаларининг ўз-ўзини тозалашда органик ҳамда айрим анорганик бирикмаларнинг олинishi ва оксидланишида бактериялар асосий рол ўйнайди, шунинг учун улар анча батафсилроқ қараб чиқилади.

5.1. Олий протистлар эукариотик хужайраларнинг тузилиши

Олий протистларнинг гуруҳи етарли даражада хилма-хил организмлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг хужайралари ё ҳайвонларнинг хужайраларига ёхуд ўсимликларнинг хужайраларига ўхшашидир. Ситоплазма ва хужайра ядроси биргаликда протопластни ҳосил қилади, у сиртки томондан ситоплазма мембранаси билан қуршаб олинган бўлиб, бу мембрана хужайра ичига факат сув ўтказди, айрим моддаларнинг унчалик катта бўлмаган молекулаларини ва ионларини ҳам ўтказди. Хужайранинг ситоплазмаси бир хил эмас. Унда ҳаётий жиҳатдан ғоят муҳим бўлган таркибий ҳосилалар — турли вазифаларни адо этувчи органеллалар топилган. Булар: рибосомалар, митохондриялар, Голжи мажмуидир. Уларнинг дастлабки иккитаси майда доначалар шаклида бўлиб, хужайралар ичидаги мембраналарда жойлашган ва эндоплазматик тўрни ҳосил қилади. Рибосомалар рибонуклеин кислотасига (РНК) бойдир. Уларда оксил синтези амалга оширилади. Митохондриялар думалок, овал ёки таёксимон шаклга эга. Уларнинг ўлчови 0,2 дан 7 мкм оралиғида бўлади. Митохондрияларда оксидланиш жараёни кечади, улар қувват (нафас) ҳосил бўлиши билан бирга боради. Голжи мажмуи ўроксимон ёки таёксимон шаклдаги жисмдир. Мажмуанинг маҳсулотларидан бири лизосомалар диаметри 1 мкм атрофида бўлган думалок қуйилма бўлиб, улар ичида озуқа моддаларини парчалашга қодир бўлган ферментлар тўпланган. Голжи мажмуининг энг муҳим вазифаси алмашинадиган маҳсулотлар хужайрадан чиқишидан олдин уларнинг жамланишидир.

Эукариот хужайра ситоплазмаси доимий ҳаракатда бўлади. Хужайранинг ички бўшлиғи мембраналар билан оз ёки кўп даражада ажралган бўлмаларга бўлинади, уларнинг ҳар бирида муайян биокимёвий жараёнлар содир бўлади.

Фақат эукариотларга хос бўлган функционал хусусиятларга пиноситоз ва фагоситоз ҳодисалари киради. Мазкур ҳодисаларнинг моҳияти суюқликнинг кичик томчилари (пиноситоз) ёки каттиқ зарраларнинг (фагоситоз) ҳужайрага кўчишидан иборатдир, бу ҳодиса ситоплазма мембранаси бир қисмининг ичкари тортилиши, ҳосил бўлган қопчанинг ажралиб чиқиши ва унинг лизосома билан қўшиладиган вакуолга айланиши натижасидир; бунда ҳужайрага тушган моддалар гидролизга учрайди.

Энг содда организмлар

Энг содда организмлар (Протозоа) турига кирувчи организмлар гарчи уларнинг танаси битта ҳужайрадан ташкил топган бўлса ҳам, кўп сонли ва ўзининг тузилишига кўра ғоят хилма-хилдир. Энг содда организмлар турларининг умумий сони 15 мингдан ортиқдир. Уларнинг ҳажми кенг доирада (2 мкм дан 2 мм гача) ўзгариб туради ва қайси турга мансублигига ва физиологик ҳолатига боғлиқдир.

Энг содда организмларнинг анча юқори уюшган турлари оғиз тешигига ва овқатнинг ҳазм бўлмаган каттиқ қолдиқларини чиқариб ташлаш учун кукунларга эгадир. Ҳужайра фаолиятининг суюқ маҳсулотлари қисқартирувчи вакуол ёрдамида чиқариб ташланади. Қисқартирувчи вакуол суюқликнинг вақти-вақти билан ортиб боровчи пуфакчалари бўлиб, у муайян катталиқка эришгач, ҳужайранинг қобиғига яқинлашиб, ўзидаги нарсаларни ташқарига чиқариб ташлайди. Атроф-муҳитда тузлар қуйқаси, одатда, ҳужайра ичидагига нисбатан камроқ бўлади. Сув осмотик босим қонунига биноан ҳужайрага киришга интилади. Қисқартирувчи вакуол ортиқча сувни чиқариб ташлаб, ҳайдовчи аппарат сингари ҳаракат қилади ва ҳужайра ичида доимий осмотик босимни сақлаб туради. Энг содда организмларнинг кўпчилигида ҳужайралардаги бир қанча эҳтиёт моддалардан гликоген йиғилади, баъзиларида ёғ тўпланади.

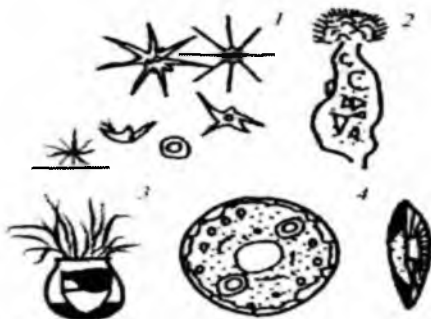
Бўялган энг содда организмлар крахмал тўплайди.

Протозоа ҳужайраларнинг оддий бўлиниши билан (ножинсий кўпайиш) ёки мураккаб жинсий жараён — конюгация натижасида кўпаяди.

Энг содда организмларнинг яшаш жойлари денгизлар ва чучук сувлар, тупроқ, инсон ва ҳайвон организмларидир. Уларнинг кенг тарқалишига тез ва шиддатли кўпайиши, ноқулай шароитларга чидамлилиги, тарқалиш воситаларининг хилма-хиллиги (сув ва ҳаво оқимлари, қушлар ва ҳашаротлар ёрдамида) сабаб бўлади.

Протозоаларнинг кўпгина турлари касаллик тарқатувчилардир, улар амёбаси ичбуруқ, безгак, африка уйқу касаллиги каби

касалликларни келтириб чикаради. Энг содда организмларни таснифлашга, асосан, уларнинг ҳаракатланиш усуллари асос қилиб олинади. Протозоа тури бир неча туркумларга бўлинади. Табиий ва окова сувларни тозалаш тажрибасида улардан учтаси кўпроқ аҳамиятга эгадир: Саркодина, Мастигорхора, Синфизор туркумларнинг ҳар бири кичик туркумлар, отрадлар уруғлар, турига бўлинади.



5.1- расм. Саркодина. Яланғоч амёбалар: 1 -амёба задиоза; 2- амёба лимак чиганокли амёбалар; 3-Пампхагус ҳялинус; 4-Арселле дискоидес.

Саркодина. Энг содда организмлар бу туркумининг намоёндалари (5.1- расм) катта ёшдаги ҳолатида тананинг алоҳида шаклини ўзгартириб турадиган ўсимталари ёрдамида ҳаракат қилади, бу ўсимталар сохта оёқчалар ёки псевдоподилар номи билан аталади. Саркодали псевдоподилар сон ва шакл жиҳатидан жуда хилма-хилдир. Улардан айримлари кенг парраксимон сохта оёқчаларга, бошқалари дарахт илдизларининг туташиб кетишига, учинчилари тўғри ингичка нурларга ўхшайди.

Табиатда чучук сувларда ва канализациянинг тозаловчи иншоотларида Пхисопода (илдизоёқлилар) ва Ҳелиозоа (куёш нурлари) кичик туркумлари анча кенг тарқалгандир.

Илдизоёқлиларга морфологик тузилишига кўра энг оддий организмлардан бири — курук амёбалар (Амоебида) киради. Уларнинг тубан шакллари скелетсиз бўлиб, ситоплазманинг кичик бўлакчасидан иборатдир. Унда ички суюқ, донсимон қатлам (эндоплазма) ва анча ёпишқоқ, зич, юпка ҳошия (эктоплазма) мавжуд. Ҳаракат вақтида амёба муайян йўналишда сохта оёқчалар чиқаради. Ҳаракат гўё жисм массасининг секин оқимидан иборат. Амёбанинг озиқланиши фагоцитоз ҳодисаси ҳисобига содир бўлади. Озуқа бўлакчаси атрофида овқат ҳазм қилувчи вакуол ҳосил бўлади, унинг ичида озуқа моддалари эриган ҳолатга келади ва у вакуол деворчаси орқали ситоплазмага сизиб киради.

Вакуоллар ҳазм бўлмаган қолдиқлар билан тананинг исталган бир нуктасидан четга чиқариб ташланади. Амёбалар ҳужайранинг оддий бўлиниши билан урчийди.

Чиганокли амёбалар (Тестасеа) қуруқ амёбалардан шуниси билан фарқ қиладики, уларда псевдоподилар учун тешикли овал ёки думалоқ чиганокка эга бўлади. Бир хил амёбаларда чиганоклар амёба танасида ҳосил бўладиган хитинсимон моддалардан ташкил топади, бошқаларида — бегона зарралардан, масалан, майда қумлардан, ситоплазма ёпиштирилган чиқиндилардан ташкил топади. Озуқа келиб тушади ва ҳазм бўлмаган қолдиқлари чиганок оғизчаси орқали чиқиб кетади. Чиганокли амёбалар ҳужайранинг бўлиниши билан урчийди, лекин бундан олдин тана ичида захира моддалар ҳосил бўлади, сўнгра улардан янги амёба чиганоғи ҳосил бўлади. Бўлиниш вақтида эҳтиёт моддага эга бўлган ситоплазманинг тахминан ярми чиганок оғзи орқали ташқарига чиқади ва янги чиганок билан қопланади. Чиганокли амёбаларнинг асосий яшаш жойи чучук сувлардир.

Амёбаларга овқат бўлиб, асосан, бактериялар, бошқа энг содда организмлар ва сув ўсимликлари хизмат қилади. Амёбалар ўз таналаридан анча катта бўлган зарраларни тутиб олишга қодирдир.

Одам ва ҳайвон ичагидаги амёбалар ичакдаги бактериялар билан озиқланади. Уларнинг кўп турлари зарарсиздир, лекин айримлари, масалан, ичбуруқ амёбаси оғир хасталикларни келтириб чиқаради. Амёбалар ичакларнинг шилимшиқ қатлами остига ўрнашиб олиб яралар ҳосил қилади. Уларнинг системалари сувда 9 ойгача яшайди. Битта бемор бир кеча-кундузда 300 млн гача сист чиқаради. Амёбали ичбуруқ билан зарарланиш сув орқали ўтади.

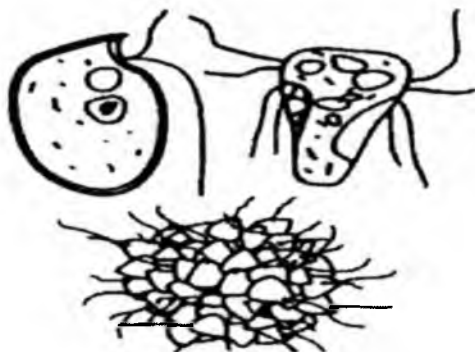
Мастигопҳора (ёки Флагеллата). Мазкур туркум вакиллари учун ҳаракат аъзолари бўлиб хипчинлар хизмат қилади, улар ситоплазманинг ингичка ипсимон ўсмаларидир. Ҳужайраларда биттадан саккизтагача хипчин бўлади.

Хипчинлилар туркуми озиқланиш усуллари бўйича хилма-хил энг содда организмларни бирлаштиради. Хипчинлиларнинг рангли шакллари ёруғликка таъсирчан пигментларга эгадир (масалан, хлорофилл) ва яшил ўсимликлар сингари озуқланишлари мумкин.

Рангли хивчиннинг оммавий ривожланиши баъзан майда ҳовузларнинг “гуллаши”га сабаб бўлади. Бошқа турдаги Мастигопҳоранинг озуқаси бўлиб, эриган органик моддалар хизмат қилади, улар ҳужайрага унинг бутун юзаси орқали киради. Ниҳоят, хипчинлилар орасида оғиз тешигига эга бўлган шакллар ҳам бор бўлиб, мазкур тешик хипчин асосида жойлашган бўлади.

Хипчинлилар улар учун факат ҳаракат қилиш аъзолари бўлиб хизмат қилиб қолмасдан, балки озукани тортиб олишга ҳам ёрдам беради. Бундай хипчинлар бактериялар ва майда сувўтлари билан озиқланади. Рангли хипчинлилардан айримлари шарт-шароитига қараб озиқланиш усулини ўзгартиришга ҳам қодирдир. Ёруғликда улар худди ўсимликлар сингари озиқланади ва қоронғиликда эса органик моддаларни жадал юта бошлайди.

Хужайралар кўндаланг йўналишда бўлиниб, кўпаяди. Канализациянинг тозалаш иншоотларида кўпинча майда рангсиз хипчинлилар учрайди, уларнинг айрим турлари 6- расмда тасвирланган.



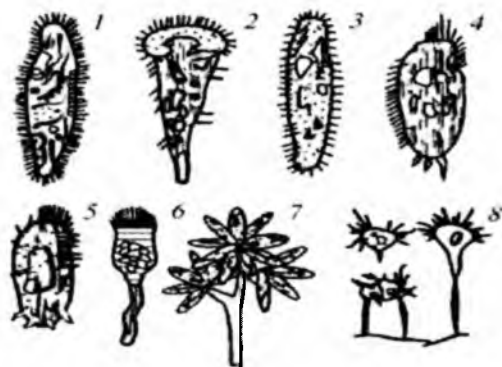
5.2- расм. Мастигопхора

Инфузория. Бу туркумга анча юкори даражада уюшган энг содда организмларнинг вакиллари киради, уларнинг ҳаракат органлари, киприклар — плазманинг калта сочсимон ўсимталаридир (7-расм). Инфузорияларнинг иккинчи ўзига хос белгиси, уларнинг иккита ядро хужайраларида мавжуд бўлишдир, бу ядролар ўз катталиги ва вазифасига кўра турлича бўлади. Катта ядро айирбошлаш жараёнини бошқаришда, хусусан, оксилнинг синтезида асосий рол ўйнайди. Кичик ядро ирсий белгиларнинг тарқалишини назорат қилади. Инфузориялар туркуми иккита кичик туркумга бўлинади: киприкли инфузориялар (Силиата) ва сўргичли инфузориялар (Систория). 3000 дан ортиқ турга эга бўлган биринчи туркум анча кўп сонлидир. Киприкли инфузориялар шакли ва ҳажми, озиқланиш усули ҳамда яшаш тури бўйича гоят хилма-хилдир. Кўпинча инфузориялар узунчоқ-овалсимон шаклга эга, айрим инфузорияларнинг танаси (масалан, найча) граммофон найчаси шаклида чўзинчоқ, бошқалари кўнгирокчаларга ўхшайди. Бир хил инфузориялар сувда сузиб юради, бошқалари сув ўсимликларига ва бошқа нарсаларга ёпишиб олади, учинчилари ўрмалаб юради. Бактериялар ва майда сув ўтлари инфузорияларнинг кўпларига озук ҳисобланади, лекин уларнинг

орасида бошқа энг содда организмлар, шу жумладан, инфузориялар билан озикланидиганлари ҳам бор. Кўпгина инфузориялар одам аъзоларида, ҳайвон ва балиқларда текинхўрлик билан кун кечиради.

Инфузорияларнинг танаси юпқа, эластик, жуда мустаҳкам қобик пелликула билан қопланган. Пелликуланинг эластиклиги туфайли кўпгина инфузориялар танасини эгиш, қисилиш, шарсимон шаклга киришга қодирдир.

Барча инфузориялар (айрим текинхўрларидан ташқари), оғиз тешигига эгадир, бу тешик оғиз ёнидаги чуқурчага жойлашган. Оғиз атрофида киприкчалар жойлашган бўлиб, анча кучли ва узунроқдир. Ана шу киприкчалар ёрдамида овқат заррачалари оғизга ҳайдаб келинади ва инфузория томонидан ютилади. Сўнгра овқат қисқа канал (ҳалқум)га тушади, баъзан бу канал киприкчалар билан қопланиб қолади. Ҳалқумнинг ички четида овқат ушоғи лизосома ажратиб чиқарадиган суюқлик томчиси билан ўралади. Шу тариқа овқат ҳазм қиладиган вакуол ҳосил бўлади.



5.3- расм. 1 — Kупrikли infuzoriya (*Paramecium caudatum*); 2 — Stentorlar coeruleus; 3 — *Oxytricha pellionella*; 4 — *Stylonicilia pustulata*; 5 — *Euplotes haron*; 6 — *Vorticella convallaria*; 7 — *Opercularia*, soʻruvchi infuzoriyalar; 8 — *Tokophbia lemnae*.

Озуқа келиб тушиши билан билан вакуоллар ҳосил бўлади. Озуқа мўл-кўл бўлса, бу жараён ҳар 1—2 дақиқада такрорланиб туради. Ҳалқумдан ажралиб чиққан овқат ҳазм қилувчи вакуол ситоплазма токи билан тортиб олинади ва ҳужайрада муайян масофани ўтайди, бунинг натижасида эриган моддаларнинг ҳазм бўлиш ва ситоплазмага сўрилиши рўй беради. Озуқанинг ҳазм бўлиши жараёни турличадир: у туфлисимон инфузорияда қарийб 1 соатга чўзилади. Озуқанинг ҳазм бўлмаган қолдиқларига эга бўлган

вакуоллар кукунча якинида тўпланади, бигга вакуолга куйилади ва ҳар 7—10 дақиқада ташқарига чиқариб турилади. Суюк алмашиниш маҳсулотлари қискартирувчи вакуоллар ёрдамида кетказилади.

Киприкли инфузорияларда жинсиз ва жинсли кўпайиш навбатлашиб туради. Бунда ҳужайра кўндаланг йўналишда бўлинади. Жинсий жараён бир неча авлодлардан кейин вақти-вақти билан бошланади. Киприкли инфузорияларнинг кичик туркуми бир неча отрядларга бўлинади, улар киприкли аппаратнинг турлича тузилиши билан ажралиб туради.

Тенг киприкли инфузориялар отряди энг кўп сонлидир. Бу инфузорияларнинг танаси киприкчалар билан бир текис қопланган. Ҳовузларда ва тозалаш иншоотларида кенг тарқалган инфузорияларнинг типик вакиллари Парамесиум турига кирувчи инфузориялардир.

Киприкчари турлича бўлган инфузориялар отряди оғиз тешиги якинида спиралсимон жойлашган киприкчалар камарининг мавжудлиги билан фарқ қилади. Бу отрядга энг йирик тоза сув инфузориялари — трубачилар (Стенфор) киради.

Қорин киприкчали инфузориялар отрадининг вакиллари оғиз якинидаги киприкчалар камаридан ташқари қорин томонида елимланган киприкчалар боғламиндан иборат алоҳида зич тукларга эга бўлади. Улар туфайли инфузориялар субстракт бўйлаб ўрмалаб юриши мумкин.

Думалок киприкли инфузориялар вакиллариининг кўпчилиги ўтроқ ҳаёт кечиради. Киприкчалари фақат оғиз тешиги ёнида жойлашган. Киприкчалар ҳаракати билан воронка шаклидаги сув айирғич вужудга келади, воронканинг тор уч томони оғиз тешигига қаратилган. Эрмаган заррачалар воронканинг пастки қисмига чўқади. Озуқа топишнинг бундай усули седиментация деб аталади ва кўпгина инфузория-седиментаторлар учун хосдир.

Инфузориялар узун поялар ёрдамида ўсимликларга, чиганокларга, моллускаларга, лой парчаларига ёпишиб олади. Думалок киприкчали инфузориялар орасида якка шакллар (Вортиселла сонваллариа), шунингдек, тўда шакллар (Оперсулариа гломерате) ҳам бор.

Сўрувчи инфузориялар кичик туркумида ўтирувчи шакллар мавжуд бўлиб, улар катта ёшдаги ҳолатида киприкчалардан маҳрум бўлади ва оғзи ҳам бўлмайди. Бу инфузориялар алоҳида сўрувчи ҳашарот мўйи — ингичка найчалар ёрдамида озикланади, бу найчалар ички каналига ва уч томонида тешикка эга бўлади, булар ёрдамида улар ўлжа овлашади (асосан, киприкчали инфузорияларни). Ушлаб олинган

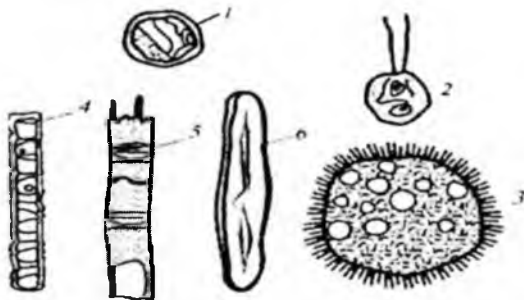
инфузориянинг пелликуласи эриб кетади ва эндоплазма мўйлар канали орқали сўрувчи инфузориянинг ичига сизиб киради.

Йўсинлар

Микроскопик йўсинлар (сув ўсимликлари)нинг хужайралари олий ўсимликларга ўхшаб ёруғликка таъсирчан пигментларга эгадир, улар хлоропласт деб аталувчи махсус органеллаларга тўпланган. Ана шу туфайли йўсинлар фотосинтез жараёнини амалга оширишга қодирдир. Йўсин хужайралари сиртдан қобиқ билан қопланган. Қаттиқ қобиқ ҳимоя вазифасини бажаради ва хужайрадаги осмотик босимни тартибга солишда иштирок этади. Хужайра марказида хужайра шарбатига эга бўлган вакуол жойлашган. Йўсинларнинг танаси (ёки таллом) битта ёки кўпгина хужайралардан ташкил топиши мумкин, бу хужайралар тўдалар ёки кўп хужайрали организмлар ҳосил қилади.

Йўсинлар яшайдиган асосий жой ҳовуздир, лекин йўсинларнинг кўплари тупроқда ҳам яхши ўсади, водопровод ва канализациянинг тозалаш иншоотларида ҳам ривожланади. Ҳовуздларда йўсинлар сувда ҳам, ҳовуз тагида ҳам бўлади. Уларнинг кўплари олий сув ўсимликлари пояларига жойлашиб олган бўлади.

Йўсинларнинг табиат ва инсон ҳаётидаги ўрни ғоят каттадир. Йўсинлар органик моддаларнинг сув муҳитида истикомат қиладиган тирик организмларнинг озикланиш манбаи бўлиб, сув ҳавзасини кислород билан таъминлайди. Улар оқова сувларни биологик тозалашда иштирок этади, табиий сув ҳавзаларининг ифлосланиши даражасининг ўлчагичи бўлиб хизмат қилади: улар қимматли калийли ўғит, доривор препаратлар олиш учун хомашё, шунингдек, чорва моллар озукаси сифатида ишлатилади. Бироқ йўсинларнинг табиий сув ҳавзаларида оммавий ривожланиши (гуллаши) бирмунча зарар келтириши ҳам мумкин. Гуллаш сувнинг органолептик хоссаларини кескин ёмонлаштиради ва водопровод станцияларининг ишида мураккаблиklar келтириб чиқаради. Йўсинларни тасниф (классификация)лашга ёруғликка сезгир пигментлар таркибидаги фарқлар, хужайранинг морфологик тузилиши, шунингдек, айрим биокимёвий хусусиятлари, чунончи захира моддаларнинг табиати, хужайра қобиғининг таркиби ва шу қабилар асос қилиб олинган. Биз мавжуд тўққизта типдан иккитасини қараб чиқамиз. Улар чучуксув ҳавзалари учун кўпроқ аҳамиятга эга бўлган яшил ва диатомли йўсинлардир. (8- расм).



5.4-расм. Йўсинлар: Яшил йўсинлар: 1-chlorella vulgaris; 2-thlamidomonas simplex; 3-volva aureus; 4- ulothrix zonata; 5-melosira granulata; 6-pinnularia viridiz.

I тип. Яшил йўсинлар (Члоропхйсеае) — йўсинлар орасида энг кўп тарқалган тип бўлиб, тузилиши жиҳатидан гоёят хилма-хил бўлган организмларни бирлаштиради. Яшил йўсинлар орасида бир хужайрали, кўп хужайрали ва тўда шаклли йўсинлар бор. Бу йўсинларнинг кўпларида хужайралар целлюлоза қобиғига, хужайра шарбатига эга бўлган вакуол, битта алоҳида ядро ва хлоропластлар бор бўлиб, уларнинг шакли жуда хилма-хил: пластинка, тўр, юлдузча, гардиш шаклидир. Олий ўсимликлар қандай пигментларга эга бўлса, яшил йўсинлар ҳам шундай пигментларга, яъни хлорофилл ва каротинга эгадир. Уларнинг урчиши жинсий ва ножинсий бўлиб, бунда ҳаракатланувчи зооспоралар ҳосил бўлади.

Тўдаларда хужайралар баъзан шиллиқ билан, баъзан айрим хужайраларда целлюлоза қобиклари ўсиб чиқиши билан сақланиб туради. Протококк йўсинларнинг оддий вакили Члорилиа Вулгарисдир.

Волвоксли яшил йўсинлар туриб қолган кичик сув ҳавзаларида кенг тарқалган, айрим турлари кўп ифлосланган жойларда, масалан, филтрларда яхши ривожланади. Волвоксли йўсинлар тупрокда ҳам, оқар сув ҳавзаларида ҳам ўсади. Бир хужайрали волвоксли йўсинларга Чламидомонис киради. Волвоксли йўсин тўдалари кўплаб айрим хужайралардан ҳосил бўлади. Масалан, Волвох ауреус тўдаси 200— 300 та хужайрадан ҳосил бўлган пуфак шаклига эгадир. Ҳар бир хужайра иккита хипчинга эга бўлиб, улар орқали волвокс пуфакчаси сувда тез ҳаракат қилади.

Кўп хужайрали яшил йўсинларга улотрикс йўсинлари киради. Улар асосан, ипсимон шакллар бўлиб, шохловчи ва шохланмайдиганлари бўлади. Ип хужайралар, баъзан, умумий шиллиқ ғилоф билан қопланади. Ёш йўсинларда иплар кўпинча субстратга бириккан бўлиб, кейинроқ, улар эркин сузиб юриб, қурбақа салласи ва сув ўсимликларини ҳосил қилади.

II тип. Диатомли йўсинлар (Диатомеа), бир хужайрали, микроскоп остида кўринадиган организмлардир. Айрим турлари иплар, тасмалар ва буталар шаклидаги тўдаларни ҳосил қилади. Хужайралар 4 дан 1500 мкм гача ҳажмга эга бўлади, тўдалар эса, баъзан бир неча сантиметрга этади.

Диатомли йўсинларнинг хужайраларида шаклланган ядро ва хлоропластлар бўлади. Хлоропластлар хлорофиллдан ташқари кўнғир рангли пигментларга эга бўлади. Шунинг учун йўсинларнинг ранги сарикроқ ёки тўқ-кўнғир рангда бўлади. Хужайралар пектин қобиғи ва қум тупроқдан иборат косага эга бўлади. Коса диатомли йўсинларнинг фарқ қилувчи хусусиятларидан бўлиб, кутичага ўхшаб, икки табақадан иборат бўлади, уларнинг бири иккинчисига сурилади. Ҳар хил йўсинларда косанинг шакли ва тузилиши жуда хилма-хилдир. Кўпайиш бўлиниш ҳосил бўлган табақаларнинг чок юзасида содир бўлади. Ҳосил бўлган ҳар бир хужайра битта табақага эга бўлади, лекин дарҳол бўлинишдан кейин хужайранинг бўш юзасида косанинг етишмовчи қисми ҳосил бўлади.

Диатомеялар ноқулай шарт-шароитларни (музлаш, қуриб қолиш) осойишта босқич сифатида бошдан кечиради. Ана шу босқичга ўтишда махсус хужайралар ҳосил бўлмайди, фақат ситоплазманинг қисман ёки тўлиқ сувсизланиши кузатилади.

Диатомли йўсинлар, асосан, ҳовузларда тарқалган, улар ҳовуз тагида ва оралик сувларида истиқомат қилади.

Замбуруғлар

Замбуруғлар (уларни кўзикорин, қурбақа салласи ҳам дейишади) бутунлай алоҳида биологик тузилишга эга бўлган организмларнинг кенг гуруҳини ташкил этади. Замбуруғнинг танаси ингичка иплар — гифлардан ташкил топган бўлиб, улар мицелий деб аталган тармоқланган тузилмани ҳосил қилган. Гифлар кўп ядроли ситоплазма билан тўлган қаттиқ найчалардан иборат. Бу хужайрали замбуруғларда гифлар тўсиққа эга эмас, ҳолбуки кўп хужайрали замбуруғларнинг мицелийси хужайраларга бўлинган. Айрим замбуруғлар мицелий тузилишга эга эмас.

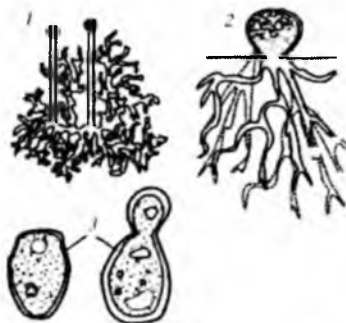
Замбуруғларда ёруғликка таъсирчан пигментлар бўлмайди, улар ўзининг бутун танасининг сирти билан хилма-хил органик моддаларни ютади. Замбуруғлар споралар ва гиф бўлаклари шаклида урчийди.

Замбуруғларнинг асосий яшаш жойи тупроқдир, лекин уларнинг айрим турлари сув муҳитида ҳам ҳаёт кечиради. Замбуруғлар орасида сувўтлари ҳисобига кун кечирадиган текинхўрлар бўлади, баликларда,

одам ва ҳайвон организмларида, олий ўсимликларда кун кечирадиган кўпгина шакллари ҳам бор.

Чучук сувларда ўзига хос тарзда фаол урчийдиган сув замбуруғлари, шунингдек, сув муҳитига мослашган айрим тупроқ замбуруғлари ҳам учрайди. Уларнинг кўплари оддий замбуруғлар — фикомицетлар гуруҳига киради.

Замбуруғнинг ганаси қопчадан — диаметри 100 мкм га яқин бўлган спорангийдан иборат бўлиб, у субстратга ингичка шохсимон иплар билан бириккан. Спорангийларда урчиш ҳужайралари — споралар ҳосил бўлади. Споралар етилганда спорангий узилади ва споралар сиртга чиқади. Спора катта бўлиб, ўсаётган замбуруғга айланади.



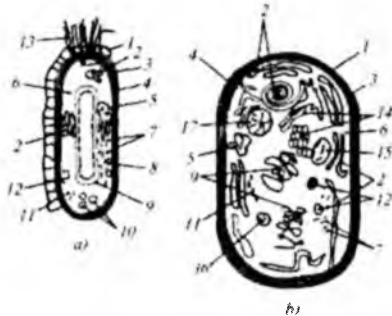
5.5.- расм. Қўзикоринлар: 1 — мусор муседо; 2 — сувли фукомицит; 3 — ачитки (дрожжи).

Оқова сувларда замбуруғларнинг турмушда ва саноатда ишлатиладиган бошқа турлари ҳам топилади. Булар ачитки, аспаргиллус ва пенитсиллиум ва бошқа замбурут турларидир.

Ачиткилар (хамиртуруш) мицелий ҳосил қилмайди, уларнинг ҳужайралари катталиги 10—15 мкм, думалоқ ёки тухумсимон шаклга эга (9-расм). Ачиткилар саноатда қандни этил спиртига ва карбонат кислотага айлантиришда ишлатилади. Ачиткилар нон пиширишда, пиво пиширишда, виночиликда ва спирт саноатида ишлатилади. Шунга мувофиқ мазкур ишлаб чиқаришнинг оқова сувлари ачитки ҳужайраларига эга бўлади.

5.2. Энг оддий протистлар прокариотик ҳужайраларнинг тузилиши

Энг оддий протистлар ҳужайраларининг тузилиши олий протистларга қараганда анча оддий. Шу билан бирга, ядро аппаратининг турлича тузилиши эукариотик ҳужайрани прокариотик ҳужайрадан фарклантириб турадиган бирдан-бир белги ҳисобланмайди.



5.6-расм. Прокариотик ҳужайраларнинг тузилиш схемаси:

а) бактериялар ҳужайраси; б) сианобактериялар ҳужайраси.

1-шиллик капсула; 2-тилакондлар; 3-ҳужайра деворчаси; 4-ситоплазма мембранаси; 5-мезосома; 6-ситоплазма; 7-рибасомалар; 8-полисахаридли донаторлар; 9-нуклеотид; 10-олтингугурт қўшилмаси; 11-ёғли томчилар; 12-полифосфатлар донаси; 13-хивчинлар; 14-газ вакуоллари; 15-вакуол; 16-полипокси ёғ кислотаси доналари; 17-сионофисин донлари.

Прокариотлар ҳужайраларининг асосий таркибий компонентларидан бири ҳужайра қобиғидир. Бактериялар ҳужайра қобиғининг таркибига мураккаб молекулар комплекслар киради, улар оқсил, полисахарид ва ёғсимон моддалардан ташкил топади. Қаттиқ қобик ҳужайранинг скелети бўлиб хизмат қилади, унга муайян шакл бағишлайди. Сианобактерияларнинг ҳужайралари (10- б расм) эластик пектин қобик билан қопланган.

Прокариотларнинг ҳужайра қобиғи атроф-муҳитдаги эриган моддаларнинг ҳужайра ичига ўтиш йўлида ўзига хос тўсиқ ҳосил қилади. Бактерияларнинг айрим турларида ҳужайра сиртида шиллиқ катлам ҳосил бўлади, у гўё ғилоф — капсула ҳосил қилади. Бактериялар чиқарадиган шиллиқ модда қисман атроф-муҳитга сингиб кетиши мумкин.

Бактерияларнинг айрим турларида шиллиқ модданинг ажралиб чиқиши шундай кучли бўладики, айрим ҳужайраларнинг капсулалари қўшилиб кетиб, зооглеялар ҳосил қилади, улар шиллиқ массанинг унга кириб олган ҳужайралари билан тўпланишидир. Сианобактерияларнинг кўп турлари учун ҳам шиллиқ қатламнинг ҳосил бўлиши ҳосдир.

Кўпгина бактериялар ҳужайралари сиртки тузилишига хипчинлар киради, улар узун жуда ингичка иплардан иборат ҳаракат органлари бўлиб, шакли спиралсимон, тўлқинсимон ёки эгилгандир. Хипчинларнинг узунлиги бактериялар танасининг узунлигидан бир неча барабар ортиқ бўлиши мумкин. Хипчинларнинг микдори ва

жойланиши ўзига хос белги тури ҳисобланади. Бактерияларнинг айрим турлари битта хипчинга эга бўлади, бошқаларида хипчинлар хужайранинг битта ёки ҳар иккала четида боғлам ҳолида жойлашади, учинчиларида хужайранинг бутун сиртини қоплаб олади.

Қобикқа ситоплазматик мембрана зич ёпишиб туради. У хужайра ичига муайян моддаларни ўтказди ва ундан ажратиб чиқаради. Шундай қобилияти туфайли мембрана органелла ролини ўйнайди. Органелла хужайра ичида озуқа моддаларни жамлаб, ҳаёт учун ярокли маҳсулотларни ташқарига ажратиб чиқаришга ёрдам беради. Хужайра ичида ҳамиша атроф-муҳитдагига нисбатан осмотик босимнинг юқори бўлиши кузатилади.

Ситоплазма мембранаси босимнинг доимийлигини таъминлайди. Бундан ташқари, мембрана бир қатор фермент системалар, хусусан, энергия ҳосил қилиш билан боғлиқ бўлган оксидловчи, тикловчи ферментларнинг тўпланиш жойи ҳисобланади (эукариотларда улар митохондрияларда бўлади). Эукариотларнинг хужайраларидан фаркли ўлароқ прокариотик хужайрада у бўлмаларга бўлинмайди. Прокариотларнинг хужайралари Голжи мажмуига ҳам, митохондрияларга ҳам эга бўлмайди, уларда ситоплазманинг йўналтирган ҳаракати ҳам кузатилмайди. Прокариотларга пиноситоз ва фагоситоз ҳодисалари хос эмас. Органеллалардан фақат рибосомалар эукариотларнинг рибосомаларига ўхшаш.

Кўпгина бактерия хужайраларида алоҳида мембрана тузилмалари мезосомалар топилган бўлиб, улар ситоплазма мембранасининг хужайра ичига сингиши натижасида ҳосил бўлади. Ситоплазматик мембрана моддаларнинг бактерия хужайраси ичига кириши (ўтиши) ва ундан чиқишида осмотик тўсик вазифасини бажаради. Кўпинча мембрананинг плазма ичига ботиб киришидан (инвагинация) алоҳида таначалар — мезосомалар ҳосил бўлади.

Ситоплазматик мембрана билан мезосомалар юксак организмларнинг энергия етказиб берувчи фермент системалари тўпланган мембраналар ва митохондрияларга хос бўлган функцияларини бажаради. Бактерияларнинг ситоплазматик мембранаси билан мезосомаларида, митохондриялардан фаркли ўлароқ, ферментларнинг нафас олиш ва нафас чиқариш системалари ҳамда ўтказувчанликни тартибга солувчи механизми билан бир қаторда азотфиксация, хемосинтез каби ва бошқа жараёнларда иштирок этувчи ўзига хос фермент системалари ҳам бўлади.

Булардан ташқари, кўпгина бошқа функциялар — бактериялар хужайраси девори ва капсуласининг биоценти́зи, экзоферментларнинг ажралиши, бўлиниш, споралар ҳосил бўлиши ва ҳоказолар

хам ситоплазматик мембрана, мезосомаларнинг ҳамда ўзаро ўхшаш структуралар билан боғлиқдир.

Худди шундай йўл билан рангдор бактерияларнинг ва сиано-бактерияларнинг хужайраларида тилакоидлар — зич шаклдаги мембрана тузилмалари ҳосил бўлади, уларда ёруғликка таъсирчан пигментлар тўпланади.

Прокариотларнинг ситоплазмасида кўпинча каттик, суяқ ёки газсимон қўшилмалар топилади. Улардан бир хиллари мослашувчи аҳамиятга эга: масалан, сианобактерияларнинг газ вакуолалари тикка юзада уларга сузувчанлик хусусиятини бағишлайди. Бошқа қўшилмалар захира моддалар ролини ўйнайди ва хужайралар билан бирга мўл озикланиш шароитида тўпланади. Хужайраларда захира моддалар сифатида полисахаридлар (гликоген, крахмал, гранулеза), липидлар (дона-дона ва ёғ томчилари шаклида), полифосфорлар (волютинлар каби), оксил моддалар (сианобактерияларда сианофисин доналари) тўпланади. Кўпгина олтингугуртли бактериялар хужайраларида молекулали олтингугурт тўпланади.

БАКТЕРИЯЛАР СИСТЕМАТИКАСИ

Систематика (таксиномия) микроорганизмларни муайян белгиларига қараб гуруҳлар — таксонларга бўлиш (классификациялаш), шунингдек, улар орасидаги ўзаро қариндошлик муносабатларини аниқлашдан иборат.

Микроорганизмларнинг асосий гуруҳларини ўрганишдан олдин улар номенклатураси принципларини ёритиш (аниқлаш) мақсадга мувофиқ. **Номенклатура** — билимнинг муайян соҳасида қўлланиладиган номлар системаси.

Микроорганизмлар номенклатураси ва таксономиясининг ҳар қандай системаси объектларнинг нихоятда мукаммал билишни талаб этади. Чунки уларни номлаш ва классификациялашда бу ҳол муҳим аҳамиятга эга. Микроорганизмларни асослаш ва классификациялаш учун зарур ахборот олиш учун микробнинг барча турлари, ташқи ва ички тузилишининг барча хусусиятлари (хоссалари), физиологик ҳамда биокимёвий хоссалари, шунингдек, микроорганизм яшаб турган табиий муҳитда қўзғатадиган жараёнлар ўрганилади.

Биобарин, бирор микроорганизмни у ёки бу таксономик гуруҳга киритиш учун унинг асосий тавсифи билан танишиш: унинг ташқи кўриниши — шаклини, ҳаракатини (хипчинлари бор-йўқлигини ва уларнинг жойлашувини), капсулалар мавжудлигини, эндоспоралар ҳосил қилиш, Грамм бўйича бўялишини аниқлаш; моддалар алмашинуви хусусиятларини, энергия ҳосил қилиш

усулларини аниқлаш; ниҳоят, ўзи яшаётган муҳитни қандай қилиб ўзгартиришни ва унинг ҳаётига, яшашга теварак атроф-муҳити қандай таъсир кўрсатаётганини аниқлаш зарур. Микроорганизм-ларни ана шундай муфассал билиш фақат номенклатура ва таксиномия учун аҳамиятга эга бўлмай, балки микроорганизмнинг амалий аҳамиятига баҳо беришда ҳам ниҳоятда зарурдир.

Кейинги вақтда молекуляр биология ривожланиши билан микроорганизмлар тавсифини ўрганишга янгича ёндашиш усуллари аниқланди, бу эса улар систематикасига ижобий таъсир кўрсатган. Хусусан, микроорганизмларнинг ирсий хоссалари (генотипи)ни бевосита таърифлашга, шундай қилиб, уларнинг кейинги йилларда фақат структура ва функцион хоссалари (фенотипи)ни ифода этган таърифини тўлдиришга имкон берадиган усуллар маълум аҳамиятга эга. Микроорганизмларнинг генотипи ҳақидаги маълумотлар ажратиб олинган нуклеин кислоталарни икки асосий усул — ДНК нинг нуклеид таркибини аниқлаш ва турли микроорганизмлардан ажратиб олинган нуклеин кислоталарнинг кимёвий дурагайлашуви (гибридизацияси)ни ўрганиш ёрдамида олинади.

Биринчи усулдан фойдаланиб, ДНК молекуласидаги пурин ва пиримидин асослари жуфтнинг нисбатига асосланиб, микроорганизмларнинг гуруҳлари орасидаги генетик фарқни аниқлаш мумкин бўлади. Иккинчи усул ҳар хил микроорганизмлардан ажратиб олинган иккита молекулани дурагайлаш йўли билан ДНК гомологиясини аниқлашга асосланган. Масалан, ДНК молекулаларини кучли (80—90% ва ундан ҳам кўп) боғланганлиги кузатилса, бу бирламчи структуранинг гомологлигидан ва микроорганизмлар генетик жиҳатдан яқин қариндошлигидан (филогенетик боғланишдан) далолат беради. Гомологик даражасининг пастлиги (50%) микроорганизмлар орасидаги боғланиш анчагина узоклигини билдиради.

Микроорганизмлар систематикасида, баъзан, К. Линней замондоши бўлган М. Адансон таклиф этган рақамли таксиномиядан фойдаланилади. Мазкур таксиномия қуйидаги принципларга асосланган:

а) организмларнинг ўрганилаётган белгилари бир хил бўлишига; б) уларнинг сонини максимал даражага етказишга; д) ўхшаш белгилари сонига қараб ҳар қайси таксиномик гуруҳни аниқлашга микроорганизмлар систематикасига ана шундай ёндашув етарлича аниқ бўлади. Бироқ ундан фойдаланиш (уни қўллаш) учун электрон ҳисоблаш машиналари ёрдамида бажариладиган мураккаб математик ҳисоб-китоб ишларини олиб бориш зарур бўлади.

Микроорганизм батафсил ўрганиб бўлингандан кейин унга илмий ном берилади. Бу ном XVIII асрдаёқ К. Линней тавсия этган **биноминал номенклатурага** мувофиқ, иккита латин сўзи билан ифодаланиши керак.

Биринчи саз — **авлоднинг номи**. Одатда, бу латинча сўз бўлиб, унинг бош ҳарфи билан ифодаланади ва микроорганизмнинг бирор морфологик физиологик хоссаларини ёки мазкур микроорганизмни топган олимнинг фамилиясини, ё бўлмаса, фарқ қилувчи бирор белги-хоссасини, масалан, яшаш жойини ифодалайди.

Иккинчи саз кичик ҳарф билан ёзилади. У микроорганизм турининг номи бўлиб, одатда, коллониянинг рангини, микроорганизмнинг келиб чиқиш манбаини, ушбу микроорганизм таъсирида келиб чиқадиغان касалликлар ва жараёнларни ва баъзи бошқа белгиларни ифодалайди. Масалан, Бациллуз микроорганизм грамманфий, спора ҳосил қилувчи аэроб таёқча эканлигини (Бациллуз — авлоднинг хоссаларини) билдиради, тур номи эса улар ҳосил қилган коллониянинг рангини ифодалайди (аббус — оқ).

Микроорганизмларга бактериялар номенклатурасининг халқаро кодекси қоидаларига мувофиқ ном берилади. Бу қоидалар 1980 йил 1 январдан кучга кирган ва дунёдаги барча давлатлар учун ягона ҳисобланади.

Классификациялашда ўзаро қариндош микроорганизмларни гуруҳларга бирлаштиришда қуйидаги таксиномик категориялар қўлланади: тур (спесие), авлод (генус), оила (фамилия), тартиб (ордо), синф (слассик), бўлим (дивисио) ва олам (регнум).

Тур асосий таксиномик бирлик бўлиб, аниқ ифодаланган фенотипик ўхшашлиги бирор-бир генотипнинг барча индивидлари йиғиндисидан иборат.

Тур кенжа турларга ёки вариантларга бўлинади.

Микробиологияда, кўпинча, “штамм” ва “клон” деган аталар қўлланилади. Штамм турга нисбатан анча тор тушунча. Одатда, бир турга мансуб микроорганизмларнинг ҳар хил табиий муҳитдан (тупроқдан, сув ҳавзасидан, организмлардан ва бошқалардан) ёки ҳар хил вақтда муайян бир муҳитдан ажратиб олинган хилма-хил културалари **штамм** деб аталади. Бир турга мансуб штаммлар хоссаларига кўра бир-бирига анчагина яқин бўлади ёки айрим белгилари билан бир-биридан фарқ қилади. Шу билан бир вақтда ҳар хил штаммларнинг белги-хоссалари тур факат тур доирасида мавжуд бўлади.

Клон — битта ҳужайрадан олинган култура. Микроорганизмнинг турга мансуб индивидларидан ташкил топган йиғиндиси (популяция) **соф култура** дейилади.

Микробиологияда ҳали юксак ўсимликлар билан ҳайвонлар учун яратилганга ўхшаган табиий система яратишга имкон берадиган микроорганизмлар эволюцияси ва филогенияси ҳақида етарлича маълумот йўқ. Микроорганизмларни классификациялашнинг ҳозирги системаси, муҳитига кўра, сунъий ҳисобланади. Улар диагностикалаш калити, яъни аниклагич ҳисобланади. Ундан, асосан, у ёки бу микроорганизмни идентификациялашда фойдаланилади.

5.3. Табиий ва оқар сувларнинг бошқа организмлари

Табиий ва оқар сувлар бир қатор оддий ҳамда анча юқори уюшган организмларнинг вақтинча ёки доимий яшаш жойи бўлиб хизмат қилади.

Ультрамикроблар. Ультрамикроблар гуруҳига вируслар ва бактериофаглар қиради.

Вируслар (лотинча Вирус — заҳар) бошқа микроорга­низмлардан ҳужайра тузилишининг йўқлиги билан ажралиб туради. Уларда ядро ҳам, қобиқ ҳам, ситоплазма ҳам йўқ. Вирусларнинг ҳажми микрометрнинг ўндан ва мингдан бир улуши ўртасида бўлади. Кўпгина вирусларнинг таркибига оксил ва нуклеин кислоталардан бири қиради. Вируслар ўсимликлар, ҳайвонлар ва одамни шикастлайди. Улар фақат тирик ҳужайралар ичида урчийди. Қурғоқчилик ва паст ҳароратга бардош беради, лекин ултрабинафша нурлар таъсирига берилувчандир.

Бактерияларни қирадиган вируслар бактериофаглар (айнан — бактерияларни истеъмолчилар) дейилади. Улар думалок ва кўп қиррали бошга ва оксил найчасига ўхшаган ўсимтага эга. Боши оксил гилофи билан қопланган бўлиб ДНК ёки РНК га эга бўлади. Бактериофаг ҳужайра деворига ёпишиб, гўё уни пармалагандай бўлади ва фаг ДНК ўсимта орқали ҳужайрага тушади. Фаг ДНК бактериянинг айирбошлаш жараёнлари механизмини шундай қайта қурадики, унда фаг заррачалари синтез қилина бошлайди. Маълум вақт ўтгандан кейин ҳужайрадаги барча нарсалар етук фаг заррачаларига айланади, бактериянинг қобиғи эрийди ва фаглар ташқарига чиқади.

Коловраткалар (*Рототориа*) — микроскопик кўп ҳужайрали жониворлардир. Коловраткаларнинг кўпларида бош бўлими, гавда ва оёқни аниқ ажратиш мумкин. Оёқлари бармоқсимон ёки ханжарсимон

ўсимталар билан тугайди, улар ёрдамида коловраткалар субстратга ёпишиб туриши мумкин. *Рототори*нинг бош бўлими пармасимон аппарат билан таъминланган бўлиб, у хилма-хил жойлашган турли узунликдаги киприкчалардан ташкил топган. Киприкчалар доимий ҳаракатда бўлади, бунинг натижасида жонивор ҳаракатланади ва оғиз тешигига овқат (бактериялар, энг содда организмлар, органик детрит) келади. Овқат оғиз орқали ҳалқумга ва кейин овқат ҳазм қилиш аппаратига тушади. У ошқозон ичак ва ажратувчи аъзолардан иборат бўлади. Коловраткалар гавдаси туклар билан қопланган.

Қуртлар лой заррачаларини ютиб, қисман уларни минераллаштиради. Думалок қуртлар ҳам лойхўрдир, улар сув ҳавзаларида яшаб, тозалаш иншоотларида ва биофилтрларда урчийди. Қуртлар орасида ўз тараққиётининг бир ёки бир неча босқичларида паразитларча кун кечирадиган шакллар кўп. Буларга гелминтлар (гижжалар) киради, улар одам организмда текинхўрлик билан кун кечиради. Гелминтларнинг тухумлари, хусусан, аскаридалари, бошида туки борлар, остритсаларнинг тухумлари, одамларнинг физиологик чиқиндилари билан ташқи муҳитга тушиб, у ерда инвазион босқичгача (бунда улар зарарлантириш даражасига етади) ривожланади. Бунда улар узоқ вақтгача яшаш қобилиятини сақлаб қолади, бунга сабаб уларнинг тухум пўчоғида ярим (ички) ўтиб борадиган липоид қобиғининг мавжудлигидир. Шунинг учун очик сув ҳавзаларидаги сув ва тупроқ одамнинг текинхўр қуртлар билан зарарланиши манбаи бўлиши мумкин.

Энг содда қисқичбақасимонлар. Чучук сув ҳавзаларида яшайдиганлар орасида бу гуруҳга эшкак оёқлилар ва шохсимон мўйловли қисқичбақалар киради. Эшкак оёқли қисқичбақалардан энг кўп тарқалгани циклошлар ва диаптомуслар бўлиб, улар кўкрагидаги бир неча жуфт оёқлар ёрдамида сузади. Шохсимон мўйловли қисқичбақалар (дафнийлар)нинг ҳаракат органлари бўлиб антенналар хизмат қилади, улар сузувчи тукларга таянади.

Энг содда қисқичбақасимонлар сувни махсус аъзолар орқали ўтказиб озикланади. Филтрланган чиқинди ушоқ каби сиқилиб, оғизга тушади. Қисқичбақаларни овқат топиш усули бўйича фаол филтраторларга киритилади. Бактериялар, микроскопик сувўтлари, органик муаллақ сузиб юрувчи моддалар уларга озуқа бўлиб хизмат қилади. Қисқичбақалар эса балиқларга озуқа ҳисобланади.

Ҳашаротларнинг қуртлари. Кўпгина ҳашарот (чивин, майда пашша, ниначи ва бошқа)ларда ривожланишнинг айрим босқичлари сув муҳитида ўтади. Бунинг натижасида ҳашаротларнинг қурт (личинка)лари ва ғумбаги катта ҳамда кичик сув ҳавзаларида

истикомат қилувчиларнинг кўп қисмини ташкил этади. Маълум даврларда улар тозалаш иншоотларида, хусусан, биофилтрларда ривожланади.

Ҳашаротларнинг қуртлари сув ҳавзаларининг лойли тубида, сув муҳитида истикомат қилиб, дарёларнинг қирғоқларига йўл очади. У кўп миқдорда ривожланиб, балиқларга озуқа бўлади ва органик моддаларни минераллаштиришда муҳим рол ўйнайди.

Личинкаларнинг бир хил турлари сув тагида детритларни тўплаб, бошқалари махсус аъзолар орқали сувни филтрлайди ёки бу мақсадда енгил тўр-уйчалар ясайди, учинчилари озиқ-овқат зарраларини ўсимликлар юзаси ва уларнинг қолдиқларидан сидириб олади.

Чучук сувларнинг тагида энг кўп тарқалган организмлар жумласига *Чиронамиола* қуртлари киради. Улар кўлмак, ботқоқ жойларда, катта дарёлар ва кўлларда истикомат қилади. Уларнинг кўплари детрит билан озиқланади, лекин тубифитсидларга, энг оддий қисқичбақаларга ва анча майда қуртларга ҳужум қиладиган ёвуз турлари ҳам мавжуд.

Чиронамиола қуртлари, *Псучода* майда пашшалари личинкалари ва ғумбаклари ҳамда Подира ҳашаротлари кўпроқ миқдорда биофилтрларда ривожланади.

Савол ва топшириқлар

1. Морфология фани нимани ўргатади?
2. Олий прототларнинг гуруҳига нима киради?
3. Митохондриялар қандай шаклда учрайди?
4. РМК ни таърифлаб беринг.
5. Протопластик нимадан ҳосил бўлади?
6. Мембранада нималар жойлашган?
7. Инфузория туркумига қандай микроорганизмлар киради?
8. Ферментлар деб нимага айтилади?
9. Энг оддий протистлар ҳужайралари қандай тузилишга эга?

VI БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ

Физиология тирик организмларда кечадиган жараёнлар ҳақидаги ва уларнинг атроф-муҳит шароитлари билан ўзаро боғланиши тўғрисидаги фандир. Микроорганизмлар қанчалик хилма-хил бўлмасин, уларнинг ҳужайралари (юқори ҳайвонлар ва ўсимликларнинг ҳужайралари каби) айтиб бир хил кимёвий бирикмалардан ташкил топади. Улардан энг муҳимлари сув, оксиллар, ёғлар ва углеводлардир.

Сув ва санаб ўтилган органик моддалар туркумларининг ҳужайрада бажарадиган вазифалари барча организмлар учун ўхшаш ҳисобланади. Сув ситоплазма коллоидлари учун дисперсион муҳит ҳамда бир қатор органик ва ноорганик бирикмалар учун эритувчи ролини бажаради. Сув хилма-хил биокимёвий жараёнлар учун фақат муҳит бўлиб хизмат қилиб қолмай, у гидролиз, оксидланиш ва шу каби реакцияларда ҳам иштирок этади. У озуқа моддаларининг ҳужайра ичига киришини ва ҳаётий фаолият маҳсулотларининг ҳужайрадан чиқишини таъминлайди. Ҳужайрадаги сувнинг бир қисми ситоплазма коллоидлари билан боғланган рибосомалар, митохондриялар ва бошқа организмлар таркибига киради.

Оксиллар ҳужайра ичидаги барча тузилмаларнинг асосий таркибий қисми ва ҳужайралар ҳаётининг асоси ҳисобланади. Нуклеин кислоталарнинг универсал вазифаси — ирсий белгиларни сақлаш ва узатишдир. Ёғлар ва углеводлар боғланган ҳолатда ҳужайранинг таркибий қисмлари ичига киради. Эркин ҳолатда захира моддалар ролини бажаради ва энергия манбаи ҳисобланади. Энг оддий бактерия ҳужайрасида 40 млн. га яқин турли хил органик молекулалар, катта миқдордаги сув молекулалари, минерал тузлар бор. Ҳужайрада айтиб вақтда гоят тезлик билан қатъий изчилликда ўтадиган кўпгина реакциялар рўй беради. Ҳужайрадаги барча кимёвий реакцияларнинг мослиги ва тезлиги унда алоҳида бирикмалар — ферментлар деб аталувчи катализаторларнинг мавжудлиги билан изоҳланади.

6.1. Ферментлар. Ферментларнинг тузилиши ва хоссалари

Фермент (ёки энзима)лар мураккаб оксил бирикмалари бўлиб, улар биокимёвий реакцияларда катализаторлар ролини бажаради. Ферментларни ҳужайранинг ўзи синтез қилади. Барча ферментлар ўзининг кимёвий табиатиға кўра оксил бирикмаларға киради ва молекулалар огирликка эға бўлиб, юз минг ва миллионларгача этади.

Молекула тузилишига кўра ферментлар бир ва икки таркибли ферментларга бўлинади. Бир таркибли ферментлар оддий оксиллар – протеинлардир. Фермент – протеинлар молекуласининг айрим қисмларида аминокислоталар қолдиқларининг фазовий жойлашуви натижасида каталитик кечадиган “фаол марказлар” деган марказлар ташкил топади. Фаол марказлар фақат шундай субстрат билан реакцияга киришадики, уларнинг фазовий шакли марказ тузилиши билан мос келади.

Ферментларнинг кўпчилиги мураккаб оксиллар — протеинлардир. Уларнинг молекуласи икки қисмдан ташкил топади: 1) оксил қисми ташувчи ёки апофермент дейилади; 2) оксил бўлмаган қисми каталитик фаолликка эга бўлиб, кофермент ёки простетик гуруҳ деб аталади. Апоферментдан ажралган бу гуруҳнинг фаоллиги унчалик юқори эмас. Оксил ташувчи коферментнинг фаоллигини оширади ва унинг ҳаракатини ўзига хослигини белгилаб беради. Кўпинча коферментлар ролини витаминлар ёки витаминларга эга бўлган бирикмалар бажаради.

Ноорганик катализаторлар сингари ферментлар ихтиёрий равишда, лекин жуда кичик тезликда кечадиган реакцияларнигина тезлаштиради. Айни вақтда, фермент катализи нофермент катализидан анча фарқ қилади. Ферментларнинг ноорганик катализаторларга нисбатан асосий ўзига хос хусусиятларидан бири уларнинг Д «юмшоқ» шароитда, яъни анча паст ҳароратда, нормал босимда ва нейтрал муҳитга яқин муҳит таъсирида ҳаракатланишига қодирлигидир. Бунда ферментларнинг каталитик фаоллиги ҳаддан ташқари юқори бўлади. Масалан, темир ионлари водород пероксиднинг бўлиниш реакциясини каталитик жиҳатдан тезлаштиради, ушбу темирнинг атомлари эса катализ ферменти таркибида ўша реакциянинг ўзини 10 млрд марта тезроқ ўтказди. Ферментларнинг иккинчи хусусияти улар ҳаракатининг қатъий ўзига хослигида бўлиб, ферментларнинг фақат муайян кимёвий бирикма билан, бирикмалар туркуми билангина реакцияга киришуви ёки муайян кимёвий алоқага таъсир ўтказишга қодирлигида намоён бўлади. Хужайрадаги моддаларнинг айланиш жараёни изчил биокимёвий реакциялар туркумидан иборат бўлиб, улардан ҳар бирини тегишли бир фермент катализ қилади. Бунда битта реакция маҳсули навбатдаги реакцияга субстрат бўлиб хизмат қилади. Ферментлар ҳаракатдаги бундай кооперативлик ва қатъий изчиллик бошқа хил табиатга эга бўлган катализаторлардан энг муҳим фарқи ҳисобланади.

Ферментлар ҳаракат қилиш жойига қараб хужайра ичидаги ферментларга (эндоферментларга) ва хужайралар томонидан ташқи муҳитга ажратиб чиқариладиган ферментларга (экзоферментларга)

булинади. Бу ферментларга, асосан, гидролитик ферментлар киради, улар мураккаб субстратларнинг хужайраларга киришга кодир бўлган анча оддий моддаларгача бўлинишини тезлаштиради.

Микроблар ҳар бир турининг хужайралари ферментларнинг мутлако аниқ тўшамига эгадир, бу тўшам фақат шу тур учунгина хос бўлади. Айрим ҳолларда хужайрада қандайдир омиллارнинг таъсирида, масалан, овқат таркибининг ўзгариши таъсирида одатдаги шароитда мазкур хужайрага хос бўлмаган ферментлар синтез қилинади. Бундай ферментларнинг пайдо бўлиши организмнинг ўзгарган шароитга мослашуви (кўникиши) билан боғлиқдир, шу сабабли ҳам бу ферментлар мослашувчи ферментлар деб аталади.

Ферментларни таснифлаш

Дастлабки ферментлар кашф этилган даврда уларга тасодифий белгиларга қараб номлар берилган. Масалан, ошқозон ширасида топилган пепсин ўз номини юнонча пепсис — овқат ҳазм бўлиши сўзларидан олган. Кейинчалик Дюкло оқилона рўйхат жорий этишни таклиф қилди, бунда ферментларга субстрат номига қараб ном берилган, Даза кўшимчаси қўшилган. Масалан, сахарозани парчаловчи фермент сахароза деб аталади. Бу рўйхат энг кўп тарқалгандир.

1961 йилда V Халқаро биокимёвий конгресс қатъий илмий принципларга асосланган янги рўйхатни қабул қилди. Ана шу рўйхатга мувофиқ барча ферментлар катализ қилинадиган реакция типига қараб олти туркумга бўлинади.

1. Оксидоредуктазалар — оксидловчи-тикловчи реакцияларни тезлаштиради, бунда электронлар ва водород атомлари ($e^- + H^+$) оксидланадиган субстратдан (водород доноридан) акцепторга ўтади, у бунда қайта тикланади. Органик бирикмаларнинг биокимёвий оксидланиши уларни дегидратациялаш йўли билан рўй беради. Бу жараён дегидрогеназ номи билан аталувчи оксидоредуктазаларни тезлаштиради. Бирламчи дегидрогеназалар кофермент сифатида кўпинча никотинамид — адениндинуклеоид (NAD) га эга бўлади. Турли оксил ташувчилар билан уйғунликда NAD муайян моддаларга таъсир қиладиган кўпгина ферментлар ҳосил қилади. Умумий кўринишда дегидратация реакциясини қуйидагича ёзиш мумкин. (Органик модда — донор $2\ N$) + NAD^+ (оксидланган органик модда) + $NADH_2$.

Бирламчи дегидрогеназалар анаэроблар дейилади, чунки улар водородни бевосита кислородга узата олмайди. Уларнинг регенерацияси водород атомини бошқа органик бирикма молеку-

ласига ёки иккиламчи дегидрогеназага узатиш натижасида рўй беради. Иккиламчи дегидрогеназанинг коферменти флавинадениндинуклеотид (FAD) дир:



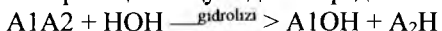
Иккиламчи дегидрогеназалар водородни бевосита кислородга узатиши мумкин, шунинг учун аэроб дегидрогеназалар дейилади:



Бирок кўп ҳолларда FAD регенерацияси ситохром системасининг ферментлари билан таъсирга киришиш натижасида рўй беради, бу система бир неча ферментлар — ситохромлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг простатик гуруҳи таркибига темир атомлари киради. Ситохром системада FAD H₂ билан водород атомларини қабул қилмайди, лекин водород атомларидан олинган электронларни қабул қилишга қодирдир. Электрон темир органлари валентлигининг ўзгариши ҳисобига ситохромлар занжири бўйича узатилади. Ситохром системадаги охириги фермент ситохромоксидаза номи билан аталади.

Фақат у электронни унинг пировард аксептори кислородга узатишга қодирдир. Айни вақтда эритма орқали кислородга протон узатилади (11- расм). Оксидоредуктозалар энергиянинг ажраб чиқиши билан боғлиқ бўлган биокимёвий жараёнларни тезлаштиради.

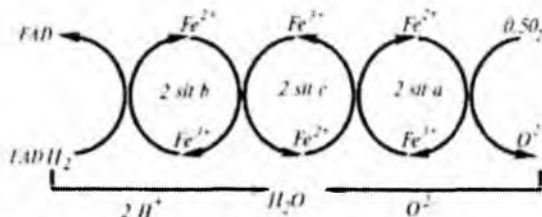
2. Гидролазалар мураккаб органик бирикмаларнинг гидролитик парчаланиш реакциясини тезлаштиради. Умумий кўринишда A¹ A² моддасининг гидролизи реакцияси қуйидаги тарзда ёзилади:



Гидролиз қилинадиган субстратнинг кимёвий табиатига қараб гидролизлар бир неча гуруҳларга бўлинади: эстерезалар мураккаб эфирларнинг гидролитик парчаланишини тезлаштиради (бу гуруҳга ёғларни гидролизлашда қатнашувчи липазалар киради); глюкозидазалар мураккаб углеводларни гидролизлашни тезлаштиради; пептидазалар оксил молекулаларидаги пептид алоқаларни гидролизлашни тезлаштиради.

3. Трансферазалар молекула қолдиқларини ва атом гуруҳларини кўчириш реакциясини тезлаштиради. Бу туркум ферментлар кўчириладиган гуруҳ табиатига қараб бўлинади.

4. Лиазалар шундай ферментларки, улар атом гуруҳларининг ажралиб чиқишини тезлаштиради, бунда қўшалок боғланишлар ҳосил бўлади ёки бу боғланиш жойи бўйича қўшилиш юз беради. Бу туркумдаги ферментларнинг энг муҳим гуруҳларидан бири декарбоксилаза бўлиб, улар иштирокида декарбоксилаза реакцияси — CO₂ нинг ажралиб чиқиши содир бўлади.



6.1- расм. Ситохром тизми бўйича электронларни (оксидланиши) узатиш схемаси

5. Изомеразалар молекулалар ичидаги айланишни, масалан, битта изомернинг бошқасига айланиши реакциясини тезлаштиради.

6. Лигазалар мураккаб органик бирикмалар синтези реакциясини тезлаштиради, шунинг учун уларни баъзан синтетазалар дейилади. Бу туркумдаги ферментлар томонидан тезлаштирилаётган реакциялар АТФ нинг ажралиш реакциялари билан биргаликда кечади. АТФ молекуласининг энергиясидан бошланғич реакцияга киришувчи моддаларни фаоллаштириш учун фойдаланилади. Мазкур ферментлар оксилларни, нуклеин ва ёғли кислоталарни ҳамда бошқа бирикмаларни биоинтез қилишда муҳим рол ўйнайди.

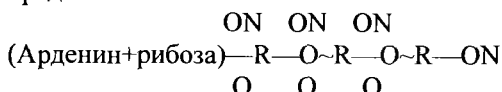
6.2. Микроорганизмлар ҳужайраларидаги алмашинув араёнлари. Моддалар ва энергия алмашинуви ҳақида умумий тушунчалар

Ҳар қандай организм ташқи муҳитдан озуқа моддалари келиб тургунча ва унинг фаолияти маҳсули ана шу муҳитга ажралиб чиқиб тургунча яшаши мумкин. Ҳужайра ичида кимёвий алмашинувларнинг ғоят мураккаб комплекси узлуксиз давом этиб туради, бунинг натижасида озуқа моддаларидан ҳужайра танасининг компонентлари ҳосил бўлади. Тирик организмдаги доимий янгиланиш билан бирга борадиган материянинг алмашилиш жараёнлари йиғиндиси **моддаларнинг алмашинуви** дейилади.

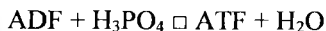
Умумий алмашилишнинг озуқа моддаларни ютиш, ўзлаштириш ва улар ҳисобига ҳужайранинг таркибий қисмларини яратишдан иборат бўлган қисми **ассимиляция** дейилади. Бу конструктив (амалий) алмашилишдир. Умумий алмашилишнинг иккинчи қисмини **диссимиляция** жараёнлари, яъни органик моддаларнинг ажралиш ва оксидланиш жараёнлари ташкил этади, бунинг натижасида ҳужайра энергия олади. Бу энергия алмашилишидир. Амалий ва энергия алмашинувлари яхлит бир бутунни ташкил этади.

Амалий алмашиниш жараёнида ҳужайра анча чекланган паст молекулали бирикмалардан ўз жинсига оид биополимерларни синтезлайди. Биосинтетик реакциялар хилма-хил ферментлар иштирокида кечади.

Тирик организмлар фақат кимёвий боғланган энергиядан фойдаланади. Ҳар бир модда муайян миқдордаги потенциал энергияга эга бўлади. Унинг асосий моддий ташувчилари кимёвий алоқалар бўлиб, уларнинг бўлиниши ёки ўзгариши энергиянинг озод бўлишига олиб келади. Бир хил алоқаларнинг энергия даражаси 8—10 кЖ миқдорга эга бўлади — бу алоқаларни нормал алоқалар дейилади. Бошқа алоқаларда анча катта энергия жамланган бўлиб (25—40 кЖ), бу макроергик алоқалардир. Бундай алоқаларга эга бўлган деярли барча машҳур бирикмалар ўз таркибида фосфор ёки олтингугурт атомларига эгадир, уларнинг молекуладаги ўрнига қараб, бу алоқалар тарқалган. Ҳужайранинг фаолиятида муҳим рол ўйнайдиган бирикмалардан бири аденозин трифосфат кислота (АТФ) дир. АТФ молекуласи таркибига арденин, рибоза ва фосфат кислотанинг учта қолдиги киради:



АТФ молекуласидаги макроергик алоқалар (улар тўлқинсимон чизиқ билан белгиланган) мустаҳкам эмас. Четки фосфор алоқаси узилганда аденозиндифосфат кислота (АДФ) ҳосил бўлади ва 40 кЖ га яқин энергия ажралиб чиқади, бу энергиядан ҳужайра барча ҳаётий жараёнлар учун фойдаланади, хусусан, биоцинтез реакцияларида фойдаланади. Ҳужайрадаги АТФ захираси АДФ молекуласига фосфор кислота қолдигининг қўшилиш реакцияси ҳисобига тўхтовсиз тикланиб туради:



АТФ ҳосил бўлиш жараёни эукариотлар ва митохондрияларда кечади, прокариотларда ситоплазма мембранасида тўпланган фермент системаларида кечади. АТФ синтези ўзига хос ферментларнинг иштироки билан юз беради ва энергиянинг сарфланиши билан бирга боради, бу энергияни олиш усуллари микроорганизмларда жуда хилма-хил бўлиб, икки хилдан иборат бўлиши мумкин:

- 1) ёруғлик энергиясидан фойдаланиш;
- 2) кимёвий реакциялар энергиясидан фойдаланиш.

Бунда энергиянинг ҳар иккала тури АТФ кимёвий алоқалари энергиясига айланади. Ҳужайра АТФ молекуласини тўплаши ва уларнинг энергиясини турли мақсадлар учун сарфлаши мумкин.

Шундай қилиб, АТФ ҳужайрада трансформатор, аккумулятор ва энергия етказиб берувчи ролини бажаради.

Тирик организмда энергиянинг моддалар ўртасида қайта тақсимланиши узлуксиз равишда содир бўлиб туради. Натижада озуқа моддалар энергияси шундай энергияга айланадики, организм уни ривожланиш ва қўпайиш жараёнида истеъмол қилади. У ҳаракат энергиясига ҳам айланади, шунингдек, қисман иссиқлик тарзида тарқалади.

Микроорганизмларнинг озикланиш типлари

Тирик организмлар бир-бирларидан ўзларининг озикланишга бўлган эҳтиёжлари билан фарқ қилади. Бироқ озуқаларнинг оддий таркиби микроблар учун ҳам, олий ҳайвонлар ва ўсимликлар организмлари учун ҳам ўхшашдир. Асосий органоген углерод, азот, кислород ва водороддир. Булардан ташқари, организмларнинг нормал ривожланиши учун бир қатор элементлар: P, S, K, Fe, Ca, Mg зарурдир. Уларга бўлган талаб унчалик катта бўлмаса ҳам, лекин уларнинг озуқа муҳитида мавжуд бўлиши шартдир. Микроорганизмларнинг қўплари бу элементларни K_2HPO_3 , $MgSO_4$, $FeCl_3$ ва ҳоказо минерал бирикмалардан олади. Бундан ташқари, микробларнинг нормал ҳаёт кечириши учун Zn, Co, Ni ва бошқа микроэлементлар ҳам зарурдир. Уларнинг бир қисми микробларнинг табиий озикланиш таркибига киради, бир қисмини улар минерал тузлардан ўзлаштириб олади.

Микроорганизмлар кислород ва водородга бўлган эҳтиёжларини сув ҳамда ҳаво ҳисобига қондиради, бундан ташқари бу элементлар барча органик озуқа моддалари таркибига киради. Углерод билан азотга нисбатан эса турли микробларнинг талаблари ниҳоятда турлитуман ва ўзига хосдир. Микроорганизмлар углероднинг манбаларидан фойдаланишга қараб икки гуруҳга бўлинади: автотрофлар ва гетеротрофлар.

1. Автотрофлар (юнонча аутос — ўзи, тропхе — овқат) углероднинг бирдан-бир манбаи сифатида углекислота ёки карбонатлардан фойдаланишга ва бу оддий ноорганик бирикмалардан ўз жинсига доир мураккаб биополимерлар ажратиб чиқаришга қодирдир. Автотрофлар орасида қўпчилиги сув ўсимликлари ва сианобактериядан иборат. Бактерияларнинг айрим турлари ва бўялган хипчинлар ҳам автотрофларга хос ҳаёт кечиришга қодирдир.

2. Гетеротрофлар (юнонча ҳетерос — бошқа) углероднинг органик бирикмаларига муҳтож бўлади. Ўз навбатида, гетеротроф

микроорганизмлар сапрофитларига (сапро — чириган, фит — ўсимлик) ва паразитларга бўлинади.

Сапрофитлар ўлик органлар билан озикланади. Улар углерод манбаи сифатида фойдаланиладиган органик бирикмалар сони ҳаддан ташқари кўп — булар углеводлар, спиртлар, органик кислоталар, аминокислоталар ва ҳоказолардир. Амалда ҳар қандай табиий бирикмадан микроорганизмларнинг у ёки бу тури озуқа ва энергия манбаи сифатида фойдаланиши мумкин. Айрим сапрофитлар турлитуман моддаларни ўзлаштиришга қодир бўлса, бошқалари фақат муайян турдаги бирикмаларнинг углеродидан фойдаланади. Масалан, клетчатка целлюлозали бактериялар учун углероднинг бирдан-бир манбаи сифатида хизмат қилади, углеводородлар эса нефт конларидаги бактериялар учун углерод манбаи бўлиб амал қилади.

Паразитлар тирик организмларда ривожланади ва эгасининг танаси таркибига кирувчи органик моддалар билан озикланади. Паразитлар организмдаги биокимёвий жараёнлар мувозанатини бузади, яъни унинг касалланишига олиб келади. Паразитлик билан ҳаёт кечирувчи микроблар касаллик туғдирувчи ёки патоген микроблар дейилади.

Патоген микроорганизмлардан айримлари шароитга қараб паразитлар каби ёки сапрофитлар сингари ҳаёт кечиради. Уларни шартли ёки факультатив паразитлар дейишади. Бундай паразитлар орасида кўплари ичак касалликларини кўзгатувчилар ҳисобланади. Бошқалари, масалан, вируслар фақат тирик ҳужайраларда кун кечиради, булар қатъий ёки облигат паразитлардир.

Микроорганизмларнинг айрим турлари автотроф типиди озикланишдан гетеротроф типиди озикланишга ўтиши ёки аксинча бўлиши мумкин. Масалан, яшил эвглена ёруғликда ўсимлик сифатида озикланса, яъни автотроф ҳаёт тарзи билан кун кечирса, қоронғиликда органик моддаларни жадал юта бошлайди, яъни гетеротроф организм сингари ҳаёт кечиради.

Азот—оксиллар таркибига кирадиган элемент. Микроорганизмларни азот билан озикланиш манбаларига нисбатан ҳам автоаминотрофларга ва гетероаминотрофларга ажратиш мумкин.

Автоаминотрофлар ноорганик азотни (аммонийли, нитратли, молекулали) ёки органик азотнинг энг оддий шакллари (мочевина) ишлатиши ва бу бирикмалардан ўз танасининг хилма-хил оксилларини ҳосил қилиши мумкин. Бунда азотнинг барча шакллари дастлаб аммонийли шаклга ўтади. Азотнинг бу энг қайта тикланувчи шакли ўзгаради ва осонлик билан амино гуруҳга айланади.

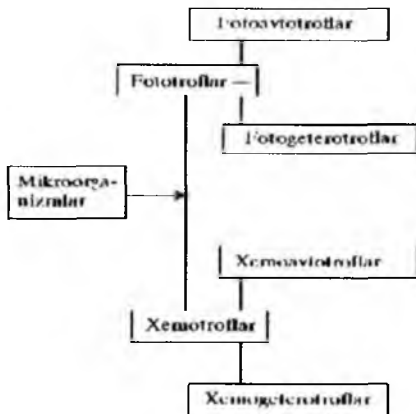
Гетереаминотрофлар азотнинг органик шакллари — оксиллар ва аминокислоталарга муҳтож бўлади. Улардан айримларига аминокислоталарнинг тўлиқ тўплами талаб қилинса, бошқалари битта-иккита аминокислотадан уларни ўзгартириш йўли билан зарур оксил бирикмалари ҳосил қилишга кодирдир.

Углеродга нисбатан гетеротроф бўлган кўпгина микроорганизмлар автоаминотроф организмлар ҳисобланади. Буларга оқар сувларни тозалашда иштирок этадиган бактериялар ҳам қиради.

Микроорганизмлардаги энергетика жараёнлари

Қуёш нури энергиясидан фойдаланишга кодир бўлган микроорганизмлар фототрофлар дейилади. Кимёвий реакциялар энергиясини истеъмол қилувчи микроорганизмлар хемотрофлар дейилади. Фототрофларга йўсинлар, бўялган шаклдаги хипчинлар, сианобактериялар, яшил ва қирмизи серобактериялар қиради. Иккинчи гуруҳни энг оддий микроорганизмлар, замбуруғлар ва бактерияларнинг аксарият кўпчилиги ташкил этади. Бу гуруҳга қирувчи бактерияларнинг озгина қисмигина ноорганик бирикмаларнинг оксидланиш энергиясидан фойдаланади. Қолган микроорганизмлар органик моддаларни оксидлайди.

Микроорганизмларнинг озикланиши типига қараб бўлиниши (авто ва гетеротрофлар) ва энергия олиш усулига қараб бўлиниши (фото ва хемотрофлар)ни эътиборга олиб, амалий ва энергия алмашиниши вариантларининг мумкин бўлган уйғунлашувини қуйидаги схема билан тасаввур қилиш мумкин:



(йўсинлар, сианобактериялар, қирмизи ва яшил серобактерияларнинг кўпчилиги) (айрим сианобактериялар, айрим қирмизи ва яшил

серобактериялар) (нитрийлаштирувчи бактериялар, рангсиз, серобактериялар, темир бактериялар) (бактерияларнинг қўплари, энг оддий организмлар, замбуруғлар).

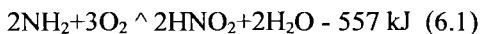
Кўрсатиб ўтилган кичик гуруҳлардан ҳар бирининг микроорганизмлари ўз навбатида донорлари ва электрофонларнинг пировард аксепторлари (водород) табиатига кўра фарқ қилади. Микроорганизмлар энг кичик гуруҳларининг алмашилиш моҳиятини қараб чиқамиз.

Фотоавтотрофлар. Фотоавтотрофларда АТФнинг ҳосил бўлиш жараёни қуёш нури энергиясидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлиб, фотосентитик фосфорлаш деб аталади. Хемоавтотрофлар. Ноорганик бирикмаларнинг оксидланиш энергиясидан фойдаланишда ёруғликнинг иштирокисиз карбон кислоталарни ўзлаштириш ҳодисасини XIX асрнинг охирида С.Н. Виноградский кашф этган эди. Табиий ва оқар сувларда бу гуруҳга қарашли микроорганизмлардан энг кўп тарқалгани қуйидагилардир.

1. Нитрификацияловчи бактериялар, улар аммиакнинг нитритлар ва нитратларга оксидланиши ҳисобига энергия олади.

Жараён икки босқичда давом этади:

Биринчи босқични Нитросомонас туридаги бактериялар олиб боради:



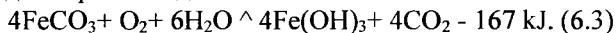
Иккинчи босқич Нитробактер туридаги бактерияларнинг иштироки билан амалга оширилади:



Нитрификацияловчи бактерияларнинг энергиядан фойдаланиш самарадорлиги унчалик катта эмас ва фақат (8) реакция учун 5% ни, (10) реакция учун 7% ни ташкил этади. Бунинг оқибатида унинг 1 мол карбон кислотани ўзлаштириши учун тегишли равишда аммиакнинг 35 мол ини ва азот кислотасининг 101 молини оксидлаш керак бўлади.

Нитрификатцияловчи бактериялар табиатда кенг тарқалган. Улар азотнинг айланишида иштирок этади, уларнинг фаолияти тупрокнинг ҳосилдор бўлишини таъминлайди. Кейинги йилларда нитрификатсия оқар сувларни азот бирикмаларидан чуқур тозалаш жараёни босқичларидан бири сифатида татбиқ этилмоқда.

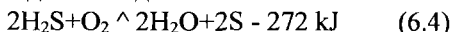
2. Темир бактериялар темир оксиди тузларининг оксидланиши натижасида энергия олади:



1г хужайрали моддани синтез қилиш жараёни тахминан 500 г темир гидроксиднинг ҳосил бўлишини талаб қилади. Сув ҳавзалари

тубида балчиқ рудаларининг пайдо бўлишини темир бактериялар фаолияти билан боғлиқ демоқдалар.

3. Рангсиз серобактериялар (улар жумласига оқар ва ифлосланган сувларда кенг тарқалган бактериялар киради) энергия манбаи сифатида водород сулфид ва олтингугуртнинг оксидланиш реакциясидан фойдаланилади:

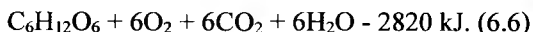


Агар мухитда водород сулфид етарли миқдорда бўлса, бу бактериялар (12) реакцияни ўтказди, олтингугуртни хужайраларда захира модда сифатида қолдиради. H_2S бўлмаса, (13) реакция юз беради.

Хемогетеротрофлар. Бу кичик гуруҳга жуда катта миқдордаги организмлар киради, улар мураккаб органик моддалар – водород донорларининг биологик оксидланиши натижасида оксидловчи-тиқловчи реакцияларда энергия алмашилиши натижасида энергия олади. Микроорганизмларнинг органик моддаларни биологик оксидлаши икки турдаги мураккаб жараёнлар ҳисобланади: нафас олиш ва ачиш. Микроорганизмларнинг органик моддаларни биологик оксидлаши икки турдаги мураккаб жараёнлар ҳисобланади: нафас олиш ва ачиш.

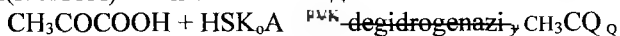
1. Агар водороднинг пировард акцептори ролини фақат эркин кислород бажарса, нафас олиши *аэроб нафас олиш* дейилади. Бу жараёни амалга оширувчи микроорганизмлар *облигат аэроблар* дейилади.

Хемогетеротрофлар нафас олиш жараёнида энергия манбалари (водород донорлари) сифатида кўп миқдордаги оксидловчи бирикмалардан: углеводлар, ёғлар, оксиллар, спиртлар, органик кислоталар ва шу қабилардан фойдаланиши мумкин. Углеводлар оксидланишида нафас олиш жараёни қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Ҳақиқатда бу мураккаб кўп босқичли жараён бўлиб, у бир қатор изчил фермент реакцияларини ўз ичига олган. Углеводларнинг айланиш жараёни уларни гидролиз қилишдан бошланади, бунинг натижасида оддий қандлар (глюкоза) ҳосил бўлади. Бактерияларда бу жараён хужайрадан ташқари рўй беради. Бир неча босқичларни ўз ичига олган навбатдаги босқичда глюкозанинг оксидланиши кислороднинг иштирокисиз NAD билан легирация қилиниши йўли билан рўй беради ва ҳар бир 1 мол глюкозага иккитадан ATF молекуласи ҳосил бўлади. КВТ (кислороднинг биологик талаби)

аэроблари ҳужайрасида бир қатор изчил реакциялар натижасида тулик оксидланиши мумкин. Бу айланишларнинг жами Кребс цикли деб аталувчи циклни ташкил этади. КВТ циклга оралиқ бирикма бўлган асетилкоензим А орқали қўшилади, унинг ҳосил бўлиши РВКнинг фермент билан реакцияси натижасида рўй беради, у коензим А (HSCoA) номи билан аталади.



Циклнинг изчиллик билан боровчи реакцияси: гидролиз, дегидрация, дегидратация, декарбоксилация - асетилкоензим А нинг тулик оксидланишига ва фермент HSK₀A нинг регенератсия қилинишига олиб келади.

Циклдаги дегидрогеназлар билан олинган водород ферментларнинг нафас олиш занжирига узатилади, у аэробдаги FADни, ситохромлар тизимини ва кислород водородининг пировард аксепторини ўз ичига олади. Водородни бу занжир бўйича узатишда АТФ ҳосил бўлади. Бунда водороднинг ҳар иккита атомига АТФнинг учта молекуласи синтез қилинади. АТФ нинг ҳосил бўлиши протон ва электрон билан ферментларнинг нафас олиш занжири бўйича қўчирилиш жараёни билан бир вақтда оксидловчи фосфорлаш дейилади. Умуман олганда глюкоза молининг тулик оксидланишида АТФнинг 38 та молекуласи ҳосил бўлади. Улардан 24 таси Кребс циклида КВТнинг оксидланишида водороднинг ферментлар нафас олиш занжирига узатилиши билан бирга боради. Шундай қилиб, энергиянинг асосий миқдори мана шу босқичда туланади. Кребс цикли универсал эканлиги диққатга сазовордир. Оксидланишнинг бундай тури энг оддий организмлар учун ҳам, бактериялар учун ҳам, олий ҳайвонлар ва ўсимликлар ҳужайралари учун ҳам ҳосилдир.

Циклнинг оралиқ бирикмаларидан ҳужайрали моддаларни синтез қилиш учун ҳам фойдаланилади.

Ёғлар ҳам микроблар учун энергия манбаи бўлиб хизмат қилиши мумкин. Ёғларни гидролиз қилиш натижасида глицерин ва олий ёғ кислоталари ҳосил бўлади, уларнинг айланишидаги бундан кейинги йўллар турличадир. Глицериннинг ферментли оксидланиши Б ҳосил бўлишига ва шундан кейин унинг Кребс циклида оксидланишига олиб келади. Ёғли кислоталарнинг айланиши мураккаб кўп поғонали хусусиятга эга бўлиб HSK₀A иштирокида иккита углерод атомининг секин-аста ажралиб чиқишидан иборатдир. Бу бўлинишнинг бирдан-бир маҳсули асетилкоензим А бўлиб, у кейин Кребс циклига киради.

Энергия алмашиниши жараёнларининг ўзига хос хусусияти озуқа моддалари энергиясидан поғонали тарзда фойдаланишдан иборатдир. Агар хужайрада глюкозанинг ёки бошқа бирикмаларнинг оксидланиши битта поғонада рўй берган бўлса, у ҳолда 2000 кЖ энергиянинг бир вақтда ажралиб чиқиши (унинг катта қисмини хужайра ўзлаштира олмайди ва иссиқлик энергиясига айланади) ҳароратнинг кескин кўтарилишига ва организмнинг ҳалок бўлишига олиб келган бўлар эди. Худди шунинг учун ҳам озуқа моддаларининг энергиясидан кўп поғонали фойдаланиш микроорга-низмларнинг фаолият кечириши учун ниҳоятда зарурдир.

Озуқа моддаларнинг оксидланиши ҳамиша ҳам охиригача бормайди. Айрим аэроблар органик бирикмаларни қисман оксидлайди, бундай муҳитда оксидланишнинг оралик маҳсулотлари тўпланади.

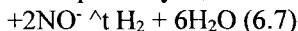
Микроорганизмлар энергия олиш учун спирт, углеводород, органик кислоталар ва ҳоказо бирикмалардан фойдаланиб моддаларни ўзгартиради ва муайян босқичда уларни углеводлар ва ёғларнинг алмашиниш циклига киритади, деб тахмин қиладилар. Масалан, Пseudомонас туркумидаги бактерияларнинг углеводородлардан фойдаланишида углеводород молекуласи секин-аста молекулар кислород томонидан оксидланишга, дегидратация, гидролизга дучор бўлади.

Агар микроорганизмлар озикланиш манбаларидан маҳрум бўлса, улар бирмунча вақт хужайра ичидаги захиралар, асосан, полисахаридлар ва ёғлар ҳисобига яшаши мумкин. Ана шу моддалар ҳисобига эндоген нафас олиш, энергиянинг экзоген манбалари оксидланиши каби ўша йўлдан боради. Озуқа моддалари захиралари тамом бўлгач, хужайрали оксилларнинг оксидланиши бошланади.

Айрим микроорганизмлар нафас олиш жараёнида водороднинг пировард аксептори сифатида кислороддан эмас, балки азотнинг оксидланган бирикмалари (нитритлар, нитратлар)дан, олтингугурт (сулфатлар)дан, углерод (CO_2)дан фойдаланиши мумкин. Нафас олишнинг бундай жараёни анаэроб жараён дейилади.

Нафас олиш жараёнида нитратлардан фойдаланиш кўпгина денитрификацияловчи бактериялар учун хосдир. Нитратли нафас олиш жараёнида моддаларнинг айланиш йўллари аэробли нафас олишдаги айланишга ўхшашдир. Денитрикаторлар иккита фермент тизимига эга бўлиб, улардан бири кислород иштироки билан уларга аэроб нафас олишни амалга ошириш имконини беради. Иккинчи фермент тизими водородни кўчиришнинг худди биринчи фермент

тизимидаги каби уша занжирга эга бўлади, лекин фарқи фақат шундан иборатки, ситохром тизимида ситохромоксидазалар урнига нитрат редуктаза ферменти иштирок этади. Кислород иштироки билан ҳам, унинг иштирокисиз ҳам ривожлана оладиган микроорганизмлар факултатив анаэроблар дейилади. Умумий кўринишда нитратлар ҳисобига анаэроб нафас олиш жараёни куйидагича ёзилиши мумкин:



$\text{C}^0 + \text{NIT}^- + 4\text{H}^+ + 2\text{O}^-$ денитрификация азот айланишининг босқичларидан бири ҳисобланади. Канализациянинг тозалаш иншоотларида бу жараён нитрификация билан биргаликда оқар сувлардаги азот бирикмаларини батамом йўқотиш учун қўлланилади.

Нафас олиш жараёнида сульфатлар ва углерод диоксидидан фойдаланувчи микроорганизмлар **каттий анаэроблар** дейилади. Кислород ва бошқа оксидловчилар улар учун захар ҳисобланади. Сульфатлардан водороднинг пировард акцептори сифатида фойдаланишда микроорганизмлар уларни сульфидларгача тиклайди.

(Органик модда — водород донори)

Углероднинг диоксидидан фойдаланиш билан анаэроб нафас олиш метан ҳосил бўлиши билан бирга боради:

(Органик модда — водород донори)

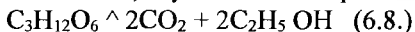
2. Органик моддаларнинг биологик оксидланишидаги анаэроб жараён **ачиш** дейилади, бунда оксидланувчи субстратнинг бўлиниши жараёнида водород акцептори (шунингдек, органик модда) ҳосил бўлади.

Ачиш жараёнлари бактериялар ва ачитқиларнинг кўпгина турларида содир бўлади. Ачишнинг бир неча турлари мавжуд бўлиб, пировард маҳсулотга қараб уларга ном берилади: спиртли ачиш-ачитқилар томонидан, пропионовокислота ачиш пропионово-кислота бактериялар томонидан, метанли ачиш-метан ҳосил қилувчи бактериялар томонидан ҳосил қилинади. Асосан, углеводлар ачишга дучор бўлади, лекин кўпгина бактериялар гоёат хилма-хил бирикмаларни ачитишга қодирдир, булар органик кислоталар, аминокислоталар, пуринлар ва ҳоказолардир.

Аэроблардан фарқли ўлароқ ачиш жараёнини амалга оширувчи анаэроблар водородни кўчириш учун ферментларнинг тулиқ занжирга эга эмас, шунинг учун кислороддан водороднинг пировард акцептори сифатида фойдалана олмайди.

Ачиш натижасида муҳитда шундай моддалар тўпланадики, уларда углероднинг оксидланиш даражаси бошланғич субстратдагига нисбатан ҳам юқори, ҳам паст бўлиши мумкин. Бироқ углероднинг

ўртача оксидланиш даражаси субстрактда қандай бўлса, унда ҳам шундай бўлиб қолади. Масалан, глюкозанинг спиртли ачишида:



Ачиш натижасида микроорганизм олиши мумкин бўлган энергия миқдори кўп эмас, чунки тўлиқ оксидланиш содир бўлмайди ва энергиянинг бир қисми ачишнинг пировард маҳсулотларида қолади. Энергия АТФ тарзида глюкозанинг КБТ гача оксидланиш босқичидагина жамланади. Нафас олиш жараёнида глюкозанинг тўлиқ оксидланиши 38 та АТФ молекуласининг ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлса, ачиш жараёнида фақат иккита АТФ молекуласи ҳосил бўлади.

Микроорганизмларнинг ўсиш қонуниятлари

Микроб ҳужайрасининг ўсиши — бу иккита бўлиниш ўртасида ҳосил бўлган битта алоҳида организм ҳажми ва вазнининг кўпайишидир. Одатда, ўсиш деганда, фақат айрим ҳужайранинг ўсиши эмас, шу билан бирга, микроорганизмларнинг ўсиши, яъни ҳужайралар сонининг умумий кўпайиши ҳам тушунилади.

Ўсиш вақт жиҳатидан муайян қонуниятларга бўйсунди. Бу қонуниятни аниқлаш учун бирон турдаги ҳужайралар суяқ озуқа муҳитига қўйилади ва муайян вақт оралигида тирик организмлар ҳисоблаб чиқилади. Олинган натижалар ҳужайралар сони логарифмининг вақтга боғлиқлигини ифодалайди. Бутун тажриба давомида муҳитдаги озуқа моддалари кўпаймайди. Ҳужайраларнинг алмашинуви маҳсули камаймайди. Бундай ўсиш статик (турғун) ўсиш дейилади.

Умумий кўринишда статик ўсишнинг вақтдаги ифодаси эгри чизик 1 билан ифодаланган. Ана шу эгри чизикда бир неча қисмларни (ривожланиш фазаларини) ажратиш мумкин, улардан ҳар бири ўсишнинг ўзига хос шарт-шароитлари билан ажралиб туради. Ҳар бир фазадаги ҳужайраларга ўзига хос кўпайиш тезлиги, ўлчами ва биокимёвий фаоллик ҳосдир. Эгри чизик (2) ҳужайраларнинг субстратни истеъмол қилиш жараёнини акс эттиради.

I. фаза ўсишнинг орқада қолиш фазасидир, у лагфаза номи билан аталади (инглизча — орқада қолиш). Ана шу даврда ҳужайралар янги муҳитга ўрганади. Фазанинг бошланишида бўлиниш тезлиги нолга Статистик организм ўсишининг тенг бўлади, лекин охирига эгри чизиги — бориб микроорганизмлар мазкур турига кўпроқ мос келадиган ҳажмга эришади.

II. фаза — логарифмик ўсиш фазаси. Бу даврда ҳужайралар энг кўп доимий тезлик билан бўлинади. Озуқа моддалари миқдори ҳали

чекланмаган бўлади. Хужайралар майда, кўплари ҳали ёш ва биологик жиҳатдан фаол, энг яққол ифодаланган тур белгиларига эга бўлади. Бу фазада кўпайиш тезлиги хужайранинг иккита изчил бўлиниши ўртасидаги вақт билан ажралиб туради (генерациянинг давом этиши). Агар вақт бўлаги t n генерацияларни ўтган деб ҳисобланса, у ҳолда генерациянинг давом этиши i ни куйидагича ифодалаш мумкин:

$$i = t/n.$$

III. фаза — ўсишнинг секинлашув фазаси. Хужайраларнинг бўлиниш интенсивлиги пасаяди, чунки организмнинг яшаш шароити ўзгаради: озуқа моддалари захираси тамом бўлади, муҳитда захарли айирбошлаш маҳсулотлари тўпланади. Тобора кўпроқ якка жинс ҳалок бўлади.

IV. фаза — доимий ўсиш фазаси, шароит тобора ноқулай бўлиб боради, ҳалок бўлувчи хужайраларнинг сони тўхтовсиз ортади, чунки муҳитда ана шу фаза бошланишида озуқа моддалари қолмайди ва микроорганизмлар хужайра ичидаги моддалардан фойдаланади. Бу фазани эндоген нафас олиш фазаси ҳам деб аташади.

Соф организмнинг ўсиш ва ривожланиш қонуниятлари фаол балчиқ учун ҳам тўғри келди, лекин у микроорганизмларнинг анча мураккаб жамоаси эканлиги маълум бўлди.

6.3. Микроорганизмлар ва атроф-муҳит

Микроорганизмларнинг ҳаёти атроф-муҳит билан ҳамбарчас боғлиқдир. Бир томондан, микробларнинг фаолияти атроф-муҳитда бирмунча ўзгаришлар юз беришига олиб келади, бунга ундан озуқа моддаларнинг чиқиб кетганлиги ва айирбошлаш маҳсулотларининг ажралиб чиқиши сабаб бўлади; иккинчи томондан, хужайра ичида айирбошлаш жараёнларининг тезлиги кўп жиҳатдан атроф-муҳитдаги шарт-шароит (омил)ларга боғлиқ бўлади. Микроорганизмлар фаолиятига таъсир этувчи атроф-муҳит омиллари уч категорияга бўлинади: физик, кимёвий ва биологик категориялар.

Физик омиллар. Энг муҳим физик омилларга микроорганизмлар фаоллигини талаб қилувчи омиллар, яъни намлиқ, ҳарорат, ёруғлик киради. Микробларнинг фаол ўсиши ва ривожланиши учун муҳитда сув бўлиши лозим. Улар учун қулай сув шакли суюқ томчи шаклидаги сув ҳисобланади. Худди шунинг учун ҳаммикроорганизмлар яшаши мумкин бўлган ҳарорат интервали 2°C дан $+100^{\circ}\text{C}$ гача чекланган.

1. Психрофиллар ёки совуқни ёқтирадиган микроорганизмлар. Бу микроорганизмлар —2° дан + 30°С ҳарорат оралиғида ривожлана олади. Улар учун қулай ҳарорат 10—15°С ҳисобланади. Бу гуруҳ организмларига шимолий денгизда, тупроқда яшовчилар, канализациянинг тозалаш иншоотларига доир айрим микроорганизмлар киради.

2. Термофиллар ёки иссиқликни ёқтирадиган микроорганизмлар (юнонча тхерме-иссиқлик). Улар ривожланадиган ҳарорат диапозони 30—85°С бўлиб, оптимуми қарийб 50—60°С дир. Бу гуруҳ микроорганизмлари иссиқ манбаларда ва чириётган гўнгда урчиёди. Термофил бактериялар шаҳар канализацияси тозалаш иншоотларида қуйкаларнинг ачишида иштирок этади.

3. Мезофиллар (юнонча месос — ўрта). Бу микроорганизмлар 5° дан 50°С оралиғидаги ҳароратда ривожланади. Улар учун энг мақбул ҳарорат 25—37°С дир. Мезофил микроорганизмларга кўпчилик бактериялар, энг оддий микроорганизмлар, замбуруғлар киради. Бу гуруҳга яна инсон ва иссиқликни ёқтирадиган ҳайвонлар учун хос бўлган барча патоген организмлар ҳам киради.

Муайян ҳароратда ривожланиш қобилиятини у ёки бу ҳароратга бардош бериш қобилиятидан фарқлаш керак. Масалан, кўпгина микроорганизмлар нолдан паст ҳароратда узоқ вақт яшаш қобилиятини сақлаб қолади, лекин бундай ҳароратда уларнинг фаол ҳаёти тўхтайди. Кўп бактерияларнинг споралари ҳатто суёқ водород ҳароратида (-252°С) ҳалок бўлади.

Микроорганизмлар юқори ҳароратларнинг таъсирига камроқ бардош беради. Спорали бактерияларнинг кўпчилиги 70°С да 10—15 дақиқада, 100°С да 1 дақиқа ичида нобуд бўлади. Юқори ҳароратларнинг ҳалокатли таъсири оксилларнинг табиий ҳолатини бузилиши билан боғлиқдир.

Кўпчилик микроорганизмлар қоронғида яхши ўсади. Қуёш нури энергиясидан фойдаланадиган фототрофлар бундан мустасно. Қуёшнинг тўғри тушган нури микроорганизмларга ҳалокатли таъсир қилади. Унинг микробларни ҳалок этувчи таъсири, асосан, спектрнинг ултрабинафша қисми билан боғлиқдир. Ултрабинафша нурларининг оксил ва нуклеин кислоталарга сингиши тузатиб бўлмайдиган кимёвий ўзгаришларга олиб келади. Ўсаётган хужайралар нурнинг таъсирига айниқса сезгирдир. Патоген микробларнинг кўпчилиги сапрофитларга нисбатан ултрабинафша нурларга анча сезгир ҳисобланади. Бу нурлар камроқ сингиш қобилиятига эга бўлиб, асосан сиртки қисмларга таъсир қилади.

Кимёвий омиллар. Водород ионларининг концентрацияси микроорганизмларнинг ривожланишига жиддий таъсир кўрсатади.

Бактерияларнинг кўпчилиги нейтралга яқин муҳитни ($pH = 6,5-7,5$) маъқул кўради. Бирок бактерияларнинг ишқорли ёки нордонрок муҳитда яхши ўсадиган айрим турлари ҳам мавжуд. Замбуруғларнинг ривожланиши учун $pH=4^6$ ли муҳит қулай бўлади, актиномицетлар ишқорли муҳитда яхши ўсади.

Оптимал микдорлардан pH нинг оғиши ферментлар фаоллигининг пасайишига, айрим ионлар учун ситоплазма мембранасига киришининг ўзгаришига ва алмашиниш жараёнларининг бузилишига сабаб бўлади. Кўпгина кимёвий бирикмалар микробларга қарши таъсир кўрсатади, бунда улардан биттаси микробларнинг ривожланишини секинлатса (микробостатик таъсир), бошқалари микробсимон хоссаларга эгадир. Бундай бирикмалар, одатда, *захарлар* дейилади. Бирок мутлак захарлар йўқ бўлиб, уларнинг микроорганизмларга таъсир кўрсатиш даражаси концентрацияга, микроблар алоқасининг давомийлиги ва турига боғлиқ бўлади. Кўпгина захарлар жуда кам концентрацияда ҳам микроорганизмларнинг биокимёвий фаоллигини ошириб, ҳатто рағбатлантирувчи таъсир кўрсатади.

Ноорганик моддалар орасида оғир металлларнинг тузлари, чунончи оксидловчилардан хлор, озон, бром, йод кабилар микробсимон таъсирга эгадир. Кумуш ва миснинг бирикмаси жуда оз микдордаги концентрацияларда ҳам микробсимон таъсир кўрсатади.

Бундай таъсир олигодинамик (юнонча олигос-кичик) таъсир дейилади. Микроблар учун айрим органик бирикмалар: феноллар, спиртлар, формамин ва ҳоказолар кучли захар ҳисобланади. Айни вақтда, бу моддалардан кўплари углерод озукаси манбалари сифатида микроорганизмларнинг ўзига хос гуруҳларидан фойдаланишлари мумкин. Турли материалларни зарарсизлантириш учун бир қатор кимёвий бирикмалар микробли захарлардан фойдаланилади. Кучли оксидловчиларнинг микробсимон таъсири ичимлик ва оқар сувларни зарарсизлантиришда қўлланидиган усулларга асос қилиб олинади.

Биологик омиллар. Организмларнинг ҳар хил турлари мураккаб тўдалар-биоценозларни ҳосил қилади, улар организмларнинг тасодифий тўплами эмас, балки айрим турлар вакиллари ўртасидаги ўзаро муносабатларнинг хилма-хил типлари билан таъкилий тизимни ҳосил қилади. Микроорганизмлар ўртасидаги ўзаро муносабатларнинг асосий типлари симбиоз, метабиоз ва антагонизмдир.

Симбиоз муносабатлар симбионтларга ўзаро фойда келтиради. Бундай организмларнинг биргаликда ўсиши уларнинг алоҳида

ривожланишига караганда яхшироқ кечади. Симбиоз ўзаро муносабатларга мисол тариқасида яшил йўсинлар ва инфузорияларнинг симбиозини кўрсатиш мумкин. Йўсин инфузория танасининг ичига жойлашиб олиб, CO_2 ни органик моддаларга айлантириш учун ёруғлик энергиясидан фойдаланади, бунда кислород ажратиб чиқаради. Инфузория нафас олиш жараёнида органик моддаларни оксидлаш учун кислородни истеъмол қилади, натижада CO_2 ҳосил қилади.

Метабиоз ўзаро муносабатларнинг кенг тарқалган хили бўлиб, унда бир хил микроорганизмларнинг фаолияти бошқа организмларнинг ривожланиши учун шароит яратади. Метабиоз ўзаро муносабатлар бир хил моддаларнинг бошқа моддаларга айланишида изчилликни талаб қилади ва табиатдаги моддалар айланишига асос бўлади.

Бундай ўзаро муносабатларга мисол тариқасида факултатив ва облигат анаэроблар тўдаси хизмат қилади, улар метангенклардаги оқова сув қуйқаларининг ачиш жараёнини, шунингдек Нитросомунус ва Нитробактер жинсларига кирувчи бактерияларни нитратловчи жараёни амалга оширади.

Микроорганизмлар ўртасидаги антагонистик ўзаро муносабатлар жуда хилма-хилдир. Булар ваҳшийлик (энг оддий организмларнинг бактерияларни еб ботириши), паразитлик (бактериофагларнинг бактерияларни йўқ қилиши), муҳитга алмашилиш маҳсулотларининг ажратиб чиқарилиши бўлиб, улар бошқа организмларнинг фаолиятини сусайтиради ёки уларни тугатади. Масалан, ачиган сут бактерияларининг пировард маҳсулоти катик бўлиб, у чиритувчи бактерияларнинг ривожланишига тўсқинлик қилади. Замбуруғлар ва аксиномитсетларнинг айрим турлари муҳитга биологик жихатдан фаол моддаларни бактериясимон таъсирга эга бўлган антибиотикларни ажратиб чиқаради.

Микрооламдаги антагонизм биосенозлар таркибини белгилайдиган энг муҳим омиллардан бири ҳисобланади.

Савол ва топшириқлар:

1. Микроорганизмлар физиология фани нимани ўргатади?
2. Ферментлар деб нимага айтилади ва улар қандай ролни бажаради?
3. Микроорганизмлар ҳужайраларидаги алмашинув жараёнлари деб нимага айтилади?
4. Алмашув жараёнлари қандай ҳосил бўлади?
5. Диссимиляция жараёни деб нимага айтилади?
6. Микроорганизмларнинг озукланиши деганда нимани тушунаси?
7. Афототрофлар нима?
8. Гетеротрофлар деганда нимани тушунаси?

VII. БОБ. ТАБИЙ ВА ОҚОВА СУВЛАРНИНГ ТАРКИБИ ВА СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИ

Сувнинг сифати деганда унинг хоссалари йиғиндиси тушунилади, бу хоссалар сувда мавжуд бўлган аралашмаларнинг табиати ва концентрацияга боғлиқ. Аралашмаларнинг махсус гуруҳини микрофлора ва микрофауна ташкил этади, улар сувнинг сифатига муайян таъсир кўрсатади.

Сувнинг сифатига баҳо берганда фақат аралашмаларнинг табиати эмас, балки уларнинг физик-кимёвий ҳолати ҳам муҳим рол ўйнайди.

7.1. Табиатда сувнинг айланиши

Ер юзидаги сувнинг умумий миқдори жуда катта — у қарийб 1350 млн км³ ни ташкил этади. Бироқ ҳамма суви ҳам инсоннинг фойдаланиши учун яроқли деб бўлмайди. Истеъмолнинг кўпгина турлари учун чучук сув керак, унинг захиралари эса ер юзидаги жами сув миқдорининг 3% дан камроғини ташкил этади.

Сув доимо ҳаракатда бўлади. Сувнинг кўп миқдори муттасил равишда ер устида ва ер остида айланиб юради. Сувнинг океанлар ва куруқлик сиртидан буғланиши ҳамда ўсимликлар ва тирик мавжудотларнинг нам ажратиб чиқариши натижасида атмосфера сув буғлари билан тўйинади. Атмосферанинг бир маромда исимаслиги унда ер шари юзасида ҳаво окимларининг катта миқёсда ўрин алмашилишига сабаб бўлади, конденсация оқибатида сув ерга яна шудринг, ёмғир, дўл ва қор тарзида қайтади.

IIIу нарса ҳисоблаб чиқилганки, мазкур сувнинг 65—75% бевосита океанларга тушади, қолгани куруқликка тақсимланади. Сувнинг бир қисми бевосита тупроқдан ва уни қоплаб турган ўсимликлардан буғланади. Бошқа қисми тупроққа шимилиб, туради ва ўсимликлар томонидан ўзлаштирилади ёки тупроқ остига кириб унинг таркибига қўшилади, кейин улар орқали сиртки сувларга қўшилади. Ниҳоят, сувнинг бир қисми ер юзасида қолади ва сиртки сув окимларига секин-аста оқиб тушади.

Биосферанинг барча сувларини ҳам бундай айланишда иштирок этади деб бўлмайди. Унинг бир қисми ўсимлик ва ҳайвонот тўқималарида, қутб бўйи музларида, тоғ чўққилиаридаги абадий қорларда муайян вақт сақланиб туради ёки тупроқнинг таркибий қисмлари билан кимёвий ёки физикавий боғланган ҳолда қолади.

Сувнинг гидрологик цикли айрим бўгинларидаги захираларини ЮНЕСКО материаллари асосида тузиб чиқиш (1970 й.) унинг бу цикли ҳақида бирмунча тасаввур беради (2- жадвал).

Гидрологик циклининг турли бўғинларида сув захиралари

Чучук сувлар	Сув захиралари, умумий миқдорга нисбатан % ҳисобида
Сиртки сувлар:	
Чучук сувлар	0,009
Шўр кўллар ваички денгизлар	0,008
Дарёлар	0,0001
Ер ости сувлари	
Тупроқ сувлари ва боткок	0,005
Тупроқ ости чуқур бўлмаган сувлар	0,31
Чуқур сувлар	0,31
Музликлар ва муз шапкалари	2,15
Атмосфера	0,001
Океанлар	97,2

Ҳам ер сиртидаги, ҳам ер остидаги чучук сувлардан сув таъминоти манбалари сифатида фойдаланилади. Барча манбаларда сувнинг сифати турлича бўлади. Сувининг сифати бир хил бўлган иккита дарё, иккита артезиан кудуги, иккита оддий кудук йўқ. Бундан ташқари, ҳар бир сув манбаида, айниқса сиртки манбада сувнинг табиати вақт ўтиши билан ўзгаради.

Урбанизация ва саноат ишлаб чиқаришининг ўсиши, қишлоқ хўжалигининг кимёлаштирилиши туфайли умумий сув экологиясига антропоген омил, яъни инсоннинг сувдан фойдаланиш омили тобора кўпроқ таъсир кўрсатмоқда.

Инсоннинг маиший ва ишлаб чиқариш, қишлоқ хўжалик, электр қуввати ишлаб чиқариш эҳтиёжларини қондириш учун сувдан фойдаланиши амалда ҳамиша унинг ифлосланиши билан боғлиқ бўлиб, бу сувнинг манбаларга қайтиши эса, ўз навбатида, табиий сувларнинг ифлосланишига ва углерод ҳамда азотнинг айланиш циклида табиий мувозанатнинг бузилишига олиб келади.

Фойдаланиб бўлгандан кейин чиқариб ташланадиган сувлар **оқова сувлар** дейилади. Оқова сув (ёки оқова суюқлик) деб маиший ёки ишлаб чиқариш эҳтиёжлари учун ишлатилган сувга айтилади, бунда ҳосил бўлган сувнинг дастлабки кимёвий таркибини ёки физик хоссаларини (айни вақтда, ҳар иккаласини ҳам) ўзгартириб

юборадиган ифлосланишлар аҳоли пункти ёки саноат корхонаси худудида йўқотилиши лозим.

Оқова сувлар пайдо бўлиши, тури ва аралашмаларининг сифатига қараб унга асосий тоифага бўлинади: маиший-хўжалик, ишлаб чиқариш ва ёмғир (атмосфера) сувларига.

Маиший сувларга ошхона ва ҳожатхона, ҳаммом ҳамда кирхоналар, умумий овқатланиш корхоналари ва даволаш муассасалари сувлари, хоналарни ювишдан чиққан сувлар киради. Бу сувлар тураржойга ва жамоат бинолари ҳамда саноат корхоналарининг маиший хоналаридан чиққан сувлардир.

Ифлосланиш табиатига кўра улар, асосан, физиологик чиқиндилар билан ифлосланган нажас сувлар ва ҳар қандай хўжалик чиқиндилари билан ифлосланган хўжалик сувлари бўлиши мумкин. Ишлаб чиқаришдаги оқова сувларга ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнида фойдаланилган ва иккиламчи фойдаланишга яроқсиз бўлган сувлар киради. Ишлаб чиқаришнинг турига, шунингдек, қабул қилинган технология жараёнига боғлиқ бўлади.

Ёмғир сувлари атмосфера ёғинлари тушиши натижасида ҳосил бўлади. Уларга муз ва қорларнинг эришидан ҳосил бўладиган юмшоқ сувлар ҳам киради. Ёмғир суви оқимининг ўзига хос хусусияти унинг аҳён-аҳёнда бўлиши ҳамда сарф этилиши ва сифатининг кескин нотекислигидир.

Кўчаларни ювишдан қолган фаввора ва дренажларнинг сувлари сифат кўрсаткичига кўра ёмғир сувларига яқин бўлиб, улар билан бирга йўқ бўлиб кетади.

Махсус адабиётларда кўпгина шаҳар оқинди сувлари деган атама қўлланилади. Шаҳар оқинди сувлари деганда ҳар уч хил сув турларининг умумий канализация тизими ёки маиший ва ишлаб чиқариш сувлари тизими билан қўшилиши тушунилади.

Табиий сувларни тозалаш деганда истеъмолчиларни талаб қилинган сифатга эга бўлган сув билан зарур миқдорда таъминлаш учун бу сувга ишлов бериш тушунилади. Шуни ҳам айтиб ўтамизки, маиший сув таъминоти ва ишлаб чиқариш мақсадларидаги сув сифатига қўйиладиган талаблар ҳамиша ҳам бир-бирига мос келавермайди. Бир қатор ҳолларда ишлаб чиқаришнинг технология мақсадлари учун алоҳида сифатга эга бўлган сув, масалан, тузсиз, юмшоқ, тозаланган сув талаб қилинади ва ҳоказо.

Оқар сувларни тозалаш деганда уларга турли усуллар билан ишлов беришдир, бундан мақсад уларда мавжуд бўлган минерал ва органик моддаларни бузиш ёки чиқариб ташлашдир, бу эса ана шу сувларни сув ҳавзаларига ва оқимларига тушиши ёки улардан

ишлаб чиқариш ва бошқа мақсадларда фойдаланиш имконини беради. Сувни тозалашга, шунингдек, уни зарарсизлантириш, одам, ҳайвонлар ёки ўсимликлар учун зарарли бўлган моддаларни ва касаллик туғдирувчи микроорганизмларни кетказиш ҳам киради.

Ҳозирги вақтда ер юзида сув оқимларининг умумий зарарланиш даражаси ортиб бораёпти. Ҳатто тозаланган оқар сувларнинг қолдиқлари сувнинг ўз-ўзидан тозаланиш табиий қобилиятидан ортиқ бўлган, табиий сувга хос бўлмаган қўшимча миқдордаги аралашмаларга эгадир. Лекин турли мамлакатларда бу соҳадаги аҳвол бир хилда эмас. Кўпгина ривожланган мамлакатлар атроф-муҳитни, хусусан, сув манбаларини табиий ҳолатида сақлаш (ёки тиклаш)га ҳамда муҳофаза қилишга катта маблағлар ажратишмоқда.

7.2. Сувни текшириш ҳақида тушунча

Ичимлик, табиий ва оқова сувларнинг сифатини аниқлаш учун кўп миқдорда турли хил текширишлар — кимёвий, санитария-бактериологик текширишлар ўтказиш талаб қилинади. Бунга сабаб сув аралашмалари таркибининг мураккаблиги ва текшириш мақсадларининг хилма-хиллигидир. Текширишлар натижасида ҳал этиладиган асосий вазифалар қуйидагилардир:

- сувнинг санитария-токсикологик ҳолатига баҳо бериш;
- сувнинг аниқ бир истеъмол турига ярокли эканлигини аниқлаш;
- сувнинг зарарланиш даражаси ва табиатини аниқлаш;
- сувни тозалашнинг у ёки бу усулларини қўллаш имкониятларини аниқлаш;
- сувни тозалаш жараёнларини бошқариш ва иншоотларнинг ишини назорат қилиш;
- айрим сув тозалаш иншоотлари ва умуман бутун станциянинг иш самарадорлиги ва шу қабиларга баҳо бериш.

Ичимлик, табиий ва оқова сувларга баҳо беришда сувларнинг барча тоифалари учун умумий бўлган кўрсаткичлар, шу билан бирга у ёки бу сувга баҳо бериш учун зарур бўлган кўрсаткичлар ҳам бор. Санитария биологияда ва табиий ҳамда оқова сувларни тозалаш технологиясида ишлатиладиган асосий кўрсаткичларни қараб чиқамиз. Бунда уларни шартли равишда уч категорияга: физик ва физик-кимёвий, кимёвий ва биокимёвий санитария категорияларига бўламиз.

7.3. Сув таркибининг физик ва физик-кимёвий кўрсаткичлари

Ҳарорат намунани бевосита танлаб олиш вақтида ўлчанади, бунда $0,1^{\circ}\text{C}$ гача бўлинишли термометрдан фойдаланилади. Ўлчашнинг аниқлиги $\pm 0,5^{\circ}$. Бу кўрсаткич сувни тозалаш технологияси учун жуда муҳимдир. Ҳарорат сувнинг ёпишқоқлигига ва бинобарин, сувдан ажралиб чиққан каттиқ моддаларнинг чўкиш тезлигига, кимёвий ва биокимёвий реакциялар тезлигига, шунингдек, газлар, хусусан, кислороднинг эришига таъсир кўрсатади. Сувнинг ҳарорати кўпгина тозалаш иншоотларининг ҳисоб-китобларида эътиборга олинади. Ичиш мақсадидаги сувнинг ҳарорати $7\text{—}15^{\circ}\text{C}$ бўлиши мақсадга мувофиқдир.

Муҳитнинг реакцияси шиша ва каломел электродлар билан электр усулида ўлчанади. Стандарт сифатида буфер аралашмалар тўплами билан ўлчашга йўл қўйилади.

Хўжалик-ичиш мақсадидаги сув $\text{pH}=6,5\text{—}8,5$ га эга бўлиши лозим. Бундай талаб инсон ва ҳайвонларнинг физиологик хусусиятларини кондириш ҳамда кувур ҳамда иншоот материалларининг занглашига эътибор бериш билан боғлиқ. Кўпчилик табиий манбалар учун pH кўрсаткичи ана шу чегарадан четга чиқмайди.

Шаҳар канализацияси тизимига ташланадиган оқова сувлар ҳам нейтралга яқин бўлган муҳит реакциясига — $6,5$ дан $8,5$ гача эга бўлиши лозим, бу сув ажратиш тизимларини ҳимоя қилиш ва тозалаш жараёнларини амалга оширувчи микроорганизмларнинг нормал фаолияти бузилишининг олдини олиш билан боғлиқдир.

Сув юзаларининг ранги ва бўёғи чиринди моддалар ҳамда уч валентли темир бирикмаларининг иштироки билан тавсифланади.

Чиринди моддалар — ўсимлик қолдиқларининг кимёвий ва биокимёвий парчаланиши жараёнида ҳосил бўладиган органик бирикмалардир. Бу моддалар тупроқдан сувга ўтганда концентрациясига қараб унга сариқ ёки жигарранг тус беради. Чиринди бирикмалар таркибида гумин (чиринди) кислота ($52\text{—}58\%$ углерод, $3,3\text{—}4,8\%$ водород ва $34\text{—}39\%$ кислород) ва молекулар массаси $1200\text{—}1400$ бўлган фулвокислота ($45\text{—}48\%$ углерод, $5\text{—}6\%$ водород ва $43\text{—}48\%$ кислород) киради.

Рангнинг бўлишини тақозо қилувчи аралашмаларнинг миқдори кўпгина омилларга асосан, сув манбалари ҳавзасида торф қолдиқларининг мавжудлигига боғлиқ. Чикинди моддаларнинг кўпроқ концентрациясига эга бўлган сувнинг ранги намунани олдиндан тиндириб қўйиш билан ёки филтратда аникланади. Сариқ ва

жигарранг тусли табиий сувлар учун рангни ўлчаш микдорий жиҳатдан амалга оширилади. Рангнинг бўлишига чиринди моддаларнинг мавжудлиги сабабдир.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, органик моддаларнинг рангли бўлишига сабаб бўлувчи унинг ранги билан микдори ўртасида бевосита мувофиқлик йўқ. Шунинг учун ранг даражаси қандайдир модданинг мг/л да эмас, балки алоҳида бирлик ва градусларда ифодаланади. Рангни ўлчаш намунани стандарт эритма билан қиёслаш асосида амалга оширилади, бу эритма калий хлорплатинат тузларининг аралашмаси $C_2P_2Cl_6$ ва кобальт хлориди $CoCl_2$ дан тайёрланади (платина-кобальт шкаласи). Сувнинг ранги стандарт эритманинг рангига тўғри келиб, 1 мл да 0,1 мг платина бўлади ва 1 градус ранглилик деб баҳоланади. Бихромат калий ва кобальт сульфатидан тайёрланган эритмани ҳам стандарт эритма сифатида тадбиқ этиш мумкин.

Ичимлик сувининг ранглилиги 20 градусдан ортмаслиги керак. Фавкулдда ҳолларда сувнинг ранглилиги 35 градус бўлишига йўл қўйилади. Дарё сувларининг ранглилиги 35—55 градус ўртасида тебраниб туради, айрим ҳолларда 200 градус ва ундан ҳам ортади.

Оқова сувларни таърифлаш учун ранглилик тушунчаси тадбиқ этилмайди, чунки турли оқимларнинг бўёқ даражаси ҳар хил бўлиб, асосан, унга табиий аралашмалар эмас, балки ишлаб чиқариш сувлари туфайли тушган аралашмалар сабабдир. Бўёқ рангсиз шиша цилиндрларда филтрланган намуналарда аниқланади ва визуал кузатиш асосида амалга оширилади, бунда пуштиранг, оч-сарик, қўнғир ва шу каби ранглар аниқланади. Бўёқнинг интенсивлиги тадқиқ қилинаётган сувни дистилланган сувга қўшилиш даражаси билан ўлчанади, бунда ранг йўқолади. Натижада қуйидаги нисбат билан ёзилади, масалан, 1:500 (бунда: 1-текшириляётган намунанинг бир қисми, 500 қисм сувга 1 қисм текшириляётган сувнинг қўшилиши).

Маиший сувларда, одатда, бўёқ кам бўлади. Бўёқнинг мўл-қўллиги ишлаб чиқариш билан боғлиқ оқова сувларнинг асосан бўёқ ишлатувчи тўқимачилик корхоналарининг оқова сувлари мавжудлигини кўрсатади. Бўёқнинг кўплиги номақбул кўрсаткичдир. Кўпинча ҳатто биологик йўл билан чуқур тозаланган оқова сувларда бўёқ кучли бўлади ва улар сув ҳавзасига тушганда узок масофагача ёйилиб кетиши кузатилади. Бўёқни тўла-тўқис йўқотишга фақат кимёвий йўл, кучли оксидловчилар, оксидлаш ёки қўмир билан сорбциялаш асосида эришиш мумкин.

Хид (ҳидлар) — сув сифатининг оргонолептик кўрсаткичи. Табиий сувнинг ҳидини хид тарқатувчи ва сувга табиий йўл ёки оқова сувлар билан тушган моддалар келтириб чиқаради. Фақат ноорганик моддаларга эга бўлган табиий сувларда олтингугурт водородининг ҳиди бўлиши мумкин. Ҳид тарқатиш баъзи бир сув организмларига, хусусан, пўпанаклар ва актиномитсетларга хосдир. Ичимлик сувининг ҳиди хом сувнинг хоссалари ва унга ишлов бериш усули билан боғлиқ. Масалан, хлор солингандан кейин хлорфенолнинг ёқимсиз ҳиди пайдо бўлиши мумкин.

Ҳидни аниқлашда дастлаб унинг хусусияти (чириган, фенолли, ботқоқ-серлойка ва шу каби) белгиланади, кейин интенсивлиги аниқланади, унга ё беш балли шкала бўйича баҳо берилади, бунда хид йўқолишигача қўшиш даражаси аниқланади. Ҳидни текширишда, албатта, ҳарорат кўрсатилади, чунки ҳиднинг интенсивлиги ҳарорат ортиши билан кўпаяди.

2874—73 ГОСТ (давлат стандарти) бўйича ичимлик сув 20°C да бўлса, унинг ҳиди интенсивлиги 2 балл юқори бўлади. Хўжалик-ичимлик таъминотидаги манбалар сувининг ҳиди, одатда, 3—4 баллдан юқори бўлмайди.

Оқова сувларнинг ҳиди катта интенсивлиги билан ажралиб туради, лекин унга ҳам шартли беш балли шкала бўйича баҳо берилади. Майший сув оқимларининг ҳиди анча характерли бўлиб, нажас ҳиди билан органик моддаларнинг бузилиши ҳиди аралашмасидан иборатдир. Ишлаб чиқариш оқимлари ҳиди анча хилма-хил бўлиб, ишлаб чиқаришнинг турига боғлиқ бўлади. Оқар сувлар учун ҳидни тасвирлаш илгари учрамаган янги ҳидлар пайдо бўлганда, шунингдек, ҳиднинг интенсивлиги кескин ортганда айниқса муҳимдир, бу ҳол айрим ишлаб чиқаришларда оқова сувларнинг концентрациясини кўп миқдорда ташланганидан далолат беради.

Маза — сув сифатининг оргонолептик кўрсаткичи. Ҳидлар сингари сувнинг мазасига доир сифатлари ҳам сувга табиий моддалар ёки унинг ифлос оқимлар билан зарарланиши натижасида сувга тушган моддаларнинг мавжудлигини билдиради. Бу кўрсаткич фақат ичимлик сувлар учун аниқланади. Маза шўр, ширин, аччиқ, нордон сифатида тасвирланади. Шунингдек, алоҳида маза (таъмлар) — ишқорли, металл ва шу каби маза ҳам бўлиши мумкин. Бундай таъриф субъектив бўлиб, у тадқиқотчининг таъмини билишига ва тажрибасига боғлиқ. Ичимлик сувнинг таъмини аниқлаш учун 10—15 мл намуна сув оғизга олинади, ютмасдан бир неча дақиқа ушлаб турилади, кейин чиқариб ташланади. Текширишда сувнинг ҳарорати ҳисобга олинади.

Кўпинча ичимлик сувнинг мазаси бўлмайди. Ер ости булоқлари суви шўрроқ ва аччиқ шўрроқ таъмга эга бўлади, бунга сабаб сувда тузнинг юқори концентрацияда мавжуд бўлишидир.

7.4. Сув таркибининг кимёвий ва биокимёвий кўрсаткичлари

Бу кўрсаткичлар туркуми бир қанча хилма-хил таърифларни ўз ичига олади, улар турли агрегат ҳолатларда аралашмаларнинг мавжудлигини тавсифловчи, эриган ва коллоид ҳолатдаги аралашмалар таркибини батафсил таърифлаб берувчи аралашмаларнинг кимёвий ва биокимёвий йўл билан оксидланишга қодирлигига ва ҳоказоларга баҳо бериш имконини яратувчи таърифлардир. Бу кўрсаткични маълум даражада тартибга солиш мақсадида қўшимча руқнлар киритамиз ва кўрсаткичлар гуруҳини ажратамиз. Улар сувнинг қаттиқ фазасига, унинг умумий минераллашув даражасига, эриган, коллоид ва газ фазаларига баҳо беради. Шунингдек, сувнинг оксидланишини ва аралашмаларнинг заҳарли эканлигини кўрсатувчи кўрсаткичларнинг айрим гуруҳларини ажратиб кўрсатамиз. Шундай қилиб, сув таркибининг кимёвий ва биокимёвий кўрсаткичларини қуйидаги гуруҳлар бўйича қараб чиқамиз:

- қаттиқ ва коллоид ҳолатдаги аралашмалар;
- сувнинг умумий минераллашуви ёки умумий ифлосланиш даражаси;
- эриган ва коллоид ҳолатдаги аралашмалар;
- газ ҳолатидаги аралашмалар;
- сувнинг оксидланувчанлиги;
- заҳарли аралашмалар;
- алоҳида ўзига хос таърифлар.

Қаттиқ ва коллоид ҳолатдаги аралашмалар

Табиий сувнинг лойқалигида эримаган ва коллоид ноорганик моддалар (лой, кум, темир гидроксиди) ва органик моддалар (микроорганизмлар, планктон, нефт маҳсулотлари) иштирок этиши сабабдир.

Лойқалик турли усуллар билан ўлчанади, улар текшириладиган стандарт эритмали намунага қиёсий баҳо беришга асосланган бўлиб, унинг лойқалиги стандарт суспензияли дистилланган сувга кремний диоксиди SiO_2 ни қўшиш билан вужудга келтирилади. Лойқаликни аниқлаш натижалари мг/л билан ифодаланади. Ер ости сувларига қараганда дарё сувларида лойқалик юқорироқдир. Ёгингарчилик даврида дарё сувларининг лойқалиги 1 л га бир неча ўн минг

миллиграммни ташкил этиши мумкин. Ичимлик сувдаги лойқалик мамлакатимизда амал қилаётган санитария нормаларига кўра, 2 мг/л дан юқори бўлмаслиги лозим (фавқулодда ҳолларда 3 мг/л гача йўл қўйилади).

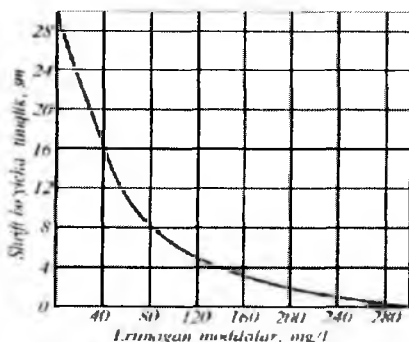
Сувда эримаган ва коллоид аралашмаларнинг мавжудлигини намунанинг тиниқлиги даражаси билан ҳам баҳолаш мумкин. Тиниқлик баландлиги 30—50 см бўлган ва туби текис рангсиз шиша цилиндрларда аниқланади. Агар цилиндрдаги сув устуни орқали (у махсус шрифтда босилган контрол матндан 2 см масофада жойлашган бўлади) матнни ўқиш ва ундаги рақамларни фарқлаш ёки 1 мм қалинликдаги қора қизик билан чизилган крестни аниқ кўриш мумкин бўлса, сув тиниқ ҳисобланади. Устуннинг сантиметрдаги баландлиги сувнинг шрифт бўйича ёки Дкрест бўйича тиниқлигидир. 2 мг/л лойқаликка эга бўлган сувнинг тиниқлиги 30 см дан кўпроқни ташкил этади. Шаҳардаги оқар сувлар тозалашдан олдин 1—5 см, биологик тозалашдан кейин эса 15 см дан кўпроқ тиниқликка эга бўлади.

Табиий ва оқова сувларга баҳо бериш учун бошқа кўрсаткич — эримаган моддаларнинг мавжудлиги кўрсаткичидан ҳам фойдаланилади. Эримаган моддалар деганда намунани филтрлаш вақтида қоғоз филтрлаш вақтида қоғоз филтрда ўтириб қолган ифлосланишлар миқдори тушунилади (атмосфера босимида ёки паст босимда). Ифлос сувларни филтрлаш учун оқ тасма типидagi энг ғовак филтр ишлатилади. Ифлосланиши 25 мг/л бўлган сувларни текширишда юпқа мембрана филтрларидан фойдаланилади. Эримаган моддаларга эга бўлган филтр 105°C да доимий оғирликка эга бўлгунча қуритилади, филтрнинг филтрлашдан олдинги ва кейинги оғирлиги фарқига қараб сувда эримаган моддалар миқдори аниқланади. Майший оқова сувлардаги эримаган моддаларнинг концентрацияси 100 дан 500 мг/л гача тебраниб туради, ишлаб чиқариш сувларида ва дарё сувларида ёгингарчилик вақтида ифлосланиши 1 л да бир неча граммга етиши мумкин.

Эримаган моддалар миқдори билан тиниқлик ўртасида бир хил боғланиш йўқ. Тиниқлик фақат эримаган зарраларнинг эмас, шу билан бирга коллоид аралашмаларнинг мавжудлиги билан аниқланади, бу аралашмалар қоғоз филтр билан ушлаб қолинмайди, шунинг учун эримаган моддалар кўрсаткичи таркибига киритилмайди. Бундан ташқари, тиниқлик заррачаларнинг шакли ва катталигига ҳам боғлиқ, бу эса эримаган моддалар кўрсаткичи учун аҳамиятга эга эмас. Ана шу фарқларга қарамасдан, тахминий таърифлар учун (фойдаланиш назоратини соддалаштириш мақсадида) узок кузатишлар, натижалар бўйича тиниқликнинг эримаган моддалар

микдорига боғлиқлиги графиги тузилади, унинг ёрдамида тиниқликни тез ва осон аниқлаш асосида сувда эримаган зарралар миқдорини етарли даражада аниқлик билан белгилаб олиш мумкин бўлади.

Чўкадиган моддалар деб, эримаган моддаларнинг бир қисмига айтилади, улар тиндириш цилиндрининг тагига 2 соат мобайнида чўкади. Тинишнинг 2 соатга тенг бўлган узунлиги экспериментал кузатишлар асосида аниқланган, улар шуни кўрсатадики, жараённинг давомийлигини янада кўпайтириш амалда ана шу вақт ичида эришилган натижани ўзгартирмади. Кўрсаткич оқар сувларга баҳо бериш учун қўлланади. Шаҳардаги оқар сувларда чўкадиган моддалар оғирлиги бўйича эримаган моддаларнинг 65—75% ни ташкил этади.



7.1- раем. Шрифт бўйича тиниқликнинг эримаган модда миқдорига боғлиқлиги

Чўкадиган моддаларни аниқлаш учун кундалик назорат тажрибасида Лисенко цилиндридан фойдаланилади, унинг ҳажми 0,5 ёки 1 л дир. Цилиндрнинг пастки қисми 0,1 мл гача даражаланган юпка пробиркадан иборат. Шаҳар оқар сувларидаги чўкадиган моддалар миқдори, одатда, 6—7 мл/л дан ортмайди. 2 соат тиндирилгандан кейин тинган суюқликнинг юқори қисми декатировка қилинади, қуйи қисми чўккан моддалар билан бирга стаканга олинади ва чўккан модданинг оғирлиги аниқланади (худди эримаган моддаларни аниқлаш каби). Шундай қилиб, чўкадиган моддалар концентрацияси ҳажми (мл/л) ва массаси бўйича (мг/л) ифодаланади.

Тадқиқот ишларида чўкадиган моддаларни аниқлаш баландлиги камида 500 мм ва диаметри камида 100 мм бўлган идишларда бажарилади. Бундай шароитда зарраларнинг агло-мерацияси

уларнинг чуқиш ва тўқнашиш вақтидаги йириклашуви ҳодисасига аниқ баҳо бериш мумкин.

Чуқиш кинетикасини аниқлаш учун лабораторияни тегишли равишда таъминлашда седиментация тарозисидан фойдаланилади.

Курук ва зич қолдиқлар. Курук қолдиқ деганда намунадаги суви буғлатиш йўли билан аниқланадиган барча сув аралашмалари миқдори тушунилади. Маълум маънода курук қолдиқ ҳажми сувнинг умумий ифлосланиш даражасини тасвирлаб беради. Намунадаги сувни буғлатиш қайнаб турган сув ҳаммомида идишни қуритиш эса 105°C да ўтказилади. Ишлов бериш жараёнида намунадан газлар, учувчи компонентлар ва осон учувчи компонентлар ҳосил бўлиши билан ажралувчи моддалар йўқотилади.

Зич қолдиқ бу курук қолдиқ бўлиб, намунани филтрлаганда филтратдан аниқланган. Демак, филтрда қолган миқдорда иккита кўрсаткичнинг фарқи намуна таркибига мос келади. Кам лойкаланган табиий ва ичимлик сувлар учун ҳар иккала таърифнинг натижалари жуда яқиндир, чунки бу сувларда эримаган моддалар ва органик аралашмаларнинг миқдори катта эмас. Оқова сувлар учун бу кўрсаткичлар бирмунча фарқ қилиши мумкин.

2-жадвалда умумий минераллашув (яъни зич қолдиқнинг миқдори) бўйича табиий сувларнинг тавсифи кўрсатилган.

7.2-жадвал

Умумий минераллашув бўйича табиий сувларнинг тавсифи

Сувнинг тавсифи		Зич қолдиқ, мг/л
Ута чучук Чучук	Одатда гидрокарбонатли	<200 200—500
Нисбатан юқори минераллашув билан	Гидрокарбонатли-сулфатли	500—1000
Шўрсимон Шўр	Сулфат хлоридли	1000—3000 3000—10000
Оширилган даражада шўр	Асосан хлоридли	10000—35000
Намакопга ўтувчи Намакоб	Хлоридли	35000—50000 50000—400000

Сувдаги курук қолдиқ ҳўжалик-ичимлик аҳамиятига эга бўлган сувда 1000 мг/л дан ортмаслиги керак.

Оқова сувларни текширишда курук қолдиқ камдан-кам ҳолларда аниқланади. Агар элементлар бўйича ифлосланиш таркибини билиш

лозим бўлса, куруқ қолдиқ куйдириш усули билан текширилади, бу ҳол углерод, азот, водород, кислород, олтингугурт ва фосфорнинг фоиз миқдорини аниқлаш имконини беради. Қуруқ қолдиқ қуйидаги металл миқдорини аниқлаш учун спектроскопик ёки спектрометрик усуллардан фойдаланилади.

Оқар сувлардаги зич қолдиқ миқдори 10 мг/л дан ортмаслиги лозим. Бу талаб биологик усул билан ишлов бериладиган оқар сувлардаги минерал тузларнинг муайян миқдорини саклаб туриш зарурияти билан тақозо этилади.

Сувни қиздирганда ундаги қаттиқ аралашмалар йўқолиши, қул ҳосил қилиши мумкин. Кўпгина технологик мақсадлар учун сувнинг қаттиқ фазаси органик ва минерал қисмларининг миқдорини билиш керак. Бундай ҳолда қуритилган ҳар қандай қаттиқ модда (еримаган модда, чўкадиган модда куруқ ёки зич қолдиқ) қиздирилади. Қиздириш Дқизил қиздирилган ҳарорат (500—600°C) шароитида олиб борилади. Бунда углерод, водород, азот, олтингугурт ва бошқа аралашмалар ёниб, оксидлар тарзида учиб кетади. Қул деб аталувчи қолдиқ совигандан кейин тортиб қўрилади. Натижалар ё мутлақ рақамларда, ёки фоизларда ифодаланади. Қиздиришдаги нобуд бўлиш бу йўқ бўлиб кетган аралашмаларнинг мутлақ миқдоридир; кўрсаткич мг/ л билан ифодаланади. Қулга айланиш қиздирилгандан кейин қолган қолдиқ массанинг дастлаб олинган қаттиқ намунанинг массасига нисбати бўлиб, фоизлар билан ифодаланади.

Кўпинча органик моддалар (йўқ бўлиб кетувчи моддалар) билан минерал аралашмалар (йўқ бўлмай қулга айланадиган аралашмалар) тушунчаси ўртасига тенглик белгисини қўйишади. Бу тушунчаларни аралаштириб юборишга йўл қўйиб бўлмайди. Гап шундаки, намунани қиздирганда айрим ноорганик компонентлар: минерал карбонатлар, нитратларнинг парчаланишидан ҳосил бўлган қолдиқлар ва бошқа моддалар ҳам йўқ бўлиб кетиши мумкин, шу сабабли қулнинг миқдори ноорганик аралашмаларнинг ҳақиқий миқдоридан камроқ бўлади. Бироқ тозалаш иншоотлари ишини назорат қилиш тажрибасида бу миқдорларнинг бирмунча мос келмаслигига эътибор берилмайди. Шунга айтиб ўтиш керакки, гарчи шу ҳисобдан киритиладиган ноаниқлик катта бўлмаса ҳам, шунга қарамай, тадқиқот ишларини ўтказишда йўқ бўлиб кетадиган ва йўқ бўлиб кетмайдиган аралашмалар намунасидаги миқдор тушунчаларини назарга олиш керак бўлади.

Эриган ва коллоид ҳолатдаги аралашмалар

Ион таркиби. Бу кўрсаткич фақат табиий ва ичимлик сувларга нисбатан татбиқ этилади. Оқар сувларнинг туз (ион) таркиби уларнинг ҳар бир тури учун алоҳида бўлади.

Кўп ҳолларда табиий сувлардаги умумий туз миқдори Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} катионлари ва анионлар мавжудлиги билан тавсифланади ва етарли даражада аниқлик билан аниқланади. Қолган ионлар сувда кам миқдорда учрайди, лекин уларнинг сув хоссалари ва сифатига кўрсатадиган таъсири баъзан анча юқори бўлади. Сув электронейтрал бўлгани сабабли, мусбат ионлар миқдори манфий ионлар миқдорига тенгдир:

$$[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = [\text{HCO}_3^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{Cl}^-]. \quad (17)$$

Сувни тайёрлашнинг бир қанча жараёнлари учун, масалан, юмшатиш, темир тузини йўқотиш учун сувда кам эрийдиган бирикмаларни изчиллик билан ҳосил қиладиган ва муҳит рН ни секинлик билан кўпайтирадиган тузларнинг ҳосил бўлиши ҳақида тасаввурга эга бўлиш лозим. Кўрсатиб ўтилган жараёнлар асосида ишлов беришнинг айнан шу усулидан, яъни муҳитнинг ишқорийлигини кўпайтиришдан фойдаланилади.

$Fe^{2+}=a$		$Ca^{2+}=b$		$Mg^{2+}=c$		$Na^{+}+K^{+}=d$	
$HCO_3^{-}=e$				$SO_4^{2-}=f$		$Cl^{-}=g$	
$Fe(HCO_3)_2=a$	$Ca(HCO_3)_2=b$	$Mg(HCO_3)_2=c$	$MgSO_4=a+b+c-e$	$Na_2SO_4+K_2SO_4=e+f-a-b-c$	$NaCl+KCl=a+b+c+d-e-f$		

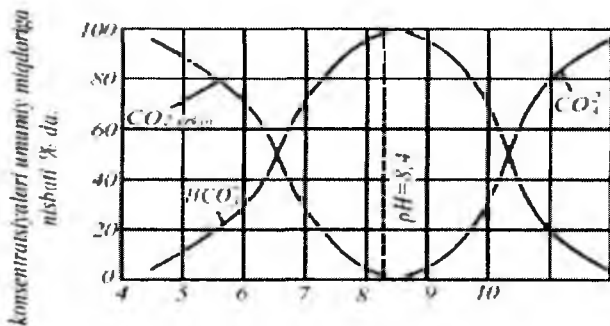
7.2-расм. Сувдаги тузлар гипотетик таркибининг диаграммаси

7.2-расмда тузларнинг чуқиши ва уларнинг миқдорини ўлчаш изчиллигини аниқлаш учун диаграмма келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, рН миқдори ортганда дастлаб Fe^{2+} миқдорига тенг бўлган $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ миқдори чўкмага тушади, сўнгга Ca^{2+} миқдорига тенг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ миқдори чўкмага тушади, агар HCO_3^- ионларининг концентрацияси Fe^{2+} ва Ca^{2+} концентрациясидан ортиқ ёки ҳеч бўлмаганда уларга тенг бўлса, шундай бўлади. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ чўкмага тушгандан кейин қуйқага $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, сўнгга MgSO_4 тушади.

Ишқорийлик. Сувнинг CO_2 мувозанати. Ишқорийлик деб, сувда кучли кислоталар, яъни водород ионлари билан реакцияга киришадиган моддаларнинг борлигига айтилади. Бу табиий сувнинг муҳим хусусиятларидан биридир; оқар сувларга нисбатан бундай хусусиятга биз лойқа сувнинг сифатига баҳо берганда дуч келамиз, бу иш қолдикқа биологик ишлов бериш иншоотларидан бири — метантенда амалга оширилади.

Сувнинг ишқорийлигига карбонат кислота бирикмаларининг ҳолати муҳим таъсир кўрсатади. Шу сабабли бу ҳолатни анча батафсилроқ қараб чиқиш керак.

Карбонат кислота сувда диссоцияланмаган (таркибий қисмларга ажралмаган) H_2SO_3 молекулалари (оз миқдорда), молекулар эриган углерод диоксида (SO_2) ва гидрокарбонатлар (HCO_3^-) ($\text{pH} = 8,4$ дан кам бўлса) ва карбонатлар шаклида иштирок этиши мумкин.



7.3- расм. Сувдаги pHга мувофиқ CO_2 , HCO_3^- ва нисбати.

Карбонат кислотанинг турли бирикмалари ўртасидаги миқдорий нисбат биринчи ва иккинчи босқич диссоция тенгламалари билан аниқланади. Биринчи ва иккинчи босқич диссоция константалари K_1 ва K_2 водород ионлари концентрациясига боғлиқ бўлади, шу сабабли эритмада карбонат кислотанинг турли шакллари мавжудлиги pH билан белгиланади. 16- расмдан кўринадики, $\text{pH} = 3,7-4$ бўлганда сувда мавжуд бўлган барча карбонат кислотаси SO_2 дан иборат. pH нинг улуши ортган сари SO_2 камайиб боради, демак, гидрокарбонатлар улуши ортади. $\text{pH} = 8,3-8,4$ бўлганда амалда бутун карбонат кислота гидрокарбонатлар шаклида (98%) бўлади, SO_2 + улушига 2% дан камроқ тўғри келади. pH янада ошганда (8,4) эркин SO_2 сувда бўлмайди, фақат гидрокарбонат ва карбонат ионлари тажриба бўлади. $\text{pH} = 12$ бўлганда эритмада фақат карбонатлар мавжуд бўлади.

Эксперимент йўли билан ишқорийлик туз ёки сульфат кислотаси билан титрлаш воситасида изчил равишда фенолфталеинли ва метилоранжли индикатор билан аниқланади. Фенолфталеин бўёғи $pH = 8,2—8,4$ бўлганда пушги рангдан рангсиз ҳолатга ўтади, бу эса эритманинг шундай ҳолати билан мос келадики, унда фақат гидрокарбонатлар қолади. Метилоранж $pH = 4—4,3$ да, яъни эритмада эркин SO_2 қолганда рангини ўзгартиради. Фенолфталеин билан титрлашда OH^- —гидроксил ионлари ва карбонат ионларини нейтраллаш реакцияси содир бўлади, бунда мос равишда сув ва гидрокарбонатлар ҳосил бўлади:

Демак, фенолфталеин билан титрлашга кислота сарфланиши гидроксидлар миқдорига ва карбонатларнинг ярмига эквивалентдир, чунки карбонатлар фақат ярмига, қадар нейтралланади. Шундай қилиб, бунда: F — сувнинг ишқорийлиги, бирлиги мг-экв/л; $[OH^-]$ ва N . Гидрокси H^+C ў/бонат ионларининг концентрацияси, бирлиги мг-экв/л.

Бундан бўёнги титрлашда метилоранж иштирокида гидрокарбонатларни нейтраллаш реакцияси рўй беради:



Демак, кислотанинг сарф этилиши нейтраллаш бошланишидан то охиригача ионлар миқдорига эквивалентдир:

M нинг катталиги (мг-экв/л) сувнинг умумий ишқорийлигини, F эса эркин ишқорийликни билдиради, уни гидроксидлар ва карбонатларнинг ярми тақозо этади.

Агар сувнинг $pH = 4—4,3$ дан паст бўлса, унинг ишқорийлиги нолга тенг бўлади. Собиқ иттифоқ Европа қисми ўрта минтақасининг дарёлари сувида $pH = 7—9$ дир; бу сувнинг ишқорийлиги, одатда, $3—4$ мг-экв/л ни ташкил этади.

Карбонатли бирикмалар сувнинг агрессивлик хусусиятини ҳам келтириб чиқаради, у сувнинг металлга ва ҳатто бетонга бузувчи таъсир кўрсатишида ўз ифодасини топади. Юқорида айтиб ўтилганидек, ишқорийлик тушунчаси билан биз метатенканинг ишини тавсифлаганда ҳам дуч келган эдик. Органик моддаларнинг анаэроб шароитида биокимёвий бўлиниш жараёнида лойқа сувга энг содда ёғ кислота ва углевод оксидли бирикмалар — карбонатлар ва гидрокарбонатлар ажралиб чиқади. Туз кислотаси билан титрлашда гидроксидлар, карбонатлар, гидрокарбонатлар ва энг содда ёғли кислоталар титрланади (улар сиқиб чиқариш реакцияси ҳисобига шундай қилинади). Дастлабки порция битта индикатор билан титрланади, бунда барча санаб ўтилган компонентлар титрланади, иккинчи порция бошқа индикатор билан титрланади, бунда фақат

дастлабки учта компонент нейтралланади. Биринчи намунаи титрлаш натижалари бўйича ишқорийлик аниқланади, биринчи ва иккинчи намунаи титрлаш натижалари фарқи бўйича эса энг содда ёғ кислоталари (СЁК ёки ЛЁК) миқдори аниқланади.

Қаттиқлик

Сувнинг умумий қаттиқлиги. Q_0 ундаги икки валентли металллар, асосан, калций ва магний катионлари концентрациясини кўрсатади. Бу кўрсаткич фақат табиий ва ичимлик сувлар учун аниқланади, оқова сувларни таърифлаш учун у аҳамиятли эмас.

Табиий шароитларда бу элементлар карбонатли минералларга углеводород оксид газининг таъсири натижасида, шунингдек, тупроқда рўй берадиган биокимёвий жараёнлар туфайли сувга тушади. Умумий қаттиқлик қуйидагича ҳисобланади:

$$Q_0 = [Ca^{2+}] 20,04 + [Mg^{2+}] 12,16, \quad (7.2)$$

бунда: 20,04 ва 12,16 — тегишли равишда Са ва Mg нинг эквивалент массаларидир. Карбонатли қаттиқлик ва карбонатсиз қаттиқлик бўлади. Са ва Mg нинг миқдори, гидрокарбонатлар нинг эквивалентли миқдори карбонатли қаттиқлик Q_0 дейилади. Агар сувдаги гидрокарбонатлар миқдори Са ва Mg $[()] > [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$ юқори бўлса, у ҳолда карбонатли қаттиқлик Са ва Mg нинг суммар миқдорига эквивалент бўлади. $[] 61,02 > [Ca^{2+}] 20,04 + [Mg^{2+}] 12,16$ бўлганда,

$$Q_k = Q_k = [Ca^{2+}] 20,04 + [Mg^{2+}] 12,16$$

7.3-жадвал қаттиқлик бирликларини қайта ҳисоблаш

Қаттиқлик бирлиги	мг— экв/2	Н	F	A	ppm
1 мг—экв/л	1	2,804	5,005	3,511	50,045
1°Н = 17,85 мг СаО/л	0,357	1	1,79	1,25	17,85
1°О = 10 мг СаО/2	0,2	0,56	1	0,7	10
1 °А = 1 грамм СаС	0,28	0,8	1,43	1	14,26
1 ppm = 1мг СаСО ₃ / л	0,02	0,056	0,1	0,07	1

7.4-жадвал табиий сувларнинг қаттиқлик даражаси

Сув тавсифи	Қаттиқлик, мг-экв/л	Сув тавсифи	Қаттиқли к, мг- экв/ л
Юмшоқ	<4	Қаттиқ	8—12
Ўртача қаттиқлик	4—8	Жуда қаттиқ	> 12

Агар калций ва магний ионлари миқдори гидрокарбонатлар миқдоридан ортиқ бўлса, сувнинг карбонатли қаттиқлиги концентрациясига тенг бўлади $(61,02) < [Ca^{2+}] + (20,04 + [Mg^{2+}] + 12,16$ бўлса, у ҳолда $>K_k = [] + 61,02$ бўлади.

Умумий ва карбонат қаттиқликлар орасидаги айирма нокарбонат қаттиқлик деб аталади: $Q_{nk} = Q_{um} - K_k$

Биобарин, Q_{nk} — барча анионлар, шу жумладан компенсацияланмай қолган гидрокарбонатлар концентрацияларига эквивалент бўлган Са ва Mg миқдорларидан иборатдир.

Сувнинг қаттиқлигини аниқлаш натижалари мг-экв/л ларда ёки қаттиқлик даражалари тарзида ифодаланади, қаттиқлик даражалари 4 турли бўлади: олмон даражалари (°N), (франсуз даражалари (°F), инглиз даражалари () ва ниҳоят америка даражалари (PPm) дан иборат.

Мг-экв/л лар билан ифодаланган қийматларни даражаларга айлан-тириш учун 4- жадвалдан фойдаланилади. Табиий сувларнинг қаттиқлик жиҳатидан тасниф қилиниши 4-жадвалда келтирилган.

Дарё сувларининг қаттиқлиги унчалик юқори эмас (1.6 мг-экв/л); лекин оҳактош ва гипс жинсларни босиб ўтадиган дарёларнинг сувлари юқурироқ қаттиқликка эга бўлади. Ер ости манбаларининг сувлари ер усти манбаларининг сувлари қаттиқлигига қараганда анча юқори қийматга эга эканлиги билан ажралиб туради.

Ичиш учун нисбатан сал қаттиқ сувлардан фойдаланиш мумкин; чунки калций ва магний тузларининг мавжудлиги инсон соғлиғига зарар етказмайди; шу билан бирга, сувнинг таъмини ҳам ўзгартирмайди. Каттароқ қаттиқликка эга бўлган сув хўжалик ишларида бир қатор нуқулайликлар келтиради, чунончи, сув қайнатиладиган идишнинг ички деворларида қуйқалар чўқади; кир ювишда кўпроқ сув сарфланади. Бундай сувда гушт ва сабзавотлар кеч пишади. Ичимлик сувнинг қаттиқлиги 7 мг-экв/л дан ортиқ бўлмаслиги керак, фақат махсус ҳоллардагина бу мақсад учун қаттиқлиги 14 мг-экв/л бўлган сувдан фойдаланиш мумкин. Ишлаб

чиқариш мақсадлари учун кўпинча қаттиқ сув ишлатилмайди. Масалан, айланма сув таъминоти тизими, буг қозонларини сувга тулатишда, юқори сифатли целлюлоза ва сунъий тола тайёрлаш учун қаттиқ сув ишлатиб бўлмайди.

Темир ва марганец бирикмалари

Сув таркибидаги темир ва марганец қатта аҳамиятга эга. Агар сув билан таъминлаш манбаида бу каби қўшимчалар миқдори кўпайиб кетса, уларнинг ортиқча қисмини йўқ қилиш керак.

Кундалик эҳтиёжда ишлатиладиган ҳамда шаҳар бўйича тарқатиладиган оқар сувларда сувдаги темир ва марганец миқдорлари аниқланмайди, лекин махсус ишлаб чиқаришларни таъминлайдиган сувлардаги темир ва марганецнинг миқдорларини аниқлаш зарур. Темир амалда ҳар доим ер устидаги ва ер остидаги сувларда учрайди; темир бирикмаларининг концентрацияси айни сув ҳавзасининг геологик тузилишига ва ҳавзадаги гидрогеология шароитларига боғлиқ бўлади. Темир бирикмалари сувда эриган ҳолда, коллоидлар ҳолида ва эримай қолган шаклда бўлиши мумкин.

Унинг мавжудлиги учун зарурий шарт сувда $pH=7$ қийматга эга бўлишидир. Табиий сувларда pH нинг бундай қиймати бўлиши қийин бўлганлиги сабабли Fe^{3+} нинг кўпчилиги миқдори коллоидлар ёки майда суспензия ҳолида учрайди.

Икки валентли темир сувда эриган кислород иштирокида тезда оксидланиб уч валентли ҳолатга ўтади; натижада кам эрийди, темир ҳосил бўлади ва чўкмага тушади:

Ер устидаги сувларда темир миқдорининг юқори эканлиги сувнинг ишлаб чиқаришдан чиққан оқова сувлар билан ифлосланишидан дарак беради. Оқова сувда темир миқдорининг кўплиги сабабли қувурларда чўкмалар пайдо бўлади ва сувнинг таъми бузилади. Ичимлик сувда темир миқдори $0,3$ мг/л дан ортмаслиги керак. Марганец миқдори темир миқдорига қараганда, одатда, бирмунча кам бўлади. Дарё сувларида темир миқдори $0,1$ мг/л бўлганида, марганец миқдори $0—0,05$ мг/л бўлади. Шаҳардаги оқова сувларда темир миқдори $5—8$ мг/л га, марганец миқдори эса тахминан 1 мг/л га тенг бўлади.

Сулфатлар, хлоридлар ва силикатлар

Ер устидаги ва ер остидаги сувларда сульфатларнинг табиий миқдори минерал жинсларнинг емирилиши ва сувли ер қаватларида

содир бўладиган биокимёвий жараёнлар туфайли маълум концентрацияга эга бўлади. Оқова сувда сулфатлар концентрацияси юқори бўлишининг сабаби бу сувга, асосан, ишлаб чиқаришдан чиққан оқова сувларнинг кўшилишидир.

ГОСТ бўйича марказий сув таъминлаш манбаларида сулфат-ионларнинг миқдори 500 мг/л дан ортмаслиги керак, водопровод сувларида эса сулфатларнинг концентрацияси, одатда, 100—150 мг/л ни ташкил этади. Кундалик эҳтиёжлардан келиб чиқадиган оқова сувларда сулфатлар миқдори худди ичимлик сувлардаги каби бўлади. Ишлаб чиқаришдан келиб чиқадиган оқова сувларда эса сулфатларнинг миқдори жуда катта, ҳатто 1 л да бир неча граммгача бўлиши мумкин.

Сулфатларнинг миқдори аэроб шароитларда ўзгармайди, лекин анаэроб шароитларда (масалан, юқорида айтиб ўтилган метантенкаларда сулфатларни кайтарувчи махсус бактериялар таъсирида сулфатлар ва сульфидларга қадар қайтарилиб темир сульфид шаклида чўкмага тушиши мумкин. Бу жараён баъзан кам фойдаланиладиган ҳамда узок вақт қолиб кетадиган водопровод тармоқларида учрайди.

Хлоридлар кўпчилик табиий сувларнинг таркибий қисмини ташкил этади. Табиий келиб чиқишга эга бўлган хлоридларнинг миқдори чегарада ўзгариб туради. Лекин дарё сувларида хлоридлар концентрацияси катта эмас, у, асосан, 10 мг/л га яқин. Шу сабабдан сувда хлоридлар миқдорининг ортиқчалиги сув манбаининг оқова сувлар билан ифлосланганидан дарак беради. Марказлашган сув билан таъминлаш манбаларининг сувларида хлоридларнинг концентрациялари 350 мг/л дан ортмаслиги керак.

Ичимлик сувда хлорид ва сулфатларнинг энг юқори чегара миқдори давлат санитария назорати органлари томонидан маҳаллий шароитга қараб белгиланиши керак.

Оқова сувлардаги хлоридларнинг миқдори сув тозалашнинг физик- кимёвий ва биокимёвий жараёнларида муҳим аҳамиятга молик эмас. Сувда бактериялар мавжуд бўла оладиган хлоридларнинг энг юқори концентрацияси ҳақида гапириш мумкин. Турли тадқиқотчиларнинг келтирган натижаларига қараганда, микроорганизмлар мавжуд бўла оладиган хлоридларнинг энг юқори концентрацияси 5000—20000 мг/л ни ташкил қилади. Шаҳар оқова сувларида хлоридларнинг бу қадар юқори концентрациялари учрамайди; бундай концентрация, баъзи (хусусан нефт-кимё) ишлаб чиқариш корхоналари оқова сувларидагина учрайди. Шаҳар оқова

сувларининг таркибида хлоридлар концентрацияси 150—300 мг/л атрофида бўлади.

Сувнинг ККТ сини, яъни кислородга кимёвий талабини аниқлашда, албатта, сувдаги хлоридлар концентрациясини билиш керак. Хлоридлар концентрацияси 200 мг/л дан ортиқ бўлса ёхуд сувдаги баъзи моддаларнинг миқдорида оид тузатма киритиш ёки хлорид ионларни олдинроқ AgCl ҳолида чўкмага тушириш керак.

Оқова сув тозалаш иншоотларидан ўтганида хлоридлар концентрациясининг ўзгармай қолиши сабабли бу кўрсаткичнинг иншоотларда сувни қанча вақт туришининг назорати сифатида, яъни иншоотга кирувчи ва иншоотдан чиқиб кетувчи намуналарнинг номуносаблиги ҳақида хабар бериши мумкин.

Силикатлар эритмаси фақат табиий сувлардагина аниқланади, чунки сувда силикатлар миқдори геологик шароитлар ва сувда баъзи организмларнинг бор-йўқлиги ҳақида маълумот бера олади. Табиий сувда силикат кислота метасиликат кислота H_2SiO_3 ($\text{SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$), ортосиликат кислота H_4SiO_4 ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ва полисиликат кислота $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_4$ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ҳолатларида бўлиши мумкин. Бу кислоталар табиий шароитда оз эриб, сувда коллоид эритмалар ҳосил қилади. Ишлаб чиқариш қозонларини таъминловчи сув таркибида силикатларнинг мавжудлиги — нохуш ҳодиса ҳисобланади, чунки улар қозоннинг ички сиртлари (деворлар)да қуйқалар ҳосил қилади.

Табиий сувларда эримайдиган силикат қуйкаси(қум)нинг бўлишига сабаб ювинди, ахлат ва оқова сувларнинг тоза сувга туширилишидир. Оқова сувларда кўп миқдорда қум учрайди. Унинг миқдори 20—150 мг/л миқдорга етади; уни бевосита аниқлаш қийин, чунки бир хилдаги намуна олиш мумкин эмас. Намуна олувчи асбоб йўлига қум тўпланиб, оқова сувдан намуна олишга имкон бермайди. Қумнинг миқдори — тозаллагич иншоотлари ишини технологик назорат қилиш орқали аниқланади.

Азотли ва фосфорли бирикмалар

Азот сувда оксил ва бошқа азот тутган органик бирикмалар ва аммонийли, нитритли ва нитратли ноорганик бирикмалар ҳолида бўлиши мумкин. Азотнинг табиий сувда органик моддалар ва аммонийли моддалар шаклида кўп миқдорда учраши табиий сувнинг оқова сувлар билан ифлосланганини кўрсатади. Бундай оқова сувлар кундалик уй-рўзгор эҳтиёжлари ва ишлаб чиқариш чиқиндиларидан келиб чиқади. Шу сабабли ичимлик сувларда органик ва аммонийли бирикмаларнинг бўлишига йўл қўйилмайди. Сувда оксидланган

шаклдаги азот бирикмаси, айниқса, нитратларнинг борлигига асосланиб унга хулоса чиқариш мумкин: биринчиси — сувга тушган ифлос моддаларнинг, яъни аммоний бирикмаларининг реакцияга киришиб бўлганлигини, иккинчиси мавжуд азот бирикмаларининг, аслида, ноорганик бирикмалардан келиб чиққанлигини ва ниҳоят, учинчиси сувга, умуман, ҳеч қандай ноорганик ифлос модда тушмаганлигини кўрсатади.

Дарё сувларида аммонийли тузлар таркибидаги азот миқдори сувларнинг оқова сувлар билан ифлосланганлик даражасига қараб 0 дан 1 мг/л гача бўлиши мумкин. Оқова сувларда азотли ва фосфорли бирикмаларни аниқлашга ниҳоятда катта эътибор берилади, чунки азот ва фосфор бактериялар учун энг муҳим озикланиш элементлари ҳисобланади. Маълумки, оқова сувларни тозалашда асосий усуллардан бири микроорганизмлар (бактерияларда содда ва сув ўсимликлари) томонидан амалга ошириладиган биологик тозаланиш ҳисобланади, бунинг учун, албатта, микроорганизмларнинг яшашига ва кўпайишига зарур шароит (озика миқдори, ҳарорат, кислород) яратилиши зарур. Биологик қурилмаларда бактериялар учун бериладиган етарли озика элементларининг миқдори анализ натижасида топиладиган $KBT_{тулик} : N : P$ нисбати шаклида аниқланади.

Бунда: N — аммоний ҳолатдаги азотнинг, P — эриган фосфатлар шаклидаги фосфор миқдорини ифодалайди. $KBT_{тулик} : N : P$ нисбат ҳар қайси аниқ ҳолат учун ўзига хос қийматга эга. Уни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$KBT_{толийн} : N : P : H : P = 100 : 5 : 1.$$

Агар азот ва фосфор миқдорлари юқорида келтирилган қийматдан кам бўлса, аралашмага азот аммоний хлорид ҳолатида ҳамда фосфор фосфатлар ҳолатида қўшилади. Сувни туз қўшиш билан биологик тозалаш ишлаб чиқаришдаги оқова сувларни қайта ишлаш вақтида амалга оширилади. Лекин бактериялари етарли миқдорда мавжуд бўлган ичимлик сувларда азот ва фосфор бирикмалари етарли даражада учрайди. Азотнинг аммонийли бирикмалари карбамид (мочевина) гидролизланганида ҳам етарли миқдорда ҳосил бўлади. Бундан ташқари, оксиллар таркибидаги азот бирикмалари ҳам аммонийлашув оқибатида аммонийли бирикмаларга айланади. Оқова сувлардаги ифлос моддаларнинг биооксидланиш жараёнларида азотнинг ўзгариши схемаси 5- жадвалда келтирилган.

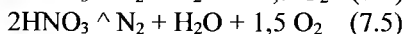
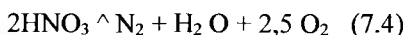
Азотнинг оқова сувларда ўзгариши схемаси

Азот бирикмаларнинг шакллари		Ўзгариш шароитлари	Иншоот
Дастлабки моддалар	Ҳосил бўлган моддалар		
Мочевина	Аммонийли азот	Факултатив	Канализация
Оқсил азоти (фекалий)	Аминокислоталар, аммонийли азот	Факултатив	Аэротенклар, био-филтрлар, метантенклар ва ҳоказо
Аммонийли азот	Оқсил азоти, бактериал ҳужайралар, сув ўсимликлари	Факултатив	Биофилтрлар, метантенклар, сувҳавзалари, булоқлар ва ҳоказо
Бактериал ҳужайраларнинг	Аминокислоталар, аммонийли азот	Факултатив	
Аммонийли азот	Нитритлар, нитратлар	Аэроб	Нитрификаторлар
Нитритлар, нитратлар	Азот	Анаэроб	Денитрофикааторлар
Нитритлар, нитратлар	Сув ўсимликларининг ҳужайралари	Факултатив	Сув ҳавзалари, булоқлар

7.5-жадвалга кўра, сув ҳавзасига қайтарилган ҳолатда ҳам, оксидланган ҳолатда ҳам азот тушмаслиги керак. Шу сабабдан ҳозирги вақтда канализация иншоотлари зиммасига оқова сувларни фақат органик қўшимчаларидангина эмас, балки ортиқча азот бирикмаларининг барча кўринишларидан ҳам тозалаш вазифаси қўйилмоқда. Аммонийли азотни нитрит ва нитратларга айлантириш учун катта миқдорда кислород талаб қилинади:



Бу тенгламадан кўринадики, 1 мг азотни оксидлаш учун 4,57 мг O_2 керак. Денитрифлаш вақтида 1,73 мг нитрат азотга парчаланганида 2,86 мг кислород ажралиб чиқади (1 мг азот бўйича ҳисобланганида)



Денитрлаш кўп босқичли мураккаб жараён бўлгани сабабли шароитга қараб турли схемалар бўйича содир бўлади. Емирилишнинг охириги маҳсулотлари сифатида ёхуд молекулар азот, ёки аммиак, ёхуд азот оксидлари ҳосил бўлади; оқова сувларда бу

жараён натижасида, асосан, молекулар азот ажралиб чиқади. Фосфор бирикмалари инсон организмидан чиқадиган физиологик ташландик моддалар таркибида жуда кўп учрайди. Кейинги йилларда окова сувларда фосфатларнинг миқдори жуда ҳам кўпайиб кетди, бунинг сабаби кўпчилик синтетик сирт-фаол моддалар таркибининг 40%ини полифосфатлар ташкил этади. Ичимлик сувдаги фосфатларнинг миқдорини гексафосфат ва триполифосфат ҳолатдаги PQ ионлар миқдори билан нормаллаштирилади, норма учун бу миқдор 3,6 мг/л бўлиши керак.

Синтетик сирт-фаол моддалар (ССФМ)

Синтетик сирт-фаол моддалар (ССФМ) нинг сувда мавжуд бўлиши сув ҳавзасининг санитария ҳолатини ёмонлаштиради ва сувни тозаловчи иншоотлар ишига кескин равишда салбий таъсир кўрсатади. ССФМларнинг окова сувларда намоён бўлишига сабаб кундалик уй-рузғор эҳтиёжи ва саноатдаги ювинди сувларнинг сув ҳавзасига оқиб тушиши ва ҳўлловчи, эмульсияловчи, мувофиқлаштирувчи, зарарсизлантирувчи препаратларнинг қўлланилишидир. ССФМ лар айниқса нефт, тўқимачилик ва тери ошловчи саноатларда кўп ишлатилади. Кундалик уй-рузғор эҳтиёжлари учун ишлатиладиган юувчи воситаларда сирт фаол модданинг миқдори 20—30% ни ташкил этади.

Кўпчилик ССФМ лар — гидрофоб ва гидрофил номли икки қисмдан иборат. Унинг гидрофоб қисми кўпинча битта гидрофил гуруҳ билан бирикади. Гидрофил қисмининг физик-кимёвий хоссаларига қараб, асосан, тўрт турда: анион-фаол катион-фаол, ноиноноген ва амфотерга бўлинади. ССФМ ларнинг ҳар қайси тури ўз навбатида гидрофоб қисмининг кимёвий таркибига кўра турларга бўлинади.

Анион-фаол моддаларнинг ўзи беш туркумга бўлинади; улар жумласига алкилсулфатлар, алкиларил сулфонатлар, карбон кислоталар сулфоэфирлар, нефт сулфонатлар киради. Алкил-сулфатларнинг шартли формуласи $R - SO_3Na$ билан ифодаланади; бунда R — углеводород радикали (углерод атомларнинг сони 5—7 дан 8—23 гача бўлади ва турли даражада тармоқланган радикаллар). Алкиларилсулфонатлар алкилсулфатлардан фарқли ўлароқ, арил гуруҳга эга, яъни уларда бензол ($R - O - C_6H_4 - SO_3Na$ таркиби) ҳалка бор. Сулфо-эфирлар эса $R - O - SO_3N$ кўринишдаги моддалардир.

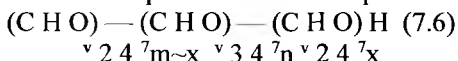
Катион — сирт-фаол моддалар катион-фаол турдаги уч туркумга бўлинади. Биринчи ва иккинчи туркумлардаги моддалар таркибида

азот бирикмалари ҳам мавжуд, биринчи туркумдаги моддаларда азот — тўртламчи шаклда учрамайди; иккинчисиди — айнан тўртламчи шаклда учрайди. ССФМ таркибида азот бирикмасининг шартли формуласи куйидагича бўлади:

бунда: R R₂, R₃ ва R₄ — турли тарзда тармокланган ва турли сондаги углерод атомларига эга бўлган органик радикаллар.

Катион-фаол моддаларнинг учинчи туркумида азот учрамайди. Ноионоген турдаги сирт-фаол моддалар етти асосий туркумга бўлинади:

- оксиэтилланган мой кислоталар - R — COO(C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган мой спиртлар - R — O — (C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган феноллар -R — C₆H₄O — (C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган амидлар R — CONH (C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган аминлар -R — N(C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган меркаптанлар -R — S — (C₂H₄ O)_nH
- оксиэтилланган полипропиленгликольлар



Полиэтилен ва полипропиленгликол ноионоген турдаги бирикмаларда айна модданинг гидрофил қисми ролини бажаради. Оксиэтилен заррачасони кенг чегарада ўзгариши мумкин, унинг миқдори бутун бирикма молекулар массасининг 20% дан 70% гача ва ундан ҳам ортиқ миқдорини ташкил этиши мумкин.

Сирт-фаол моддаларнинг тўртинчи тури ўзининг тузилиши жиҳатидан катион-фаол моддаларга яқин бўлган амфотер моддалардир. Уларнинг молекулалари таркибида катион-фаол моддалар таркибидаги асосий гуруҳлардан ташқари яна COOH кислота гуруҳи ҳам бордир. Анион-фаол моддалар бутун дунёда ишлаб чиқариладиган ССФМларнинг тахминан тўртдан уч қисмини ташкил этади. Ишлаб чиқарилиши ва фойдаланилиши жиҳатидан иккинчи ўринда ноионоген ССФМлар туради. Шаҳарликларнинг оқова сувларини тозалашда бу икки турдаги ССФМ (анионфаол ва ноионоген ССФМ)лар қўлланилади.

Оқова сувларда ССФМ ларнинг иштирок этиши зарарли моддаларнинг чўкиш қобилятини пасайтиради, биокимёвий жараёнларга ҳам халақит беради, улар иншоотларда ва сув ҳавзаларида кўпиклар ҳосил бўлишига ёрдамлашади. Сув ҳавзаларида ССФМ ларнинг мавжудлиги уларга тоза сув билан бирга тушадиган ифлосликлар ўз-ўзича тозаланиш жараёнини бўшаштиради. Табiiй ва ичимлик сувларда анион ССФМ ларнинг миқдори 0,5 мг/л дан ортиқ бўлишига йўл қўйилмайди.

ССФМлар қандай турда бўлишидан қатъи назар, уларнинг биокимёвий оксидланиш даражасига қараб улар қуйидаги уч категорияга бўлинади: 1) юмшоқ ССФМлар; улар биологик иншоотларда йўқ бўлиб кетиши ва оксидланиши жиҳатидан 75 — 85% га боради; 2) Д оралик“ ССФМлар; уларда бу хусусият 60% ни ташкил этади; 3) қаттиқ ССФМлар — уларда бу хусусият 60 % дан кам бўлади. Биологик иншоотларга фақат Дюмшоқ“ ва микдори 10—20 % дан ортиқ бўлмаган Д оралик“ ССФМ ларни тушириш меъёр ҳисобланади (яъни буларни канализацияга тушириш мумкин). Лекин Д қаттиқ“ ССФМ ларни канализацияга тушириш мумкин эмас.

Оксидланувчанлик хиллари. Оксидланувчанлик деганда, сувдаги барча органик ва ноорганик оксидловчилар билан реакцияга кириша оладиган тикловчи (қайтарувчи)ларнинг умумий микдорини тушунмоқ керак. Табиий сувларда ҳам, оқова сувларда ҳам, органик қайтарувчилар микдор жиҳатидан устун туради; шу сабабдан, сувнинг барча оксидланувчанлик катталиги органик аралашмалар қиймати билан ифодаланади. Яна кимёвий ва биокимёвий оксидланувчанликлар тушунчаси ҳам киритилган. Агар оксидловчи сифатида кимёвий оксидловчи қўлланилса, унда оксидланувчанлик — кимёвий оксидланувчанлик деб аталади; агар оксидланиш жараёни аэроб бактериялар ёрдамида амалга оширилса, бундай жараённи биокимёвий оксидланувчанлик деб юритилади.

Кимёвий оксидланувчанликни амалга оширишда икки турли кучсиз ва кучли оксидловчилардан фойдаланилади; кучсиз оксидловчи сифатида калий перманганат $KMnO_4$ ишлатилади, буни перманганат оксидланувчанлик“, ёки оддий оксидланувчанлик деб ҳам юритилади. Кучли оксидловчи сифатида калий бихромат $K_2Sr_2O_7$ ёки калий йодат KJO_3 қўлланилади ($K_2Sr_2O_7$ нинг оксидлаш қобиляти KJO_3 никига яқин). Бундай оксидланишлар аниқ ифода қилиш мақсадида $K_2Sr_2O_7$ билан олиб борилган оксидланишни бихромат оксидланувчанлик“, KJO_3 воситасида олиб бориладиган оксидланиш “йодат оксидланувчанлик“ деб юритилади. Бихромат ва йодат оксидланувчанликларнинг бошқача номлари қуйидагича:

Кислородга кимёвий талаб “ёки ККТ деб юритилади, шунга ўхшатиб, бактериялар иштирокида содир бўладиган оксидланувчанликни кислородга биокимёвий талаб“ ёки КБЕ деб юритилади.

Кислородга кимёвий талаб“ — ККТ (ХПК) ва кислородга молиявий талаб“ — КБТ (БПК) деган номлар оксидланувчанликнинг

ҳақиқий маъносини ифодалайди, чунки бу вақтда содир бўладиган реакциялар сувдаги органик ва минерал моддаларнинг оксидланиши учун керак бўлган препаратлар миқдорини аниқ кўрсатади, бунда $S \rightarrow TSO_2$ га, $N \rightarrow N_2O$ га, $N \rightarrow NH_3$ га, $S \rightarrow SO_2$ га, $Na \rightarrow Na_2O$ га ўтади. Энди табиий ва оқова сувларнинг энг муҳим тавсифларини кўриб чиқамиз. Назарий ККТ ва таркибида аниқланадиган бир неча турда мавжуд: масалан, назарий ККТни буни ҳисоблаш учун оксидланиш реакциянинг стехиометрик тэнгламаси бўйича ҳисобланади (бунинг учун аралаш моддаларнинг кимёвий таркиби аниқ бўлиши керак), экспериментал ККТ перманганат ёки калий ёдат эритмалари ёрдамида аниқланади. $C_xN_yO_zN$ таркибли органик моддаларнинг назарий ёки ҳисоб-китобли ККТси қуйидагича ҳисобланади.

Бу каби аниқлашнинг аҳамияти у қадар юқори эмас, шунга қарамадан бу усул сув билан таъминлаш амалиётида кэнг тарқалган, чунки бу усул жуда содда; ундан фойдаланилганда тез натижага эришилади. Перманганат билан оксидлашнинг бир неча кўринишлари мавжуд: оксидлашни ишқорий, кислотали, совуқ муҳитда ва бироз киздирилган шароитда амалга ошириш мумкин. Лекин бу кўринишларнинг ҳар бирида ҳам сульфидлар, нитритлар, икки валентли темир, баъзи гумин кислоталар каби сувда осон оксидланадиган моддаларнинг борлигини аниқлашда бу усул яхши натижалар беради. Деярли барча табиий ёки оқова сувлар учун перманганат оксидланувчанлик ККТдан кичик бўлади.

КБТ. КБТни аниқлашда оксидловчилик ролини бактериялар бажаради. Бактерияларнинг кўпгина тури — облигат — аэроблар ва факултатив анаэроблар — овқат сифатида сувдаги ифлосликлар ҳисобига яшайди. Бунинг натижасида сувдаги органик моддаларнинг бир қисми энергетик эҳтиёжлар учун сарфланса, қолган қисми бактериялар танасида ҳужайралар синтези учун сарфланади. Энергетик эҳтиёжлар учун сарфланадиган модда қисми ҳужайра таъсирида охирига қадар оксидланади, яъни SO_2 , N_2O , NH_3 каби моддалар ҳосил бўлиши учун ишлатилади. Оксидланиш маҳсулотлари — метаболитлар ҳужайралардан ташқи муҳитга ажралиб чиқади. Ҳужайра моддасининг синтези жараёни ҳам кислород иштироки билан содир бўлади.

Микроорганизмларнинг барча цикллардаги синтез реакциялари ва энергия талаблари учун керак бўладиган кислород миқдори айнан КБТга тэнгдир.

Бактерияларнинг ҳаётий жараёнлари оқибатида оқова сув дастлабки органик қўшимчалардан тозаланади, лекин бактериялар

ўзлаштира олмайдиган баъзи органик моддалар сувда қолиб кетади, бундан ташқари, сув органик ва ноорганик моддалар кўринишида янги қўшимчалар метаболитларни қабул қилади.

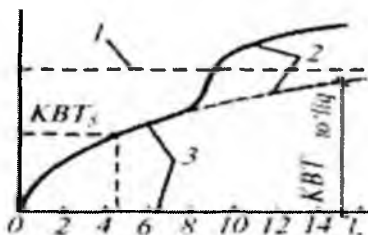
КБТни аналитик ўлчашнинг бир қанча усуллари мавжуд. Улар жумласига суюлтириш, нитратлаш, хлоратлаш, респирометрик ва бошқа усуллар киради. Амалиётда кўпинча суюлтириш усулидан фойдаланилади. Оқова сувдан 1 қисм олиб, уни n қисм сув билан суюлтирилади. Ҳосил қилинган аралашмани охирига қадар кислород билан тўйинтирилади; бунинг учун суюкликка кислород пуфланади ёки кислородга тўйинган сув билан чайқатилади; сўнгра тайёрланган эритма инкубатцион шиша идишларга солиниб, шишанинг оғзини ҳаво ўтмайдиган даражада маҳкам беркитилади. Бу йўл билан тайёрланган шиша идишларни 25°C да ушлаб турадиган термостатда 5 сутка ва ундан кўпроқ вақт қолдирилади. Шиша идишлар ичида микроорганизмлар бир-бирлари билан тўдалашади, бу тўдалашув ривожланиши натижасида шиша ичидаги кислороднинг миқдори камаяди.

Агар камайиш қийматини суюлтириш даражасига кўпайтирилса, КБТнинг сон қиймати келиб чиқади. Кислороднинг сувда мумкин бўлган максимал эрувчанлиги ҳароратга боғлиқ равишда ўзгаради. Масалан, ҳарорат 20°C га тэнг бўлганида дистилланган сувда кислороднинг эрувчанлиги 9,17 мг/л га тэнг бўлади. Инкубатцион шишада нисбатан оз қўшимчалар бўлса, уларнинг борлиги КБТ катталигига таъсир етмайди. Агар инкубатцион шиша идишдаги аралашмада ишнинг пировардида 3,5 мг О₂/л кислород қолса, КБТ тўғри аниқланган ҳисобланади. Агар инкубатция охирида 4 мг/л дан камроқ кислород ютилган бўлса, навбатдаги аниқлашларда камроқ сув қўшилади, агар кислороднинг ютилиши 6 мг/л дан ортқ бўлса, кўпроқ сув қўшилади. Агар аниқланиши керак бўлган КБТ тахминан маълум бўлса, суюлтириш даражасини содда йўл билан ҳисоблаш қийин эмас. Ишлатиладиган кислороднинг ўртача миқдори тахминан 5 мг/л бўлиши керак. Қутилган КБТ катталигини 5 га бўлиш натижасида текширилувчи намунадаги суюлтириш даражаси топилади. КБТси 5 мг/л дан кичик бўлган тоза сувларни яна суюлтиришга зарурят йўқ. Баъзан $1/(n+1)$ нисбат шаклида суюлтириш даражаси кўрсатилади, бундай қилганда намуна тўғри олинганлигини текшириш қулай бўлади. Масалан, агар КБТ5 (1:100) шаклли белги қўйилган бўлса, бу белги таркибида 1 қисм оқова сув ва 99 қисм суюлтирувчи тоза дистилланган сувдан иборат беш суткалик КБТни кўрсатади.

Суюлтириш учун дистилланган сув ишлатилади, бунда сувга фосфатли ва аммонийли тузлар, темир (ИИИ) хлорид, калций хлорид ва магний сулфат қўшилади. Бу тузларнинг йигиндиси барқарор буфер системани ташкил қилади. Бу системадаги рН қиймати истаган инкубатция давомида ва эритмадан CO_2 чиқиши билан ҳам ўзгармайди. Фосфатли ва аммонийли тузлар буфер муҳит ҳосил қилишдан ташқари, агар таркибида бу элементлар йўқ бўлган ишлаб чиқариш сувлари ёки табиий сувлар анализ қилинадиган бўлса, фосфатли ва аммонийли тузлар овқат элементлари сифатида ҳам хизмат қилади. Суюлтирувчи сувнинг муҳим қисми (элементи) бактериал хамиртуруш (ачитқи) деб аталадиган моддадир. Бактериал хамиртуруш деганда текширилаётган сувдаги органик моддаларни емиришга қобил бўлган бактериялар уруғи ёки бактериал уруғлар аралашмасини тушунмоқ керак. Агар шаҳар сувлари анализ қилинадиган бўлса, унга бактериал хамиртуруш солиш керак эмас, чунки шаҳар сувларида ҳар доим, қўшимча моддалар ҳисобига ривожланадиган сапрофитлар кўп миқдорда учрайди. Кимёвий тоза моддалар ишлаб чиқариш жараёнининг оқова сувлари ёки табиий ва кўп тозаланган оқова сувлар анализ қилинадиган бўлса, сувни сунъий усулда ифлосламоқ зарур. Одатда, “ифлословчи сув” сифатида бирмунча тозаланган хонаки сувдан (яъни, 1 литрида 0,5—1 мг ифлос моддалар бўлган оқова сувдан) фойдаланилади. Хамиртуруш сув билан бирга қўшилган ифлос моддаларни оксидлаш учун сарф бўладиган кислород миқдори умумий сарфланадиган кислород миқдоридан айириб ташланади, бинобарин, қўшимча сувдан келиб чиққан ифлос моддаларни оксидлаш учун сарфланадиган кислород миқдори текширилаётган сувнинг КБТ қийматига кирмайди.

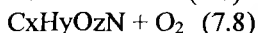
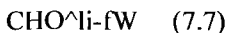
Суюлтирувчи сувнинг яна бир элементи сифатида нитрификация жараёнининг ингибитори иштирок этади. Нитрификатсия (яъни аммиак азотини оксидлаш) учун сарфланадиган кислород миқдори КБТ қийматига киритилмайди. Лекин таркибида С бўлган моддаларнинг концентрацияси кичиклиги билан тавсифланадиган, кам даражада ифлосланган оқова сувларни анализ қилишда, инкубатция даврининг 5-суткаси охирида бу ифлос моддалар батамом сарфланиб кетиб, шиша идиш ичида автотроф микрофлора томонидан амалга ошириладиган Н — оксидланиш жараёнлари содир бўлади. Юқорида айтиб ўтилганидек, таркибида азот бўлган моддаларни оксидлаш учун кўп миқдорда кислород сарфланади, лекин таркибида S бўлган ифлос моддаларнинг концентрацияси кичиклиги сабабли уларни оксидлаш учун кислород кам сарфланади.

Шу сабабдан нитрификация туфайли кислород сарфлашни ҳисоблашда катта хатога йўл қўйилиши мумкин. Бухатодан кутилиш учун инкубацион шиша идишга микрофлоранинг S — оксидланишига қарши турадиган, микрофлора (Ni тросомонас ва Нитробастер)ларнинг N оксидланишини ингибирлайдиган моддалар қўшилади. Ингибиторлар сифатида метилен-зангори, тиокарбамид ва бошқа моддалар ишлатилади. Лекин N — оксидланиш ингибиторлари доимо S — оксидланиш жараёнларини сусайтирувчи восита сифатида таъсир этади. Бу ҳодисаларнинг оқибати тарзида синалаётган модда учун топилган КБТ қиймати унинг ҳақиқий қийматидан кичик бўлади, чунки инкубатсион шиша идишларда S — оксидланишига олиб боровчи бактериялар кучсиз ривожланади. Шу сабабдан кўпинча тажрибаларни инкубатор киритмай амалга оширилади, фақат КБТнинг вақт бўйича ўзгариш динамикасини ўрганиш асосида, графикдан фойдаланиб зарурий КБТ қиймати ҳисоблаб топилади (7.4- расм).



7.4- расм. КБТнинг ўлиқ график усулида аниқлаш: 1-КБТ ўлиқ; 2- кислороднинг нитрификация учун сарфланиши; 3- С-оксидланиш учун кислороднинг сарфланиши.

Агар оқова сувдаги барча органик моддаларни $C_xH_yO_zN$ орқали белгиласак, биологик оксидланиш вақтидаги барча реакциялар йиғиндисини реакцияларнинг бошланиши ва унинг охирини ифодаловчи



Биринчи реакция хужайранинг энергияга бўлган эҳтиёжи учун модда оксидланишини кўрсатади, иккинчи реакция хужайра моддаси.

$C_5H_7O_2N$ — нинг синтези жараёнини ифодалайди. Бу икки реакциялар учун сарф бўладиган кислород миқдори КБТўлиқни кўрсатади. Агар жараён яна давом эттирилса, дастлабки органик модда сарфлангандан кейин бактерияларнинг хужайра моддаси оксидланади, ундан кейин эса аммиак азоти оксидланади.

КБТ_тулик қиймати сувнинг амалдаги иншоотларида тозаланиши учун амалда сарфланадиган кислород миқдорига тенгдир. Оксидланиш жараёни шиша идишларда бир неча сутка давом этади. Иншоотларда эса бу жараён фақат бир неча соатда тугайди. Бунинг сабаби системаларда микроорганизмлар концентрациялари орасида катта айирма борлигидир. Микроорганизмлар концентрацияси шиша идишларда микро миқдорда бўлса, иншоотларда макромикдорда мавжуддир. Концентрациялар орасидаги айирма бир неча миллионга тенг. Шундай қилиб, КБТ_тулик ҳар қандай биоксидловчиларда сувинг биологик тозаланиш жараёнини ифодаловчи муҳим технологик тавсифидир.

Тажрибада КБТ_тулик ни нитрит ва нитратлар борлиги намоён бўлмагунча аниқланади. КБТ_тулик ни аниқлаш учун узоқ вақт давом этадиган инкубацион давр талаб қилинади: унинг узоқ вақт давом этиши текширилаётган қўшимча хилига, унинг табиатига, бактериялар концентрациясига ва уларнинг адаптация даражасига боғлиқ. Одатда, у беш суткадан ортиқ бўлади: ҳатто 30—40 кунгача давом этади. Шаҳарлардаги оқова сувлар учун 8—15 кунни ташкил қилади. Иншоотларнинг иши устидан тафтиш олиб бориш учун 8—15 кун давомида анализ ишларини бажариш ниҳоятда ноқулай, шу сабабдан КБТ₅ аниқланади ва бу катталиқ деярли бутун дунё мамлакатларида (фақат Финландияда КБТ₇ дан фойдаланилади). КБТ_тулик учун стандарт тавсифи сифатида қабул қилинган.

Яна шу нарсани унутмаслик керакки, КБТ_тулик — сувнинг ифлослик даражасини тавсифловчи объектив катталиқдир. КБТ_тулик топишни тавсифловчи вақтнинг узун-қисқалиги инкубация шароитига ҳам боғлиқ; лекин КБТ_тулик нинг катталиги бу шароитларга боғлиқ эмас. Шу билан бирга КБТ₅ эса КБТ_тулик нинг ноаниқ қисмидир; албатта, унинг катталиги намунанинг инкубация шароитларида оксидланиш табиатга боғлиқ.

КБТни аниқлашда қўлланиладиган кислород истеъмол қилиш жараёнининг математик тасвири.

КБТ эгри чизигининг инкубация вақтига боғлиқлигини кўрсатувчи диаграммалар мураккаб табиатга эга. Технологик назоратни қулайлаштириш учун бу эгри чизикнинг тасвирини оддийгина ифодалашдан фойдаланилади. Бу ифода (нитрификация бошланмасидан аввал) қуйидаги тенгламадан иборат:

$$KBt_t = KBt_o(1 - e^{-kt}),$$

бунда: K — реакция тезлиги константаси (сутка — 1 ҳисобида);
 t — инкубация қанча вақт давом этганлиги, сутка. (1) тенгламани : k ва t га кўчириб ёзиш мумкин.

КБТ_{тўлиқ} га эришиш вақти оксидланиш жараёни тезлигининг функцияси эканлигини кўрамиз, лекин бу боғланиш тескари пропорция боғланишли, бинобарин гипербола шаклида бўлиши керак. Экспериментал кузатишларнинг кўрсатишига қараганда, К нинг киймати оксидланадиган моддаларнинг табиатига боғлиқ. Шаҳарлардаги оқова сувлар учун бу катталиқ, ҳар доим, 0,15 дан 0,25 сутка 1 га қадар, биологик жиҳатдан тозаланган сувлар учун 0,08 дан 0,12 сутка 1 га қадар ўзгаради.

К нинг кийматига нисбатан КБТ_{тўлиқ} га эришиш вақти қуйидаги миқдорга эга:

кун, сутка—¹ 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,4

КБТ_{тўлиқ} га эришиш

Вақти (сутка ҳисобида): 40 20 13,3 10 8 6,7 5

Оқова сувларни тозалаш амалиётида: КБТ_{тўлиқ} ҳар доим КБТ 20 га тенг деган тасаввур ўрин олган. Бу тасаввур биргина ҳолда яъни $K=0,1$ сутка—¹ бўлганидагина) ҳақиқатга тўғри келади. Фақат тозаланган сув учунгина бу фикрни айтиш мумкин.

К нинг ўлчамлигини фақат $КБТ_t = 0,9$ КБТ_{тўлиқ} бўлгандагина (2) тенглама асосида аниқланиши мумкин:

Агар шаҳар оқова сувлари учун $K = 0,17$, тоза сувлар учун $K = 0$, деб қабул қилинса, шаҳар оқова суви учун қайта ҳисоблаш коэффициенти:

$$K = \frac{1}{1 - 10^{-5\Delta t}^{17}} = 1,16 \quad (7.9)$$

тозаланган оқова сувлар учун: $1^{\Delta t} = 10^{5 \cdot 0 - 167}$ эканлигини топамиз.

Сув таркибидаги махсус қўшимчалар

Сувдаги махсус қўшимчалар туркумига кирадиган органолептик, гигиена ва кимёвий хоссаларига таъсир кўрсатадиган қўшимчаларини, шунингдек, табиий ва оқова сувларни технологик усуллар билан қайта ишлашда (кўпинча салбий) таъсир кўрсатувчи қўшимчаларни киритиш керак. Заҳарли моддалар ҳам шу туркумга кирилади.

Табиий ва ичимлик сувларни тавсифлашда сувда фтор ва йод бирикмаларининг мавжудлиги гигиена жиҳатидан аҳамиятга эга. Ичимлик сувда фторнинг концентрацияси 0,5 мг/л дан кам ва 1,5 мг/л дан ортиқ бўлмаслиги керак; шунга кўра, агар табиий сувда фторнинг миқдори кўп бўлса, бу сув фторсизлантирилади (фтор

камайтирилади), агар фтор концентрацияси 0,5 мг/л дан кам бўлса, унга фтор бирикмаси қўшилади.

Сувдаги концентрацияси маълум чегара қийматдан ортик бўлмаслиги керак бўлган заҳарли моддалар қаторига бериллий, молибден, мишяк (маргимуш), кўрғошин, селен, стронций, кадмий, симоб бирикмалари, сианидлар, полиакриламид, полицик-лик углеводородлар ҳам киритилади.

Яна шуни айтиб ўтиш керакки, сувда бир неча заҳарли ёки заҳарли бўлмаса ҳам, сувнинг таъмига таъсир кўрсатадиган бир неча моддалар бор бўлса, уларнинг Дйўл қўйиш мумкин бўлган концентрациялари“ (ПДК) нормативига нисбатан йиғиндиси 1 дан катта бўлмаслиги керак. Бу талабга жавоб берадиган ҳисоб-китоб қуйидаги ифода бўйича олиб борилади:

$$\frac{C_1}{C_1} + \frac{C_2}{C_2} + \dots + \frac{C_n}{C_n} = 1$$

бунда: $C_1, C_2, \dots, C_n$ лар сувдаги моддаларнинг концентрациялари, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ лар шу моддаларнинг сувдаги Дйўл қўйиш мумкин бўлган“ мг/л ҳисобидаги норматив концентрациялари.

Кўп ҳолларда оқова сув жойлашган манбалардан хўжалик учун ичимлик сув олиб ишлатиладиган бўлса, бундай сувни мураккаб табиатдаги турли-туман моддалардан тозалаш муаммоси мушкул масала бўлиб қолади. Бундай сувда юқорида айтиб ўтилган моддалардан (компонентлардан) ташқари пестицидлар, гербицидлар, саратон (рак) касаллиги тарқатувчи моддалар ва ҳоказо қўшимчалар бўлиши мумкин. Бу ифлосликларнинг кўпчилик қисми маълум усуллар билан сувга ишлов бериш натижасида йўқотилади.

Оқова сувларни, айниқса, ишлаб чиқаришдан ҳосил бўладиган сувларни тавсифлашдаги зарарли қўшимчалар жумласига қайта ишлаш соҳасида учрайдиган қўшимча моддалар (нефт, мой, феноллар) нефтни қайта ишлаш саноати чиқиндиларида бўлишини, хром, сульфидлар теризаводларидан чиқадиган оқова сувларда борлигини, бўёқ ССФМ кийим-кечакка бўёқ-пардоз берадиган фабрикалардан чиқадиган оқова сувларда бўлишини ва заҳарли металл ҳамда металлмаслар борлигини эътиборга олиш керак. Ишлаб чиқаришларнинг оқова сувларини шаҳар канализация тармоғига ёки оқова сувини биологик тозалаш учун аэроб ва анаэроб иншоотларга тушириш вақтида ҳар қайси элементнинг сувдаги миқдори йўл қўйилган нормативдан ортиб кетмаслигига эътибор бериш керак, акс

ҳолда, бактериал метаболизм издан (чегара қийматларидан) четга чиқиб кетиши мумкин.

Юқорида кўриб ўтилган элементларнинг сувдаги чегараси ёки бўлишига йўл қўйилган концентрациялари (ПДК) деярли кичик қийматларга эга. Масалан, сувни аэроб тозалаш иншоотларида кўрғошин учун йўл қўйилган концентрация 0,1 мг/л, уч валентли хром учун 2,5 мг/л, рух учун 1 мг/л. Агар сувда бир хил таъсир кўрсатадиган бир неча моддалар йиғиндиси бор бўлса, ҳар бирининг йўл қўйиладиган концентрацияси бўйича ҳисобланади.

Сувда эриган ҳолатдаги газлар. Табиий манбалар сувида кўп учрайдиган газлар жумласига, асосан, кислород, карбонат ангидрид (H_2S) ва водород сулфид (SO_2) киради. Сувда кислород ва карбон диоксиднинг бор бўлишлиги ичимлик сувнинг сифатига таъсир этмайди, лекин сувдаги металл ва бетонда коррозияни кучайтиради.

Очиқ ифлосланмаган сув ҳавзаларида эриган кислород миқдори 8—9 мг/л бўлиб, тўйиниш даражасига яқин қийматга эга. Баъзан кислород миқдори айна ҳароратда тўйиниш даражасидан ортик миқдорларда учрайди; бу ҳолат сув кислород билан ўта тўйинган ва сувда эрмаган эркин кислород борлигидан хабар беради. Ер юзидаги сув манбаларининг сиртқи ва сиртга яқин қисмларида кислороднинг миқдори ўша манбанинг чуқур жойларидагига қараганда ортиқроқ бўлади: бунинг сабаби шундаки, сув сиртида кучли аэрация ва самарали даражада фотосинтез жараёнларининг содир бўлишидир.

Ифлосланган оқова сувларда кислород бутунлай учрамаслиги ҳам ёки унинг концентрациядан 0,5—1 мг/л дан ортик бўлмаслиги ҳам мумкин. Сувда эриган кислород миқдорини аниқлаш — тозаланган оқова сувларни тавсифлашда ва биооксидловчининг эриган кислородга тўйинганлик даражасини билишда муҳим аҳамиятга эга. Микроорганизмларнинг нормал даражада ҳаёт кечириши учун зарур бўлган минимал миқдори 2 мг/л ни ташкил этади. Айрим муаллифлар фикрига қараганда, кислороднинг минимал миқдори 2 мг/л дан кам бўлиши керак; лекин бу фикрлар қабул қилинмаган.

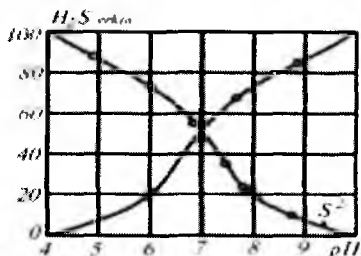
Тозаланиб сув ҳавзаларига чиқариладиган оқова сувларда эриган кислород миқдори, одатда, 4—8 мг/л ни ташкил этади.

Баъзи ер ости сувларда водород сулфид учрайди, унинг Ер юзидаги сув ҳавзаларида топилиши ўша манба сувининг оқова сувларга қўшилишидан ифлосланганлиги ҳақида хабар беради.

Сувда водород сулфид эриган молекулар H_2S , гидросулфид ион HS^- ва сулфид ион S^{2-} лар ҳам бўлиши мумкин. 7.5-расмда бу

шакллардаги H_2S бирикмаларининг турли рН даги миқдорлари диаграмма шаклида келтирилган.

Агар сувда H_2S ва темир бор бўлса, темир (II) сульфид FeS нинг жуда юпқа чўкмаси ҳосил бўлади. Бу ҳодиса баъзан водопровод найларининг сув кам алмашилиб турадиган нукталарида кузатилади. Сульфатлар қайтарувчи бактерияларининг ҳаётий амалиёти оқибатида сульфидларга айланади, сульфидлар темир ионлари билан реакцияга киришиб темир сульфидни ҳосил қилади.



7.5-расм. Сувда рН қийматиға боғлиқ даражада H_2S , HS ва S^2 ларнинг мавжудлигини кўрсатувчи диаграмма

Водород сульфид — заҳарли газ, сувни бадбўй қилади, ҳужалик-ичимлик сувларда H^+S нинг бўлишиға йўл қўйилмайди.

7.5. Биологик ифлослантурувчилар ва табиий ҳамда оқова сувлар сифатининг санитария-бактериологик кўрсаткичлари

Табиий ва оқова сувларнинг микрофонуни ниҳоятда хилма-хил. Унинг сифат ва миқдор таркиби, биринчи навбатда, сувнинг таркибига боғлиқ. Ернинг чуқур жойларидаги жуда тоза артезиан сувларда бутунлай деярлик бактериялар учрамайди, чунки бу сув манбалари юқорисида бўлган қаватлар сув манбаини горизонтал ҳолатдаги қаватлар билан учрашишдан ҳимоя қилади.

Очиқ ҳавзалар суви таркибининг ўзига хос хусусияти йил фаслларида ўзининг миқдорий ва микрофлора турларини ўзгартиришдан иборатдир. Ер сиртидаги манба сувларининг бактериал ифлосланиши, асосан, бу сув ҳавзаси таркибида органик, минерал моддалар микроорганизмлар бор бўлган жойлардан ифлос ва оқова сувларнинг келиб тушишидан иборат. Кундалик эҳтиёж оқова сувларнинг микрофлораси (ўсимликлар олами), асосан, инсон ичакларидан ва танасидан чиқадиган микроорганизмлардан ва турли жисм сиртларидан ювилиб тушадиган ифлосликлардан ташкил

топади. Инсондан чиқадиган физиологик ифлосликлар билан бирга 1 суткада бир неча триллион микроблар оқова сувларга тушади. Улар ичида кўпчилик қисмини ичак таёқчалари, лактобациллар, энтерококклар, замбуруғлар, энг содда ибтидоий жониворлар ташкил этади. Баъзи ишлаб чиқаришларнинг чиқиндилари шаҳар канализациясига туширилганида улар билан бирга саноатда ишлатилиши мумкин бўлган моддалар, махсус микроорганизмлар (замбуруғ, актиномицетлар, ачиткилар ва ҳоказолар) ҳам оқова сувларга ўтиб кетади.

Санитария микробиологияси нуқтайи назаридан қараганда, сувнинг сифатини аниқлашдан мақсад одамлар соғлиғи учун санитария-эпидемиология жиҳатдан хавотирлик бор ёки йўқлигини билиб олишдан иборат. Сув одам организмда турли хасталиклар, асосан, ичак касалликларини бунёдга келтирадиган микроорганизмларни уйғотувчи восита ролини бажаради. Одамлардан, ҳайвонлардан чиқадиган, кир ювганда, ҳайвон (қорамол)ларни суғорганда ажраладиган чиқиндилар билан бирга патоген микроорганизмлар ҳам сувга тушиб қолади.

Сув орқали ички терлама, дизентерия, вабо, инфекцион гепатит ва бошқа касалликлар тарқалади.

Сувнинг сифатини назорат қилиш мақсадида барча тур инфекция тарқатувчи, уйғотувчи микроорганизмларни бевосита микдорий аниқлашни амалга ошириб бўлмайди, чунки уларнинг хили кўп бўлганидан анализ ниҳоятда катта қийинчиликлар туғдиради. Шу сабабли амалий санитария микробиологиясида турли хил инфекцияларнинг патоген микроорганизмлар таъсиридан зарарланиши потенциал имкониятини бевосита йўллар билан аниқлашдан фойдаланилади.

Сувнинг сифатини санитария-бактериология жиҳатдан тавсифлаш учун иккита асосий кўрсаткич аниқланади: бири — микроблар сони ва иккинчиси — коли гуруҳидаги бактериялар сонидир.

Биринчи кўрсаткич сувдаги аэроб сапрофитларнинг барча хиллари ҳақида умумий тасаввур беради; шу сабабдан у кўпинча аэроб сапрофитларнинг умумий ҳисоби ёки тўғридан-тўғри умумий ҳисоб деб аталади. Ана шундай МПА — муҳит стандарт сифатида қабул қилинган, бунинг сабаби шундаки, МПА нинг таркиби кўпчилик сапрофитларнинг тановул қиладиган озиғи таркибига мувофиқ келади. Унга экилган микроорганизм уруғи, яъни Декин 37°C да 24 соат инкубация қилинади. Микроблар сони 1 мл сувда ҳосил бўлган сиртдаги ҳужайралар сони билан ифодаланади. Оқова,

табий ва водопровод сувидаги микроблар сони бир хил усулда аниқланади. Лекин таркибида микроорганизмлар кўп бўлган оқова ва кўпчилик табий сувларни анализ қилишда сув намунаси аввал маълум даражада суюлтирилиб, сўнгра анализ қилинади.

Аэроб сапрофитлар сувдаги умумий микроблар сонининг фақат бир қисмини ташкил этади, лекин улар сув сифатининг санитария кўрсаткичи ҳисобланади; бунинг сабаби шундаки, сувнинг органик моддалар билан ифлосланиш даражаси билан сувдаги микроблар сони орасида тўғри пропорционал боғланиш мавжуд. Ундан ташқари, тадқиқотчилар фикрига қараганда, сувнинг микроблар сони қанчалик юқори бўлса, бунда сувда патоген микроорганизмларнинг мавжуд бўлиш эҳтимоллиги шунчалик юқори қийматга эга бўлади. ГОСТ 2874 — 73 га мувофиқ водопровод сувининг микроблар сони 100 дан катта бўлмаслиги керак. Табий сувларга келганда, бу кўрсаткич турли сув ҳавзалари учун жуда катта чегарада ўзгаради, ундан ташқари бирор ҳавзадаги микроблар сони йил фаслларида ҳам ўзгариб туради. Тоза ҳавзаларда аэроб сапрофитлар сони ўнлар ёки юзлар билан ифодаланса, ифлосланган ва жуда ифлос ҳавзаларда аэроб сапрофитлар сони юз минг ва миллионларни ташкил этади.

Сув сифатининг иккинчи характерли кўрсаткичи, яъни Коли (ичак таёкчалари) гуруҳига кирувчи бактериялар сони айни сувда истикомат қила оладиган патоген микроорганизмлар борлиги билан тавсифланади.

Коли гуруҳидаги бактериялар энтеробактериялар оиласига киради. Улар спорасиз таёкчалар, факултатив анаэроблар бўлиб, 37°C да лактозани ачитиб глюкозага айлантиради; натижада оксидаз активликка эга бўлмайди. Улар инсон ва ҳайвонларнинг ичакларида доимо яшовчи микроорганизмлардир.

Улар доимо кўп миқдорда ташқи муҳитга чиқади. Уларнинг бу муҳитдаги умри патоген микроорганизмлар умрига қараганда анча узун бўлади. Улар кўпчилик инфекция уйғотувчи микроорганизмларга қараганда хлор таъсирига кўпроқ чидамли бўлади. Коли гуруҳидаги бактериялар ўзларининг ана шу хоссалари туфайли санитария-кўргазма микроорганизмлар сифатида ишлатилади. Сувда коли — бактерияларнинг мавжудлиги бу сувнинг фекал ифлосланганини кўрсатади. Коли шаклларни миқдорий анализ қилиш учун фуксинсулфат агар (елим) ишлатилади (яъни Эндо муҳит тайёрланади). Эндо муҳит тайёрлаш учун оловда (ёки плитада) қиздирилиб суёқлантирилган МПАнинг 10 миллиметрига фукцинасоснинг 10 CIN_2 эритмаси, 5 г кимёвий тоза лактоза қўшилади (лактоза қўшилишдан аввал бир неча миллиметр сувда

эритилган бўлиши керак), сўнгра унга натрий сулфитнинг сувдаги 10% ли эритмасидан оч-кизил (пушти) ранг пайдо бўлгунча қўшилади.

Окова ёки ифлосланган табиий сувни анализ қилишда Эндо муҳитига олдин суюлтирилган микроб намунаси экилади, сўнгра 37°C да 24 соат инкубация қилингандан кейин, униб чиққан Декиндаги характерли туркум (колония)лар сони ҳисоблаб топилади.

Водопровод ва тоза табиий сувларни анализ қилишдан илгари сувни мембранали филтрдан ўтказиб, сувдаги микроорганизмларнинг концентрацияси катталаштирилади, сўнгра анализга ўтилади. Анализ натижаларини коли-индекслар, яъни 1 л сувда бўлган бактериялар сони тарзида ифодаланади. Баъзан қайта ҳисоблаб, анализ натижаларини коли-титрлар билан ифодаланади; коли-титр деганда, ўзида битта ичак таёқчаси тутувчи минимал (мл лар ҳисобидаги) сувнинг ҳажмини тушунмоқ керак: коли-титр = коли-индекс.

ГОСТ 2874-73 га мувофиқ водопровод сувининг коли-индекси 3 дан ортиқ бўлмаслиги керак. Сув билан таъминловчи манбалар учун рухсат этилган коли-индекс сувнинг қандай усулда тозалашга мўлжалланганлигига боғлиқ. Агар сувни тозалаш фақат хлорлаш билангина чегараланса, айни манбадаги сувнинг коли-индекси 1000 дан ортиқ бўлмаслиги керак; агар сув тўлиқ тозаланадиган бўлса, ундай манбанинг коли-индекси 10000 га тенг бўлади.

Айрим ҳолларда санитария-эпидемиология кўрсаткичлари зарур бўлганида, сувда қанча энтерококклар, энтеровируслар, салмонеллалар борлигини аниқлаш зарур бўлганида сувдаги патоген микрофлорани текшириш зарурати туғилади.

Ер сиртига жойлашган сув манбалари учун санитария-бактериология тестларидан ташқари, яна гидробиологик кузатишлар ҳам талаб қилади. Сув намунасини микроскоп билан қараб фито ва зоопланктонларнинг хужайралари сони топилади. Бу кўрсаткичлар йил фасллари ўзгариши билан ўзгаради; бу ўзгаришлар микроорганизмларнинг миқдорида ҳам, турларида ҳам юз беради.

Баҳор-ёз фаслларида сувўглари (сув ҳавзалари гуллаб), Ер сиртидаги ҳавзаларда фитопланктонлар миқдори ортади; уларнинг сони 1 мл сувда 50 минг хужайрага етади. Ёз фаслида зоопланктон турли кўринишларга эга бўлади: унда қисқичбақа шаклидаги ибтидий коловраткалар, дрейсен моллюскалари шаклидаги личинкалар бўлади. Сувда бентос организмлар: чувалчанг, ҳашаротлар личинкаси ҳам бўлиши мумкин. Қиш мавсумида сувда, асосан, энг содда қисқичбақасимон бактериялар учрайди. Зоопланк-тон организмлар сонини, одатда, 1 м³ сувда бўлган экземплярлар сони

билан ифодаланади. Сув манбаларда куролсиз кўзга кўринадиган организмлар ҳам учрайди. Уларнинг сонини ҳам 1 м³ сувда бўлган экземплярлар сони билан ифодаланади. Уларнинг сони зоопланктон организмлар сонига қараганда кам бўлади. Ичимлик сувларда планктон организмлар ҳам, куролсиз кўз билан кўриш мумкин бўлган организмлар ҳам бўлмаслиги керак.

Окова сувларни санитария-эпидемиология жиҳатдан тўлиқ равишда тавсифлаш учун микроб сони ва коли-тестлардан ташқари, учинчи кўрсаткич — гелминтлар тухумлари сони номли ўлчов белгиси киритилган.

Окова сувда гелминтлар тухумлари микдори барча турдаги бионуфусларнинг умумий сонини ва айрим бионуфусларнинг гелминтлар билан зарарланганини, бинобарин, ўша ииуфу/ли жойнинг санитария ҳолати қай даражада эканлигини тавсифлайди. Окова сувларда аскаридаларнинг тухумлари энг кўп учрайди. Улар сувдаги умумий гелминтлар тухумлари сонининг деярли 92 % ини ташкил этади. Қолган 8% ни власоглав, остритса, кенг лентес тухумлари эгаллайди.

Савол ва топшириқлар:

1. Сувнинг сифати деб нимага айтилади?
2. Қандай усулда табиатда сув айланади?
3. Қандай сув турларини биласиз? Мисоллар келтиринг.
4. Сувнинг сифатини санитария-бактериология жиҳатдан неча усул билан аниқлаш керак?

VIII БОБ. СУВ СИФАТИГА БАҲО БЕРИШ

Аввал айтиб утилганидек, унинг сифати сувнинг у ёки бу хоссаларини аниқлайдиган турли-туман кўрсаткичлар билан тавсифланади. Сувнинг сифатини тавсифловчи кўрсаткичларнинг умумий сонидан кўпчилиги сувнинг келиб чиқиши ва қандай мақсад учун ишлатилишига қаратилган бўлади. Лекин шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, сувнинг ифлосланганлик даражасига ва қасрда (ва қайси мақсадда) ишлатилишига қараб сувнинг сифатини тавсифловчи кўрсаткичлар йигиндиси тубдан ўзгариши мумкин.

8.1. Табиий ва ичимлик сувлар

Сувнинг сифатини тавсифловчи кўрсаткичларнинг баъзилари, асосан, табиий ва ичимлик сувлари ҳамда саноат-водопровод сувлари учун мувофиқ келади. Бу каби кўрсаткичлар жумласига сувдаги ионлар таркиби, тузларнинг умумий миқдори, ҳиди ва таъми, қаттиқлиги, сувдаги ишқор миқдори, темир ва марганес миқдори киради.

Сув қандай мақсадда ишлатилишига қараб, ундан турлича сифатлар талаб қилинади. Масалан, қаттиқлик концентрацияси 7 мг-экв/л бўлган тузлар ичимлик сувининг сифатига таъсир этмайди. Лекин шундай қаттиқликка эга бўлган сув буғ қозонлари учун ишлатилиши мумкин эмас. Агар сувнинг лойқалик кўрсаткичи 1,5 мг/л дан ортиқ бўлса, бундай ичимлик сувининг органик хоссалари ёмонлашган бўлади: у фақат эстетик нуктаи назардангина эмас, балки санитария жиҳатидан ҳам хавфли ҳисобланади. Лекин совуткичлар системасидан чиққан сувнинг лойқалиги бу сувниқдан 10 марта ортиқ бўлса-да, ундан саноатда совуткич сифатида фойдаланиш мумкин.

Технологик жараёнларда ишлатиладиган сувнинг сифатига қўйилган талаблар турли-туман бўлиб, ишлаб чиқариш турига мувофиқ келиши керак. Масалан, тери ишланишининг дастлабки босқичларида табиий сувлардан ҳеч қандай тозаламасдан фойдаланиш мумкин; бу ерда фақат биттагина шартни эътиборга олиш керак: ундай сувда эримаган моддаларнинг концентрацияси 500 мг/л дан ортиқ бўлмаслиги керак, озиқ-овқат саноатида фақат ичимлик сувдан фойдаланилади; дори моддалар ишлаб чиқаришда эса таркибида тузи бўлмаган дистилланган сув талаб қилинади.

Айниқса, ичимлик сувни нормалашга қаттиқ талаб қўйилади. Маиший-водопровод сувларининг сифатини стандартлаш — инфек-цион

ва ноинфекцион касалликларнинг келиб чиқиши ва халқ орасида ривожланишига қарши кўриладиган энг муҳими профилактик чоралардан бири ҳисобланади. ГОСТ 2874-73 га мувофиқ ичимлик сувининг сифати уч нормативдан комплекс равишда фойдаланиш билан тавсифланади; бу уч нормативга меъёрга риоя қилиш сувга ажойиб органолептик хоссалар бағишлайди:

1) уларга органолептик кўрсаткичлар — хоссалар бериш; 2) сувнинг кимёвий таркибини зарарсизлантириш (бу чора санитария токсикологик кўрсаткичлар билан тавсифланади); 3) сувни эпидемиологик жиҳатдан хатарсиз қилиш (буни бактериологик кўрсаткичлар дейилади).

Ичимлик сувнинг органолептик хоссалари куйидаги тартибда нормалаштирилади: Одам сезги органларига таъсир этиши асосида нормалаштириш:

ҳиди, таъми	< 2 балл
ранги	< 20 градус
лойкалиги	< 1,5 мг/л

Сувга органолептик яхши хоссалар берадиган моддалар концентрацияси:

қуруқ қолдик	< 1000 мг/л
хлоридлар	< 350 мг/л
сулфатлар	< 500 мг/л
темир	< 0,3 мг/л
умумий қаттиқлиги	< 7 мг-экв/л

Айрим ҳолларда қуруқ қолдиклари 1500 мг/л ва қаттиқлиги 10 мг-экв/л бўлган сувлардан фойдаланишга рухсат этилади.

Сувдаги кимёвий моддаларнинг санитария-токсикологик нормативлари куйида келтирилган мг/л лар ҳисобидаги концентрациялар билан ифодаланади:

табiiй сувларда учрайдиган элементлар учун:

бериллий	0,0002 мг/л,
молибден	0,5 мг/л,
мишяк	0,05 мг/л,
нитратлар	10 мг/л,
кўрғошин	0,1 мг/л,
стронций	2 мг/л,
селен	0,001 мг/л,

Сув сифатига нисбатан қўйилган талаблар фақат сувни тозалаш усуллари тўғри танланганида ва сув билан таъминлаш ҳавзалари бу талабларга мувофиқ равишда тайёрланганида қаноатланарли даражада бажарилиши мумкин. Ичимлик суви билан таъминлаш манбаларида тайёргарлик ишлари шундан иборат бўлиши керакки, бу

ерда сувда учраши мумкин бўлган хлоридлар, сулфатлар ва, умуман, барча тузлар (курук қолдиқ усули бўйича) ГОСТ 2874-73 га мувофиқ равишда нормаллаштирилади; бунинг сабаби шундаки, сувни тозалаш коммунал водопровод станцияларда сувни қайтадан чучмал ҳолатга келтирилмайди.

Агар сув билан таъминлаш манбаларида сув микроорганизмлардан зарарсизлантирилганидан кейин, водопроводларга берилишидан аввал яна тозаланмайдиган бўлса, сув манбаининг колли-индекси 1000 дан ортиқ бўлмаслиги керак. Агар сув тўлиқ тозаланган бўлса, сув билан таъминлаш манбаининг колли-индекси 10000 га қадар бўлиши мумкин. Сув билан таъминлаш манбаидан сувнинг сифатини пасайтирадиган, лекин ҳозирги замон усуллари билан тезда сувдан йўқота олмайдиган моддалар бўлмаслиги керак. Агар табиий сувдаги ифлос моддаларни у ёки бу усуллар билан йўқотиш мумкин бўлса, бу сувлардаги ифлос моддалар концентрациялари тозалаш учун қўлланиладиган усулнинг самарадорлигига мувофиқ келиши керак.

Агар бу талабга битта хоссаси бўйича жавоб бера олмаса, ГОСТ 2761-57 талабларига мувофиқ колли-индекси 10000 дан ортиқ бўлса, бундай сувни махсус усул билан қайтадан тозалашга тўғри келади.

IX БОБ. МАТЕРИАЛГА СУВНИНГ ТАЪСИРИ

Сувли муҳитда металллар коррозияси

Сув тайёрлаш ва оқова сувларни тозалаш жараёнларида ҳар хил материаллар доимо сув билан **контактда** бўлади. Булар — қурилиш учун гидротехника иншоотлари ҳамда водопровод ва канализация иншоотларида ишлатиладиган материаллар, турли таркибдаги сувларни узатиш учун қувурлар, сув билан совитиладиган машина ва механизм материаллари ва ҳоказо. Сув билан таъминлаш ва канализация амалиётида чўян, пўлат ва темирбетон кенг микёсда ишлатилади. Бу металлларга металлларнинг коррозиясида сув фаол таъсир этади.

9.1. Электрохимий коррозия тўғрисида умумий тушунча

Металлни атроф-муҳитга химий ёки электрохимий таъсири натижасида металл сиртининг емирилиши жараёни **коррозия** дейилади. Сувли муҳитда металлларнинг коррозияси — табиатига кўра электро-химий жараёндир. Бу ерда коррозия агент вазифасини электролит эритмалар бажаради.

Химий жиҳатдан тоза сув энг кучсиз электролит ҳисобланади. Табиий ва оқар сувлар таркибида сувда ионларга диссоцияланадиган хилма-хил тузлар бўлганлиги учун уларнинг электр ўтказувчанлиги юқориқ бўлади.

Металлларнинг электр ўтказувчанлиги кристалл таркибдаги эркин ёки жуда ҳаракатчан электронларнинг борлиги билан тушунтирилади. Металл сиртига сувнинг контактида металлларнинг зарядланган заррачалари (катионлар) эритмага ўтиши мумкин, электронлар металлда қолади. Натижада металл билан контактда бўладиган сувли қават мусбат зарядли бўлади, металлда қолган — компенсация қилинмаган электронлар манфий зарядли бўлади. Электростатик таъсир натижасида сувли қават ва металл сиртидаги турли зарядланган металл катионининг эритмасига ўтадиган заррачалар металл сиртидан маълум масофада ушлаб қолинади.

Бу системада ҳеч қандай бошқа электрохимий жараёнлар содир бўлмаганида, металл ионлари эритмага ўта олмас эди, яъни коррозия жараёни тўхтар эди. Бироқ физик-химий ҳолатдаги металл сиртининг айрим қисмларида (фарқ каби) ҳосил бўладиган, шунингдек, электролит концентрациясидаги ҳамда уларда эриган газларнинг бироз тебраниши, турли нуқталарда физикавий шароитларнинг турли туманлиги боис металл-электролит чегарасига

электрохимический характер имеет. В результате металл с поверхности теряет электроны и превращается в ионы. Эти ионы уходят в электролит, а на поверхности металла остаются электроны. Электроны стремятся вернуться к металлу, но для этого им нужно преодолеть энергетический барьер. Этот барьер называется потенциалом. Если потенциал достаточно высок, то электроны не смогут вернуться к металлу, и металл будет корродировать. Если потенциал достаточно низок, то электроны смогут вернуться к металлу, и металл будет защищён.

Электр зарядга эга бўлган металл ва электролит мураккаб система бўлганлиги учун металл-эритма чегарасида электр потенциалнинг сакраши вужудга келади, буни *электрод потенциал* дейилади. Металл-эритма чегарасида электрохимический бир жинслик унинг айрим қисмларида вужудга келадиган электрод потенциалнинг ҳар хил бўлишига олиб келади. Металл-электролит чегарасининг айрим қисмларида электрод потенциалларда коррозия ток ўтадиган электрохимический жуфтларнинг (анод ва катод қисмларида) ҳосил бўлишига олиб келади.

Электрохимический коррозия иккита мураккаб жараён каби содир бўлади:

1) анод жараёнида металл иони эритмага ўтади. Темир учун бу жараённи куйидагича ифода қилиш мумкин:

2) катод жараёни металлнинг мол миқдордаги электронларини қандайдир атом ёки ионлар билан ўзаро таъсирлашувидан иборат;

3) протоннинг газ ҳолатдаги водородга қайтарилиши:

Анод ва катод қисмлар металл каби чегаралари бўлинган бўлиши мумкин, бундан эритма ўтказувчи ҳисобланади; биринчиси электрон ўтказувчанликка, иккинчиси эса ион ўтказувчанлик хусусиятига эга. Металлдаги электронларнинг ҳамда эритмадаги ионларнинг ҳаракати натижасида заряд белгисига мос ҳолда анод билан катод орасидан ток ўтади. Электрохимический коррозияда фақат анод қисмларда металлнинг еририлиши содир бўлади, катодда металлнинг йўқолиши кузатилмайди.

Анод ва катоднинг қўлбланиши натижасида коррозия жараёни секинлашади. Анод ва катод потенциаллар фарқининг камайишидан қўлбланиш намоён бўлади, бунда ток кучи камаёди. Металл ионлари электролит тубига қайтарилиши имкони бўлмай, анод сиртида қўлланади, бунинг натижасида анод қўлбланиши содир бўлади.

Катодга қайтарилиш хусусиятига эга бўлган ионлар қайтарилиш жараёни бўлганда, катоднинг қўлбланиши содир бўлади ва унда реакция маҳсулоти ҳосил бўлмайди.

Қўлбланишни камайтириш хусусиятига эга бўлган, демак коррозияни тезлаштирувчи ҳар қандай модда, ион ёки атом

деполяризаторлар дейилади. (Бундай ҳолда водород атомлари катодда H_2 молекулаларини ҳосил қилади, бу молекулалар пуфакчалар ҳолида йиғилиб, кейинги борадиган коррозияни тўхтатади. Сув билан контактдаги темир сиртида ҳосил бўладиган электрод потенциалининг киймати маълум даражада кислород концентрациясига боғлиқ, чунки темир пасивлаштириш хусусиятига эга. Металл сиртининг ҳар хил қисмларига кислороднинг келишида озгина фарқ бўлса ҳам, турли босқичли аероэрозияланиш зонаси вужудга келади бинобарин, турли электрод потенциалли зона ҳосил бўлади. Юзасида кислород оқими кўп бўлган қисм пасивроқ бўлиб қолади, потенциали юқори бўлади, демак, у катод каби ишлайди. Аероэрозияси кучсиз бўлган қисм анод бўлади. Шундай қилиб, металл сиртида аероэрозия босқичининг фарқи натижасида дифференциал азрация жуфти деб аталадиган электрокимёвий жуфт ҳосил бўлади. Бундай жуфтлардаги электрод потенциалларининг фарқи жуда катта эмас ҳамда у бир неча милливольтни ташкил этиши мумкин, бироқ уларда ҳосил бўладиган коррозия кам эмас, темир учун оддий электрокимёвий жуфтга нисбатан кўпроқ ҳам.

9.2. Коррозия жараёни тезлигига таъсир этувчи омиллар

Металл сиртига яхши ишлов бермаслик, ташқи муҳит таъсири, коррозияга чидамли қотишмалардан тайёрламаслик коррозияни тезлаштиради. Металлнинг сирти ёмон ишланса, тез коррозияланади, у вақтда коррозияга қарши металл буюмлар сирти лак, бўёқлар, эмаллар билан қопланади. Металл сиртига ҳимоя оксид қопламалар қопланганда ҳам коррозия жараёни камаёди. Металл кучли оксидловчилар, шу жумладан, кислород билан контактда бўлганда ҳам коррозия жараёни сусаяди.

Сувли муҳитда карбонат кислотали мувозанат ҳамда эриган кислороднинг концентрацияси коррозияни асосий аниқловчи омилларидан ҳисобланади. Коррозия жараёнининг тезлашишига сувда эриган тузлар концентрацияси ҳамда унда микроорганизмларнинг бўлиши таъсир этади.

Карбонат кислотали мувозанат. Карбонат кислотанинг сувдаги ҳар хил бирикмалари динамик мувозанат ҳолатида бўлади. Карбонат-кальцийли система мувозанати амалий аҳамиятга эга, сувнинг бундай хусусияти барқарорлик ва агрессивликка ёрдам беради.

Мувозанат шароитида сувда эркин карбонат кислота концентрацияси эритмадаги кальций гидрокарбонатнинг муайян концентрациясини сақлаб туриш учун зарур болган миқдорига мос келади. Бу карбонат кислота мувозанати. Агар SO_2 миқдори

мувозанат концентрациясига мос келса, сув барқарор ҳисобланади, карбонат чўкмага тушмайди.

Агар SO_2 концентрацияси мувозанат концентрациядан кам бўлса, (4) реакция чапдан ўнгга боради, натижада калций карбонат кам эрийдиган бирикма ҳимоя хоссасига эга бўлган парда ҳосил қилиб, металл сиртига йиғилади.

Мувозанат концентрациясидан ортиқча SO_2 *агрессив карбонат кислота* дейилади. Металлга нисбатан сувнинг карбонат кислотали агрессивлиги сув рНнинг камайишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, калций карбонатнинг ҳимоя пардаси агрессив сув билан контактда бўлганида коррозия тезлашади.

Сувнинг барқарорлиги усул қатори билан баҳоланади, булардан, текширилаётган сувнинг (рН) рН қиймати фарқини аниқлаш ҳамда карбонат кислота бирикмаларининг (рН;) мувозанат концентрациядаги сув билан аниқлаш. Бу қийматлар орасидаги фарқ *тўйинганлик индекси* дейилади. $I = \text{pH}^- - \text{pH}^+$. Агар $I = 0$ бўлса, сув барқарор ҳисобланади; $I > 0$ бўлганда сув калций карбонатни ажратиб чиқариш хусусиятига эга; $I < 0$ бўлганда сув коррозия хусусиятига эга.

Тузнинг сувдаги концентрацияси. Жуда ҳам тоза деионланган сувда кислород бўлганида темирнинг коррозия тезлиги сезиларли даражада бўлмайди. Умумий туз миқдорининг ортиши сувнинг электр ўтказувчанлигини оширади ва шундай қилиб, коррозия жараёнини тезлаштиради. Бироқ туз концентрацияси кўпроқ ортирилса, коррозия тезлиги камайиши мумкин, натижада кислороднинг эрувчанлиги камаяди. Сувдаги баъзи бир катион ва анионлар коррозия стимулатори вазифасини бажаради. Масалан, хлорид-ионлар оксид пардада кислород ўрнини боса олиши мумкин. Сульфатлар бевосита электр ўтказувчанликни ошириб коррозияни тезлаштиради ҳамда биологик коррозиянинг ривожланишига бевосита ёрдам беради. Шунингдек, коррозия стимулаторлари қаторига ўзгарувчан оксидланиш даражасига эга бўлган металл ионлари ҳам кириди, масалан, $\text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^+$, $\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$. Улар катодда деполаризатор вазифасини бажариб реакцияни тезлаштиради:



Эритмада Fe^{2+} кислород билан яна Fe^{3+} гача оксидланади. Хроматлар, силикатлар, гидроксил ионлар қарама-қарши коррозия жараёнининг тезлигини камайтиради, металлда ҳимоя парда ҳосил қилади.

9.3. Металлар коррозиясида микроорганизмларнинг роли

Қўпинча бактерия турлари фаол коррозия агенти ҳисобланади. Темир ва олтингугурт ўзгаришларида иштирок этувчи бактерия гуруҳлари катта аҳамиятга эга.

Коррозия жараёнида микроорганизмларнинг вазифаси қуйидагилардан иборат: электронларнинг ферментатив йўл билан катодда кутбсизланишини тезлаштириш, алмашган коррозия маҳсулотларини ажратиш, дифференциал аэрация жуфтининг ҳосил бўлиши. Шароитга қараб микробиологик коррозия механизмини санаб ўтилган жараёнлар ёки уларнинг йиғиндисига қараб тушунтириш мумкин.

Темирбактериялар. Сувли муҳитда темир коррозиясида Галлионелла, Гренотҳрих, лептотҳрих туридаги темир бактериялар фаол иштирокчи ҳисобланади. Уларнинг фаолияти билан водопровод қувурларининг микробли-аэробли коррозияни боғлаш мумкин. Бактериялар қувурларга ўтириб қолиб, қувурларнинг деворларида шилимшиқ нарсалар йиғилади, улар механик мустаҳкам ва шунинг учун сув билан ювилмайди. Бу нарсаларнинг мустаҳкамлиги темир бактерия қобикларининг толали структураси билан тушунтирилади.

Коррозия-қувурнинг сиртидаги уч валентли темир гидроксиддан иборат сариқ ёки тўқ-жигарранг занг (ковак ҳосил бўлганда коррозия бошланади). Ковак қувурнинг нотекис жойида ҳосил бўлади. Коваклар тагидаги қувур қисмлари сувдан изоляция қилинган; уларга кислороднинг келиши қийин. Сувда парчаланадиган қисми яхши аэрозияланади. Шундай қилиб, темир бактерияларнинг ривожланиши сиртида турли даражада аэрацияланган зона ҳосил бўлади.

Анод қисмларда темир бактерияларининг фаолияти Fe^{2+} ни Fe^{3+} га қадар оксидланишга ва уни гидролизга олиб келади. Уч валентли темир гидроксиднинг ҳосил бўлиши рН ни 5—6 гача камайиши билан боради, яъни коррозия муҳити ҳосил бўлади. Бундан ташқари, темир бактерияларнинг кислородни жадал ишлатиши ҳамда $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг йиғилишини ўсиши натижасида анод қисмларида анаэроб шароит чуқурлашади, бу катод ва анод ўртасидаги потенциаллар фарқининг ортишига олиб келади, коррозия жараёни тезлашади. Шундай қилиб, темирнинг бактериялар иштирокидаги микробиологик коррозияси механизми юқорида санаб ўтилган учта жараённинг йиғиндисидан иборат.

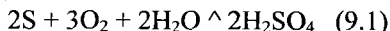
Олтингугуртнинг айланишида иштирок этувчи ҳамда металл конструкцияли микробиологик коррозияни чакирувчи бактериялар сульфат редукцияланган гуруҳлар ҳамда олтингугурт оксидловчи бактериялар, бактерия гуруҳлари билан берилган.

Улар учун органик моддалар углерод манбаи бўлиб хизмат қилади. Бу типдаги микробиологик коррозия кондасига кўра, иккиламчи жараён ҳисобланади ҳамда электрокимёвий коррозиядан кейин ривожлана боради. Бу ерда занг қавати тагида — коррозия маҳсулотида — сульфат редуцияланган бактериянинг ривожланиши учун анаэроб шароит яратилади. Жараёни бошлаш учун сульфат бўлиши шарт. Табиий ва оқова сувларда сульфатлар доимо бўлади.

Десульфовибрио туридаги бактерия иштирокида микробиологик коррозия жараёнининг йигиндиси қуйидагича ифодаланади:

Сульфат редуцияланган бактерия иштирокидаги реакция электронларни кўчириш ферментатив жараёни (Бункерга кўра) оддий коррозияга нисбатан 19,5 марта тез боради, шунинг учун катодли кутбсизланиш жуда ҳам тез боради ва коррозия жараёнининг тезлиги ортади. Жараён коррозиянинг иккиламчи маҳсулотини ҳосил бўлиши билан боради:

Олтингугуртли бирикмаларни оксидлайдиган бактериялар ичида **тион** бактериялар ва рангсиз олтингугуртли бактериялар микробиологик коррозияни кўзғатувчиси бўлиб ҳисобланади. Дастлаб, олтингугурт тиосульфатлар ва тионатлар ҳосил бўлиб, сўнгра у сульфат кислотагача оксидланади, муҳитга ажралиши коррозия жараёнига олиб келади:



Бундан ташқари, баъзи бир тион бактериялар иштирокида темир

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S - 272 \text{ kJ}; \quad (9.2)$$

$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_2 - 992 \text{ kJ} \quad (9.3)$ реакциялари амалга оширилади.

9.4.Металл қувурлари ва конструкцияларни коррозиядан сақлаш

Металл сиртига ҳимоя қопламаларини қўллаш ҳамда сақлашнинг электрокимёвий усуллари металл сиртини коррозиядан сақлашнинг асосий усули ҳисобланади. Қувурларни ҳимоя қилиш учун, одатда, биринчи усул қўлланилади. Қувурнинг юзасини коррозиядан ҳимоя қилиш учун унинг сиртига тошқўмир смоласи қопланади. Чўян қувурларнинг ички қисмини коррозиядан сақлаш учун битум ёки полимер қопланади, бу қоплама заводда қопланади. Коррозиянинг олдини олиш ёки уни секинлатиш учун қувурларда ташиладиган сувга олдиндан ишлов берилади. Бу ҳолда сувга $HCO_3^- + H^+$ гишли $CO_2 + iH^+$ қўшилади. Бу реагент қувурнинг ички юзасида эримайдиган ҳимоя парда ҳосил қиладиган бирикма ҳосил бўлади.

Сувга стабил ишлов бериш водопровод қувурларининг коррозиясига қарши самарали кураш усулларида биридир. Дастлабки даврларда водопровод системаси эксплуатациясида сувда $l = 0,5+0,7$ тўйиниш индекси ушлаб турилади. Қувурлардан сув узатилганда ҳамма периметрларига калций карбонат қавати қопланади, бу қават сувнинг металл билан бевосита контактининг олдини олади. Ҳосил бўлган ҳимоя пардасини сақлаш учун истеъмолчига бериладиган сувнинг тўйиниш индекси нолга яқин бўлиши зарур. Бунинг учун сувга стабил ишлов берилади, ярим боғланган ва эркин карбонат кислота нисбатлари сувда ўзгаради.

Мусбат тўйинган индексда сув хлорид ёки сульфат кислота билан ишланади. Бунда сувдаги ионлар камайд, CO_2 нинг концентрацияси қуйидаги реакцияга мувофиқ ортади: Натижада сувдан калций карбонатнинг чўкиши тўхтади. $l < 0$ бўлганда сув оҳак ёки сода билан ишқорлантирилади. Сувга молда қўшилганда ҳимоя пардаси ҳосил қиладиган ва коррозия жараёнини тўхтатадиган моддалар қаторига натрий гексаметафосфат ҳамда суюқ шиша киради. Сув гексаметафосфат билан ишланганида $\text{Ca}[\text{Ca}_2(\text{PO}_3)_6]$ типдаги кам эрувчан бирикма ҳосил бўлади. Булар билан коррозия қатламлар цементланади, уларни зичлаштиради ва сув ҳамда кислородни кам ўтказди. Коррозиядан ҳимоя қилиш учун суюқ шишанинг қўлланилиши унинг калций ва магний ионлари билан ўзаро таъсирлашув хусусиятига ҳамда берилган металлларнинг силикатларидан тузилган ҳимоя парда ҳосил қилишига асосланган. Электр кимёвий ҳимоя моҳияти, ҳимоя қилинаётган металлга нисбатан манийроқ электрод потенциали металлдан тайёрланган анод (протектор)ларнинг реакция бўйича системага бирикиб анод қисмда темирнинг эришини олдини олишдан иборат. Пулат конструкцияни ҳимоя қилиш учун рух, алюминий ва уларнинг қотишмаларидан тузилган анодлардан фойдаланиш мумкин. Ҳимоя қилинаётган иншоот катод вазифасини ўтайди, протектор ва иншоот потенциалларининг фарқи анод ва катод қисмлардаги металл юзасига нисбатан катта, эриш реакцияси анод-протекторда боради. Микробиологик коррозияга қарши универсал ҳимоя воситалари йўқ. Юқорида таъриф этилган ҳимоя қопламаларни яратиш усуллари металл сиргини сувдан изоляция қиладди. Демак, микробиологик таъсирлашувдан ҳам асрайди. Баъзи бир ҳолларда бактерицид ёки бактермостатик моддалар ҳам ишлатилиши мумкин. Сульфат редукцияланган бактериялар учун кислород самарали бактериостат ҳисобланади, шунинг учун аэрацияни кучайтириш сульфат редукцияланган бактериялар ҳосил қилган коррозияни секинлашиш

хусусиятига эга бўлади. Бу типдаги микробиологик коррозиянинг олдини олиш учун муҳит ишқорлантирилади (мумкин бўлган вақтларда) сульфат редукцияланган бактериялар $pH = 9$ бўлганда батамом тўхтайди.

9.5. Сув таъсирида бетон ва темир-бетоннинг емирилиши

Бетон ва темир-бетон водопровод ҳамда канализация иншоотлари қурилишда ишлатиладиган асосий материал ҳисобланади. Сув бу материалларга фаол таъсир этиб уларни емиради, бу технологик жараёнларнинг бузилишига, қувурларнинг ўтказиш хусусиятини пасайишига, сув сифатининг ёмонлашишига олиб келиши мумкин.

Сув таъсирида бетон ва темир-бетоннинг емирилиш сабаблари

Сув таъсирида бетон ва темир-бетонларнинг емирилиш тезлиги ҳамда эҳтимоллиги уларнинг таркиби ва бетоннинг структураси, унинг зичлиги ва сув ўтказувчанлиги, шунингдек, контактдаги сув таркиби ҳамда бу контактнинг шароитига боғлиқ.

Сув сизмайдиган мустаҳкам бетон қавати емирилмагунча темир-бетон арматураси коррозияга учрамайди. Ёриқ пайдо бўлиши ҳамда аста-секин бетоннинг емирилиши натижасида арматурада муҳит ҳосил бўлиб, коррозия ривожланади. Темир-бетоннинг арматурасининг коррозияси электр-кимёвий табиатга эга. Коррозия ривожланиши билан ҳосил бўлган занг аста-секин катталашади, бу, ўз навбатида, бетон қаватининг арматура бўйламасига парчаланишига олиб келади.

Бетонли қурилмаларнинг емирилишига асосий сабаб, бетон сифатининг қониқарсизлиги ҳамда унинг етарли даражада жойлаштирилмаганлиги, материалнинг ҳаддан ташқари кучланиши, механик таъсирлар, сувнинг юқори тезликдаги ҳаракати ҳамда ҳароратнинг кескин ўзгаришидир. Кучли карбонат кислота, кучли кислотали ёки кучли ишқорий муҳит, турли тузлар ва ҳоказолар таъсирида бетоннинг кимёвий деградацияси ҳосил бўлади. Бактериал жараёнлар ҳам бетоннинг емирилишига таъсир этади.

Бетоннинг кимёвий емирилиши учта тип жараёнда содир бўлади: 1) бетон компонентларининг сувли муҳитда эриши; 2) бетон компонентларининг сувда иштирок этувчи моддалар билан ўзаро таъсирлашуви, бетоннинг механик мустаҳкамлигини сусайиши;

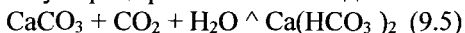
бетон маҳсулотларида бетоннинг парчаланиши ва емирилиши содир бўладиган кимёвий реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлиши.

Агрессив карбонат кислотанинг таъсири. Бетон қотган вақтида тахминан 10% соф калций гидроксид бетонда қолади. Бунинг натижасида кучли ишқорий муҳит ($\text{pH}=14$) юзага келади. Натижада ҳосил бўлган бетон арматурани ҳимоя қилиш қобилиятга эга бўлади.

Карбонат кислотанинг агрессив таъсири бетон таркибидаги оҳакни еритиб, уни чиқариб юборишдан иборат. Замонавий тасаввурларга кўра, бу жараён — бетон емирилишининг асосий сабабларидан биридир. Оҳакнинг эриб бетондан чикиб кетиши, бошқача айтганда, бетоннинг карбонизацияси куйидаги реакция билан ифодаланиши мумкин:



Бетонда карбонизация жараёни (бетон сиртида ҳам) содир бўлиши мумкин; бунинг натижасида бетоннинг барқарорлиги (пишиқлиги) ортади, чунки бетон сиртида ҳосил бўлган CaCO_3 қавати бетонни ҳимоя қилиш хоссасига эга. Лекин ҳужумкор карбонат кислота билан бетон узоқ вақт контактда бўлганида CaCO_3 қавати куйидаги реакцияга мувофиқ эриб кета бошлайди:



(9.4) ва (9.5) тенгламалар билан ифодаланган реакциялар биргалашиб, бетондан оҳакнинг эриб чикиб кетишини таъминлайди, чунки бунинг натижасида сувда яхши эрувчан калций бикарбонат $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ҳосил бўлади. Бетоннинг карбонизация жараёни фақат унинг сирти билан чегараланмайди; карбонизация бетоннинг ички қисмида ҳам содир бўла олади. Бунинг натижасида бетоннинг механик пишиқлиги пасайиб, арматурада дарзлар, бўшлиқлар ва бошқа салбий ҳолат (дефект)лар пайдо бўлади.

pH нинг таъсири. Бетон билан контактда бўлган сувли муҳитнинг pH катталиги 6—9 чегарасидан бошқача бўлмаслиги керак. Кислоталарнинг бетонни емиришга таъсири ўша кислоталарнинг калций тузлари эрувчанлигига боғлиқ равишда ўзгаради: сульфат кислотанинг калций тузларидан калций нитратга, ундан калций хлоридга ўтилган сари эрувчанлик кучайиб боради (бинобарин, бетоннинг емирилиши ҳам кучаяди). Оқова сувлардаги кучли ишқорий бирикмалар — бетон таркибидаги алюминийли компонентларнинг эришини тезлаштиради; шу йўл билан улар бетоннинг структурасини бузиб юборади.

Сувдаги ионлар таркибининг таъсири. Бетоннинг емирилиш тезлиги сувдаги ионлар таркибига ҳам боғлиқ. Масалан, агар сувда аммонийли бирикмалар куп бўлса, булар кучли ишқорий муҳит билан

контактда бўлганида бетон моддасидан аммиакнинг ажралиши кузатилади; бу жараён оҳакнинг эришини тезлатиб бетонни емирилишга йўлиқтиради. Магний тузлари ва оҳакдан кучсизроқ асослар шундай таъсир кўрсатади. Айниқса, таркибида аммоний, магний ва сульфат ионлари катта концентрацияда бўлганида бетон қаттиқ хужумга учрайди.

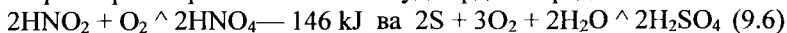
Агар сувдаги биологик жараёнларда иштирок этишга қобилиятли баъзи ионлар мавжуд бўлса, бу шароитда бетонни емирилишга ундовчи ҳаёт тузимига эга бўлган микроорганизмлар авж олиб, уларнинг ҳаётий маҳсулотлари бетонни емирилишга олиб боради. Бундай микроорганизмлар жумласига, масалан, нитрофикатор ва сульфатлик тион бактериялар киради; бетон жойлашган муҳитга кислоталарнинг қўшилиши эса бундай бактерияларнинг ривожланишига ёрдам беради.

Микроорганизмларнинг таъсири. Бетон емирилишининг микробил жараёнлари, кўпинча, олтингугуртнинг ўзгаришини амалга оширадиган бактерияларнинг амалиёти билан боғлиқ бўлади. Бу жараёнлар асосан, канализация коллекторида кузатилади.

Оқова сувнинг канал ва қувурларда (сувнинг ўз-ўзича тозаланиш тезлигидан) кичик тезликлар билан ҳаракатланиши натижасида сувдаги қўшимча моддалар чўкмага тушади. Бу чўкмалар сув тагида анаэроб (ҳавосиз) шароитда қолиб чирий бошлайди. Бундай шароитда Д сульфатларни қайтарувчи“ бактерияларнинг ривожланиши кучаяди; натижада органик моддалар оксидланиш жараёни билан бир қаторда водород сульфид H_2S нинг ҳосил бўлишини амалга оширадиган қайтарилиш жараёнлари ҳам содир бўлади.

Бетоннинг емирилиши, асосан, трубопровод (кувур)нинг юқори қисмидаги сув остида содир бўлади.

Бу зонадаги шароит (кислороднинг борлиги, H_2S нинг мавжудлиги, намлик) бу ерда тион бактериялар ва рангсиз олтингугурт бактерияларининг реакцияларини амалга оширувчи бактерияларнинг ривожланишига жуда ёрдам беради:



Бундан ташқари, баъзи тион бактериялар 2 валентли темирни 3 валентли темирга қадар оксидлай олади; бу ҳолда уч валентли темир, катод сиртидаги электронларни ўзига қабул қилиб, деполари-заторлик вазифасини бажаради.

Рангсиз олтингугурт бактериялар (9.5) ва (9.6) тенгламаларга мувофиқ, муҳитни оксидлаб, коррозия учун мақбул шароит яратади.

9.6. Металл қувур ва металл конструкцияларни коррозиядан ҳимоя қилиш

Металл сиртини коррозиядан ҳимоя қилишнинг асосий усуллари металл сиртини ҳимоя қават билан қоплаш ва электрохимик ҳимоя қилишдан иборат.

Қувурлар, одатда, биринчи усул билан ҳимоя қилинади. Қувурларнинг ташқи сиртини коррозиядан ҳимоя қилиш учун сирт тошқумир смоласи билан қопланади. Чўян қувурларнинг ички сирти ҳимоя қилиш учун битум ёки полимерлар билан қопланади, бу иш заводда қувурлар тайёрлаш вақтида амалга оширилади.

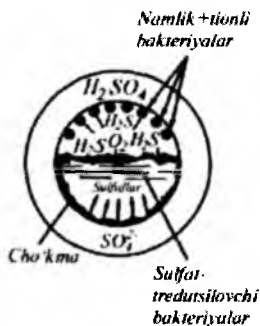
Коррозияни бутунлай тўхтатиш ёки сустлаштириш учун бу қувурларга юбориладиган сувни олдиндан қайта ишлатшдан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун сувга шундай муайян реагентлар қўшиладики, улар қувурнинг ички сиртида ҳимоя пардалар ҳосил қиладиган чўкмаларга айланади. Водопровод қувурларини коррозиядан сақлашда ниҳоятда самарадор усул сувни стабил қайта ишлатишдан иборат. Водопровод системасидан дастлаб фойдаланиш даврида сувнинг тўйиниш индекси $J = 0,5 + 0,7$ бўлиши ва уни шу ҳолатда сақлаб туриш керак. Бундай сув қувурлар узунасига ҳаракат қилганида, қувурнинг ҳамма ички сиртларида узунасига (периметри бўйича) калций карбонат қавати ҳосил бўлади; бу қават ҳосил бўлгани сабабли сув билан қувур металл орасида бевосита контакт бўлмайди. Ҳосил бўлган калций карбонат қавати сақланиб туриши учун истеъмолчига бериладиган сувнинг тўйиниш индексини нолга яқин қийматда тутиб туриш керак. Агар шундай қилиш зарур бўлса, бу мақсад учун сувни қайта ишлашга тўғри келади. Буни амалга ошириш учун сувдаги яримбоғланган ва еркин ҳолатдаги карбонат кислота концентрациялари маълум нисбатда бўлиши керак. Агар сувнинг тўйиниш индекси мусбат қийматга эга бўлса, сувдаги тузлар хлорид ва сульфат кислота билан қайта ишланади.

Шундай қайта ишлаш натижасида сув ўзининг коррозия хусусиятини йўқотади.

Натрий гексаметафосфат ва суюқ шиша сувга қўшилганида сувда ҳимоя парда ҳосил қилиб, коррозия жараёнини тўхтатадиган моддалар жумласига киради. Сувни натрий гексаметафосфат билан қайта ишлаганда, сувда кам эрийдиган бирикмалар турига кирувчи $\text{Ca}[\text{Ca}_2(\text{PO}_3)_6]$ туридаги ёмон эрийдиган бирикмалар ҳосил бўлиб, улар коррозия чўкмаларни цементлайди; уларнинг зичлигини камайтириб, сув ва кислородни ўтказмайдиган ҳолатга келтиради. Қувурларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун суюқ шиша

ишлатишнинг моҳияти суюқ шишанинг калций ва магний ионлари билан реакцияга киришиб, сувдаги Са ва Mg металлариининг силикатларидан иборат ҳимоя парда ҳосил қилиш қобилиятига асосланган.

Коррозияга қарши электрохимёвий ҳимоянинг моҳияти темирнинг анод участкасида эриб кетишдан сақлашдан иборат, бунинг учун анод участкасини электрод потенциали ҳимоя қилинадиган металлнинг электрод потенциалига қараганда манфийроқ қийматга эга бўлган металлдан тайёрланган анодлар (протекторлар) системасига уланади. Пўлат конструкцияларни ҳимоя қилиш учун анодлар сифатида рух, алюминий ва уларнинг қотишмаларидан фойдаланиш мумкин. Ҳимоя қилинадиган металл катод ролини ўйнайди; протекторлар билан иншоот орасидаги потенциаллар айирмаси, металллар сиртининг анод ва катод участкалари орасидаги потенциаллар айирмасидан каттароқ бўлганлиги сабабли эриш реакцияси протектор сифатида олинган анодда содир бўлади.



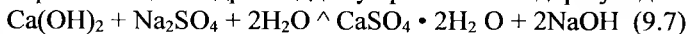
9.1-расм. Канализация коллекторида бактериологик жараёнининг схемаси

Микробиологик коррозиядан ҳимоя қилиш учун универсал воситалар мавжуд эмас. Ҳимоя парда (қоплама)лар яратишда юқорида баён этилган усуллар — металл сиртининг сувга тегиб туришидан, бинобарин, микроблар таъсиридан сақлайди. Баъзи ҳолларда бактерицид ёки бактриостатик моддалардан ҳам фойдаланиш мумкин. Сульфатларни қайтарувчи бактерияларга қарши курашишда кислородни қўллаш мумкин. Шу сабабдан сульфатларни қайтарувчи бактериялар томонидан юзага чиқариладиган коррозия тез-тез азрация бўлиб турган шароитда коррозия суст боради. Бу турдаги микробиологик коррозиянинг олдини олиш учун чора сифатида ишқорлашган муҳитдан фойдаланиш мумкин, чунки сульфатларни қайтарувчи бактериялар $pH=9$ бўлган муҳитда батамом йўқолиб кетади.

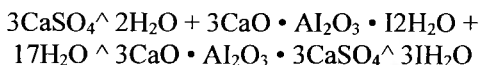
9.7. Денгиз сувининг бетонга таъсир этишида ўзига хослик

Денгиз суви таркибининг ўзига хослиги шундаки, денгиз сувида тузларнинг миқдори 25—40 г/л ни ташкил этишидир. Денгиз суви ер сиртидаги оқар сувлардан ўзининг ион таркиби билан кескин фарк қилади: ернинг уст қисмидаги сувларда Ca^{2+} , Mg^{2+} ионлари мавжуд бўлади; денгиз сувида эса, асосан, хлорид ионлари; катионлардан — натрий ионлари кўп учрайди. Денгиз сувида ионлар концентрацияси ер устидаги чучук сувлардаги ионлар концентрациясига қараганда жуда юкори бўлади.

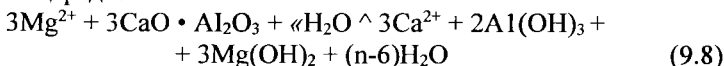
Денгиз сувининг бетонга кимёвий таъсири туз ва ионлари билан бетон таркибидаги компонентлар орасида бўладиган ўзаро таъсирлашишдан иборат. Масалан, сульфат ионлар таъсирида бетондаги эркин калций гидроксидда сульфатланиш содир бўлади:



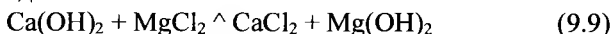
Сўнгра калций сульфат цементнинг алюмин билан реакцияга киришади:



Бу реакциялар натижасида ҳосил бўладиган калций сулфоалюминатни цемент бацилласи деб аталади; бу модда ўз ҳажмини 2,5 марта катталаштира олади, натижада бетон емирилади. Магний ионлари ҳам бетонга емирувчи таъсир кўрсатади. Магний ионлари калций алюмин билан ўзаро таъсирлашиб, бетондан калцийни чиқаради:



Бетондаги эркин калций гидроксид магний сульфат ёки магний хлорид билан реакцияга киришиб яхши эрувчан тузларга айланиб, бетондан чиқиб кетади:



(9.8) ва (9.9) реакциялар ҳосил бўладиган $\text{Al}(\text{OH})_3$ ва $\text{Mg}(\text{OH})_2$ таркибли гидроксидлар амфотер ивксимон моддалар бўлиб, аста-секин бетондаги дарз, бўш (ғовак) ва микроғовакларни тўлдириб бетонни қовушқоқмас массага айлантиради, чунки улар қовуштириш қобилиятига эга бўлмаган моддалардир.

Денгизларда бетоннинг кимёвий емирилишига денгиз сувининг кўтарилиши ёки пасайиши, тўлқинларнинг келиб урилиши тезлатувчи таъсир кўрсатади. Денгиз суви — турли-туман ҳайвон ва ўсимлик организмларининг табиий яшаш маконидир. Шунга кўра, баъзи ҳайвон ва ўсимлик турлари денгиз тагига чўккан жисмларда (бетон ва

темир бетонларда ўзларига ватан куриб) ажойиб ҳаёт кечиради. Кейинчалик шундай ҳулосага келиндикки, денгиз сувида бетоннинг кимёвий емирилишига ҳайвонлар организмидан ташкил топган ўсимталар, асосан, медиялар ва денгиз мавжудотлари ёрдам кўрсатади. Денгиз мавжудотлари нафасидан чиққан углерод (IV) оксид таъсиридан бетонда CaCO_3 қавати эриб кетади. Ўсимлик организмлар бетонни емирмайди, чунки улар фотосинтез жараёнида углерод (IV) оксидни ютиб, унинг концентрациясини пасайтиради.

Шундай қилиб, бетоннинг денгиз суви таъсирида емирилиши — кимёвий, механик ва биологик жараёнлар таъсирларида содир бўлади.

9.8. Бетон ва темир-бетон қурилмаларини емирилишдан ҳимоя қилиш

Бетонни емирилишдан ва темир-бетон арматураларни коррозиядан сақлаш учун бир неча ҳимоя усуллари қўлланилган.

Арматурани муваффақиятли ҳимоя қилиш учун бетон таркибини тўғри танлаш, ҳимоявий бетон қалинлигини тўғри топиш, уни пишиқ ишлаш каби чоралар катта аҳамиятга эга.

Махсус чора сифатида энг аввал арматурани цемент билан аралаштирилган битум бўёқ қавати билан қоплаш ва электро-кимёвий ҳимоя қўлланилади. Бетонни ҳимоя қилиш учун битум қоплама ва лаклардан фойдаланилади. Паст сифатли (паст маркали) бетонни ҳимоя қилишда бетон сиртидаги капиллар ғовак, дарз ва бетон ичига сув кириши мумкин бўлган тешикларни полимерловчи моддалардан тузилган елим билан беркитилади.

9.9 Қувур ўтказгич (кувур) ва иншоотларда чўкмалар ҳамда биологик ўсимталарнинг ҳосил бўлиши

Водопровод ва канализация иншоотлари доимо ер сиртидаги сув ҳавзасига уланган бўлади. Масалан, шаҳар водопроводи учун бундай сув ҳавзаси сифатида — шаҳарни сув билан таъминловчи сув ҳавзасини (масалан, дарёни) кўрсатиш мумкин; канализация уланадиган тармоқлар сифатида оқова сув тўпланадиган чуқурликлар хизмат қилади. Ер сиртидаги сув манбаида сув сифати унда ривож топган биологик мавжудотлар қувур ва гидротехник иншоотларда ҳосил бўладиган чўкмалар ҳамда биологик мавжудотларнинг пайдо бўлишини амалга оширади. Шу билан бирга, оқова сувларнинг сув ҳавзасига ташланиши натижасида сув ҳавзаси тагида ва унинг соҳилларида чўкмалар ҳамда биологик мавжудотларнинг ривожланиши ҳавзадаги сувнинг сифатига катта таъсир кўрсатади.

Шундай қилиб, сув ҳавзаси билан водопровод ёки канализация иншооти ўзаро бир-бирига боғлиқ системани ташкил этади. Бундай системалардан бирида чўкмалар ва биологик мавжудотлар ҳосил бўлишини ва унинг сабабларини кўздан кечирамыз.

9.10. Қувурлардаги чўкмалар, уларнинг келиб чиқиш сабаблари ва уларга қарши курашиш

Сув ўтказадиган қувурларнинг ички сиртида кўпинча шундай чўкмалар ҳосил бўладики, уларнинг табиати сувнинг хоссалари ва унинг ҳаракат режими (тартиби)га боғлиқ равишда ўзгаради. Қувур ичида чўкмалар ҳосил бўлганида қувур тешиги тораяди ва унинг сувни ўтказиш қобилияти сусаяди.

Ифлос сувнинг қувур ичида секин ҳаракати туфайли қувур сувида қўшимча моддаларнинг дағал дисперс системалар, қувур тагида эса чўкмалар ҳосил бўлади. Органик моддалардан келиб чиққан чўкмалар тезда чириб сувнинг сифатини ёмонлаштиради; темир-бетон қувурларни емирилишига сабаб бўлади. Анорганیک чўкмалар, масалан, сувда темир моддаси кўпайиб кетиши натижасида ҳосил бўладиган темир гидроксид аста-секин зичлашиб, сувда ҳосил бўладиган бошқа моддалар чўкмалари билан бирга қаттиқ системалар ҳолида сув тагига йиғилади (цементлашади). Коррозия туфайли пайдо бўлган темир гидроксид чўкиндилаётган ғадир-будир сиртларни ҳосил қилади. Қувур ичида ғадир-будир заминда чўкмаларнинг ҳосил бўлиши натижасида сувнинг оқиш тезлиги пасаяди; ундан ташқари, бу моддалар чўкиб, сув билан келган муаллақ заррачаларни ўз сиртига тортади, чунки ғадир-будир сиртига заррачалар яхши чўқади. Агар қувурдан ўтайдиган сувда чўкмага тушадиган моддалар иштирок этса, бориб-бориб қувур тешиги зич бекилиб қолиши ҳам мумкин. Ниҳоят, сув билан совитиладиган системаларда иссиқ алмаштиргич сиртларида сувдан йиғилган чўкмалар ҳосил бўлиши ҳам мумкин. Сув тагига тушган чўкмалар, асосан, калций карбиддан иборат бўлади; бу чўкма сув иситилган вақтда, асосан, сув тагига чўккан калций карбонатдан иборат:

Реакция мувозанат ҳарорат кўтарилганида ўнг томонга силжийди; бунинг натижасида сувда эриган карбонат кислотанинг эрувчанлиги пасаяди; агар системада калций ионлари бўлса, калций карбонат CaCO_3 ҳосил бўлиб, у билан бирга сувдаги муаллақ моддалар ҳам бирга чўкиб, чўкма ҳажми катталашиб боради.

Чўқмаларга қарши курашишда қўриладиган асосий чоралар: сувдаги муаллақ қўшимча заррачаларнинг чўқмаслигига эришиш учун сув ҳаракатининг тезлигини катталиқда сақлашдан, коррозияга йўл қўймасликдан, сувни дастлаб бошдан-оёқ юмшатиб туришдан ва иссиқ сувдан қуйқалар тушмаслигини таъминлашдан иборат.

9.11. Саноат корхоналарини айланма тарзда сув билан таъминлаш системасида биологик ўсимталарнинг ривожланиши ва унга қарши курашиш йўллари

Ер устидаги ҳавзалардан сув билан бирга айланма системага келиб қолиб, сув ҳавзаларида, қувурларда, иссиқ алмаштирувчи аппаратларнинг сиртларида ва айланма сув совитиладиган жойлар шароитида ҳаёт кечиришга мослашиб қолган организмлар биологик ўсимталар ҳосил қилади. Айланма системада биологик системаларнинг ҳаёт кечириши учун муносиб шароит (яъни, овқатли моддалар ва мувофиқ ҳарорат режими) мавжуд бўлгандагина бу системада биологик ўсимталар пайдо бўлади. Олимлар айтишларига қараганда, системада перманганат таъсиридан оксидланиш қиймати 4—6 мг 1 дан ортиқ бўлса, ўсимталарнинг пайдо бўлиши муқаррардир. Агар сувда фосфорли бирикмалар бор бўлса, у ҳолда ўсимталарнинг ҳосил бўлиш самарадорлиги ортади.

Ҳозирги вақтда кўпчилик саноат корхоналарида аппаратларни совитиш учун тозаланган оқова сувлар ишлатилмоқда. Тозаланган оқова сувлар табиий оқар сувлардан шу билан фарқ қиладики, улар таркибида тузи бор моддалар кўпроқ бўлади ҳамда уларга махсус моддалар қўшиш мумкин. Бундай сувлардан фойдаланилганда қуйқанинг ҳосил бўлиши тезлашади (калций ва магний концентрацияси ортганида); агар айланма системалардаги сувда хлорид ва сульфатлар концентрацияси юқори бўлса, бетоннинг емирилиши ва металл коррозияси тезлашади.

Шаҳарларнинг оқова сувлари кум филтрлардан ўтказилиб тозаланганидан (зарарсизлантирилганидан) кейин ҳам, совитиш мақсадида ишлатилганида, биологик ўсимталарнинг ривожланишига ёрдам бериб, бу жараённинг самарадорлигини орттиради, чунки бундай сувда биогеңлик кучли бўлади (бундай ҳолатнинг яратилишида органик моддаларнинг ҳамда азот ва фосфор бирикмаларининг мавжудлиги бу ҳолатнинг содир бўлишига ёрдам беради).

Биологик ўсимталарнинг ривожланиш табиати ва тезлиги ҳароратга боғлиқ. Сув манбаларида биомавжудотларнинг миқдори ва сифат таркиби йил фаслларига қараб ўзгариб туради. Айланма сувни очик равишда совитиладиган ҳавзаларда (яъни ҳовуз, сачратма сув тушадиган жойларда) ҳам биологик жараёнларнинг самарадорлиги йил фаслларига қараб ўзгариб туради. Фақат, берк иссиқ алмаштиргич аппаратлардагина биомассанинг ривожланиши йил бўйи ўзгармайди, чунки бу системада ҳар доим бир хил ҳарорат режими сақланади.

Иссиқ алмаштиргич аппаратлар ва қувурларда биологик ўсимталар бактериялар борлиги туфайли ривожланади. Ўсимта ҳосил бўлиш жараёни аппаратнинг сув билан ҳўлланадиган сиртида шиллик парданинг ҳосил бўлишидан бошланади. Олиб борилган изланишларга кўра, бактериал ўсимталарнинг асосий қисми заоглей бактериялар (Заоглоеарамигера) туфайли ҳосил бўлади. Шунингдек, ипсимон Спҳаератилус турдаги бактериялар ҳам, сувда темир миқдори кўп бўлганида темир бактериялар ҳам ривожланади (кейинги ҳолда ўсимта таркибида темир бактериялар борлиги аниқланган). Қувурларда механик (айниқса органик моддаларнинг) чўкмалари ҳосил бўлиши натижасида бошқа гидробионт бактериялар ҳам ривож топади.

Иссиқ алмаштиргич аппарат ва қувурларнинг биоўсимталари таркибида бактериялардан ташқари замбуруғ, чувалчанг ва бошқа содда мавжудотлар борлиги ҳам аниқланган. Энг содда ўсимталарнинг асосий вакиллари жумласига Парамесиум, Вартиселла, Сарчесиум турларидаги инфузориялар, чиғаноқ тусли амёбалар киради. Чувалчанг ва қуртлар туркумидан нематода ва олегохеталар учрайди. Баъзан ўсимталар таркибида лишанкалар ҳам учрайди.

Сув совитиладиган (градирия ва сачратма ҳавзаларда) биологик ўсимталарнинг табиати юқорида баён қилинган ўсимталардан ўзида сув ўсимликлари кўп бўлиши билан фарқланади. Сув ўсимликлари ёруғлик тушадиган, сув билан ювилиб турадиган сиртларда ривожланади. Кўклам ва куз пайтларида ўсимталари, асосан, диатомеялардан иборат бўлиб, йилнинг иссиқ фаслларида яшил сув ўтлар ва сианбактериялар ривожланади.

Бу системада содир бўладиган узлуксиз жараёнлар улар билан контактдаги сувнинг сифатини ўзгартиради. Натижада микроорганизмлар учун овқатга яроқли моддалар сарфланиб кетади; уларнинг эвазига сувда ўсимта организмларнинг ҳаёт кечиришларидан ҳосил бўлган моддалар, ўлган хужайралар ва уларнинг емирилиш маҳсулотлари ўрин олади.

Сув қабул қилувчи камераларга, дағал катакларга, насосларнинг сўриш қисмларига жойлашиб олган дрейссен номли моллускалар гидротехник иншоотлар ишида қийинчилик яратади. Бу моллусканинг эндигона тухумдан чиққан қуртлари сув билан бирга айланма сув таъминоти системасига ва тозаловчи иншоотларга кириб олиб, у жойдаги қувур ичини ва резервуарларни тўлата бошлайди. Кузатувларга қараганда, айрим техник водопровод участкасида уларнинг сони 100000 экз м² ни ташкил қилади; ўсиш баландлиги 25—40 мм га етади.

Биологик ўсимта қандай бўлмасин, баъзи қувурлар орқали сувнинг ҳаракатини сустлаштиради, иссиқ алмашиниш самарадорлигини кескин камайтиради; умуман, технологик жараёнларнинг издан чиқишига олиб келади. Биологик ўсимталарнинг табиатига қараб уларга қарши турли чоралар қўрилади.

Айланма сув билан таъминлаш системаларида бактериал ўсимталарга қарши кўпинча вақти-вақти билан сувга хлор юбориб турилади. Бериладиган хлорнинг миқдорини аниқлашда қайси вақтларда (неча кунда қанча хлор кераклиги) тажриба асосида системанинг хлор қабул қилиш хусусиятига қараб (био ўсимликларнинг ривожланиш самарадорлигини ҳисобга олган ҳолда) аниқланади. Сувга хлор юбориш вақтида системанинг иши тўхтатилмайди. Ҳозирги вақтда дрейссен моллускага қарши қўриладиган чоралар (кимёвий ва термик усуллар) аниқланган ва қўлланилмоқда. Тажриба натижаларига қараганда, бу чораларни эртароқ (ҳали моллускалар катта бўлмасдан аввал) ишлатиш яхши самара беради.

Хлорлаш ва мис купороси бериш-кимёвий кураш чоралари жумласига қиради. Бу реагентларни системага сув олиш вақтидан аввалроқ бевосита киритиш мақсадга мувофиқдир. Кимёвий кураш усулларида ёз вақтларида фойдаланиш ҳам мақсадга мувофиқдир, чунки моллускалар йилнинг иссиқ пайтларида тез ривожланади. Реагентларнинг ишлатиладиган дозалари тажриба асосида аниқланган бўлиб: хлор мг учун 4—10—п-, мис купороси учун 1—6 (мис иони бойича). Агар сув хлорни кучли ютса, хлорлашни май ойдан бошлаб октябрь ойигача давом эттирилади. Сув хлорни кучсизроқ ютса, бир йилда (кўклам ва кузда) ҳаммаси бўлиб, икки марта хлор берилади (ҳар сафар хлор бериш 10 кун давом этади). Купорослашни май-октябрь ойлари давомида 1 марта (2 кун ичида) бажарилади (ҳар сафар 1 соат давомида ўтказилади).

Купорослашни ариқ сувида шаклланиб бўлган ўсимталарга қарши ўтказилади.

Бу мақсад учун бирор идишни купорос концентрацияси 5 мг/л бўлган сув билан (эритма) тўлатиб 5 кун тинч қўйилади. Шундай иш бажарилганида моллускалар батамом ўлади; қувур сиртидан ювиб ташланади.

Моллускалар билан термик курашиш моллускаларни 32°C дан юқори ҳароратда батамом (қуртлари ҳам) ҳалок қилади. Тажриба натижаларига қараганда ҳарорати 40—45°C бўлган сув билан ўсимталар ўсган сиртни 5—15 дақиқа давомида ювиш натижасида дрессен батамом ҳалок бўлади. 1—24 соат ичида сирт ўсимталардан батамом тозланади.

Биологик ўсимталарнинг ривожланишини тўхтатиш мақсадида сиртлар махсус бўёқ ёки кузбаслак билан қопланади.

Х БОБ. ТАБИЙ ВА ОҚОВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ

Физик ва кимёвий жараёнлар

Табиий ва оқова сувларни тозалашда физик-кимёвий, кимёвий ва биологик жараёнлардан фойдаланилади: сув аста-секин (кетма-кет) муаллақ моддалардан, эритма ҳолатидаги органик ва анорганик моддалардан тозаланади. Тозаланган сувнинг хоссалари текшириб қўрилади. Бу ишларнинг бажарилиш тартиби сувнинг сифатига ва унинг қандай мақсадда ишлатилишига боғлиқ равишда олиб борилади.

10.1. Коогуляция ва флокуляция

Сувни унда эримайдиган қўшимчалардан тозалаш учун икки усулдан: седиментация ва флотация филтрация усулларида фойдаланилади. Седиментация усулида жараённинг самарадорлиги заррачаларнинг катта-кичиклиги ва солиштирма массасига қараб танланади; флотация усулида эса суспензияга ҳаво пуфакчалари юборилади; бу пуфакчалар муаллақ заррачалар билан бирлашиб кўпик ҳолида ажралиб юқорига кўтарилиб гўёки учиб чиқади. Табиий седиментацияни марказдан қочувчи куч таъсирида ва филтрлаш билан кучайтириш мумкин. 6-жадвалда сувдаги қўшимча моддаларнинг седиментация хоссалари келтирилган; бунда сув устунининг баландлиги заррача диаметрлари дмм лар билан кўрсатилган; чуқиш вақти *соат* ва *минутда* ифодаланган.

10.1- жадвал

Сувдаги қўшимчаларнинг седиментация хоссалари

Қўшимча модда номи	Заррача диаметри, мм	Баландлиги Им бўлган сувдан чуқиш вақти
Шагал	10	1 сек
Кум	1	10 сек
Майда кум	0,1	2 дақиқа
Лой	0,01	2 соат
Бактериялар	0,001	8 кун
Коллоид	0,001	2 йил
Заррачалар		20 йил

10.1-жадвалдан кўрамизки, сувдаги табиий қўшимчалар майда лой заррачалари, айниқса, коллоид заррачалар идиш тубига ўз-ўзича жуда

секин чўкади. Чўкиш жараёнини тезлатиш учун системани дестабиллаш, унинг агрегат барқарорлигини пасайтириш керак. Коллоид заррачаларнинг ассоциацияси ва седиментацияси коагулянтлар қўшиш билан амалга оширилади, коагуляция сифатида қўпинча темир ва алюминий тузларидан фойдаланилади; флокулантлар сифатида эса юкори молекулар органик полимер ва баъзи табиий анорганик моддалардан фойдаланилади. Тузларнинг коогуласион таъсири уларнинг сувда гидролизланишига ва, қатор оралик гидроксидлар ҳосил қилишига боғлиқ. Гидроксиалуминийнинг комплекслари коллоид заррачаларни нейтраллайди ваундан ташқари, полимерланиш натижасида Д кипиксимон“ чўкмаларнинг йириклашишига ёрдам беради. Коагуляция содир бўлиши учун зарур бўлган коагулянт миқдори тажриба асосида аниқланади (ҳар қайси коллоид эритма учун алоҳида тажриба ўтказиб топилади). Коагуляцияга доир тажриба ўтказишда коллоид эритмага қўшиладиган коагулянт миқдорини ҳар сафар аста-секин ошириб борилади. Бу мақсадда тиниқ шишадан ясалган бир неча стакан олиб, уларнинг ҳар бирига текширилиши зарур бўлган сувдан маълум миқдорда солинади; унинг устига маълум миқдор коагулянт эритма қўшилади; иккинчи, учинчи ва ҳоказо стаканларга солинадиган коагулянт эритма миқдори ортиб боради. Дозалар ёзиб борилади. Сўнгра бир неча дақиқа давомида стаканларда аралаштиргич ишга солинади (автомат). Аралаштиргич айланиш тезлиги тахминан 40 дақиқа⁻¹ бўлиши керак. Сўнгра аралаштиргичлар ўчирилади, стаканлардаги сув тиндирилади, шундан кейингина кузатиш бошланади. Кузатиш натижалари ёзиб борилади. Масалан: биринчи стаканда “кипиксимон” муаллақ модда йўқ бўлса, уни “1 да йўқ” деб ёзилади; бошқасида озгина бўлса “пахтасимон муаллақ модда ҳосил бўлиши ночор” деб ёзилади; сўнгра “майда кипиксимон коллоид мавжуд” деб, ундан кейин “ўртача даражада пахтасимон муаллақлар ҳосил бўлди” деб ёзилади. Ниҳоят “яхши натижага эришдик” деб ёзилади. Олинган стаканлардаги эритмаларнинг дзета потенциаллари аниқланиб, қуйидаги номлар билан аталадиган графиклар тузилади. “Коагулянт дозаси — дзета потенциал” ёки “коагулянт дозаси — лойқа қолдик” каби хулосаларга асосланиб, коагулянтнинг чўктирувчи дозаси топилади.

Коагулянт дозасини тахминий ҳисоблаш учун қуйидагича йўлни тутиш мумкин. Табиий лойқа сувларда коагуляция текширилганида сувсиз $Al > (SO_4)_3$, $FeSO_4$ ва $FeCl_3$ эритмалари коагулянт сифатида қўлланган бўлса, коагулянт дозаси 25 дан 70—80 мг/л оралигида бўлади. Рангли сувлар учун коагулянт дозасини қуйидаги формула асосида ҳисоблаш мумкин:

бунда: D_k — коагулянт дозаси, S — сувнинг ранги, град.

Сувда ишқор модда кам бўлса, унга аввал оҳак ёки сода солиб гидроксидларнинг ҳосил бўлиши амалга оширилади. Оҳак ёки сода (ишқор) қўшилган ҳолатдаги сувлар учун коагулянт доза куйидаги формулага мувофиқ ҳисобланади:

$$D_{ish} = K(0,018 D_k - ish + 1). \quad (10.1)$$

Бунда: D_{ish} — сувдаги ишқорнинг минимал миқдори (г/м³ ҳисобида); K эса CaO учун, Na_2CO_3 учун 53 га тенг D_k коагулянт дозаси. Агар (29) формула бўйича ҳисоблаганда D_{min} манфий қийматга эга бўлса, у ҳолда “Сувнинг ўзидаги ишқор етарли экан, унга оҳак ёки сода қўшиш керак эмас, деган хулоса чиқарилади.

Юқорида айтиб ўтилган коагулянтлардан ташқари $[Al_2(OH)_5]Cl + 6H_2O$ — алюминий оксихлорид ва $NiAlO_2$ — натрий алюминат ҳам коагулянт сифатида қўлланилади. Ундан ташқари, электролитик усулда ҳосил қилинадиган $AlCl_3$ (алюминий хлорид) ва $Al_2(SO_4)_3$ (алюминий сульфат) ҳам коагулянт сифатида ишлатилади. Кипиксимон коллоид моддаларнинг чуқишини тезлатиш мақсадида уларни йирик ҳолатга ўтказиш зарур. Буни амалга ошириш учун флокулянтлардан фойдаланамиз. Анорганик флокулянтлардан кўпинча активланган кумтупрок (H_2SiO_3)_n қўлланилади. Силикат кислотали эритмалар барқарор эмас, шу сабабли уларни тажриба ўтказиш вақтида тайёрлашга тўғри келади. Органик флокулянтлардан мамлакатимизда энг кўп ишлатиладиган флокулянт-полиакриламид (ПАА), амфотер турдаги полифункционал полимерлар $K = 4$ ва $K = 6$, катион флокулянт ва — 2 дир. Полиакриламид — нисбий молекулар массаси 1—30 миллионга тенг ноионоген полимер.

Флокулянтлар сифатида анион ва катион турдаги полиэлектролитлар ҳам ишлатилади. Анион турдаги полиэлектролитларда кўпинча адсорбентлик амалга оширадиган (масалан, аминокислоталар) функционал гуруҳлар ва манфий зарядланган ион гуруҳлар (карбоксиллар ёки сулфо гуруҳ) учрайди, улар полимерни катталаштиради.

Оқова сувларда ҳосил қилинган муаллақ моддаларни ажратишда (айниқса, бу ишнинг дастлабки босқичида) кўпинча ҳеч қандай реагентдан фойдаланилмайди. Лекин кейинги йилларда шаҳарларнинг оқова сувларини тозалашнинг физик-кимёвий схемаси яратилди; бунга кўра, тозалаш ишининг биринчи босқичида сувга реагентлар (аммоний сульфат ёки темир (II) хлорид ва оҳак) қўшилиши керак, шундан кейин бу моддалар қўшилган сувни (ундаги коллоид моддаларни чуқиши учун) тиндирувчиларга ўтказилади. Бу усулдан фойдаланилганида бир неча жараёнлар (коагуляция, флокуляция, бирга чуқиш, қўшимчаларнинг адсорбиланиши каби

ходисалар) содир бўлади. Бу усулда қўлланиладиган реагентларнинг дозаси табиий сувни тозалашда ишлатиладиган микдорларга қараганда анча юқори бўлади.

Ишлаб чиқаришлардаги окова сувларни тозалашда коагулянт сифатида ишлаб чиқариш чикиндиларидан, яъни шлам (майда туз ёки оксид заррачаларга эга бўлган балчиксимон модда) ва ишдан чиққан эритмалардан фойдаланиш аҳамиятга эга. Масалан, этил бензол ишлаб чиқаришда чиқинди модда сифатида алюминий хлорид ҳосил бўлади; металлари кислоталар билан ишлашда эса, чиқинди сифатида темир (II) сулфат ҳосил бўлади ва ҳоказо.

10.2. Тиндириш

Табиий ва окова сувларни тозалашдаги технологик жараёнларда икки турдаги заррачалар чўкади: буларнинг бири — гранулалардан, иккинчиси флокулалардан иборат. Гранула ҳолатидаги заррачалар бир-бири билан боғланмаган ҳолда ва ўзгармас тезлик билан ўз-ўзидан чўкаверади; флокулаларда чўкиш жараёни анча мураккаб, чунки флокулалар сунъий (коллоид) ва табиий моддаларнинг агломератсияси натижасида келиб чиққан аралашмалардан иборат бўлиши мумкин. Агар флокулаларнинг концентрацияси кичик бўлса, эритманинг юқори қисмида ҳосил бўлган қипиксимон коллоид моддалар бир-бири билан боғланмаган ҳолатда ўз-ўзидан чўка бошлайди; лекин улар пастроққа тушганида бир-бири билан тўқнашиб йириклашади; натижада уларнинг чўкиш тезлиги ортади. Бу ҳодиса **флокулант чўкиш** деб аталади.

Концентрация юқори бўлганида қипиксимон коллоид моддалар биргалашиб чўкади, бу вақтда суюкликнинг устки қавати билан чўкманинг сирти орасидаги фазалар ажралган чегара аниқ ифодаланаяди. Бундай чўкиш **зона чўкиши** деб аталади.

Гранулалардан иборат заррачаларнинг чўкиш назарияси куйида келтирилган тасаввурларга асосланади. Тинч ҳолатда турган заррачага гравитацион куч F_g таъсир этади; бунинг натижасида қипиксимон коллоид моддалар пастга ҳаракатлана бошлайди. Сувда қовушқоқлик борлиги ва энергия туфайли юзага чиққан қаршилик кучи F_k қипиксимон коллоид моддаларнинг (яъни заррача) ҳаракатига қаршилик кўрсатади. Бинобарин, дастлаб нолга тенг тезликка эга бўлган заррача вақт ўтганидан кейин ўзининг ўзгармас тезлигини F_g ва F_k га қадар етказаяди, чунки бу вақтга келиб F_g ва F_k орасида мувозанат қарор топади.

Сув таъминоти ва канализация амалиётида сувдаги заррачаларнинг мм/с билан ифодаланган 10°C даги чўкиш тезлиги U_0

гидравлик йириклик (бирлик) деб аталади. Тажриба натижаларига кўра лойқалиги кам (концентрацияси 50 мг/л), лекин рангдор сув коагуляциядан ўтганидан сўнг унга муносиб U_0 нинг қийматлари: 0,35—0,45— \$, концентрацияси 250 мг/л бўлган лойқа сув учун коагуляциядан кейин U_0 нинг қиймати 0,5— 0,6— ни ташкил этади, шу сувлар учун U_0 нинг қиймати коагуляциядан олдин 0,15— дан катта эмас.

Сувни тиндирувчи иншоотлар режаси тузишдан аввал $\phi_l = \phi(t)$ боғланиш ўрганилади; тиндирувчида сувнинг баландлиги 500 мм дан кам бўлмаслиги, идиш диаметри 100 мм дан кичик бўлмаслиги керак. Коллоид моддаларнинг дастлабки концен-трацияси 1000 дан ортиқ бўлган фаол чўкиш содир бўладиган сувни тиндириш учун қўлланиладиган тиндиргичлар лойиҳасини тузишда эмпирик формулалардан фойдаланилади.

Фаол чўкиш содир бўладиган тиндиргичларни лойиҳалашда баъзан Диндекс“ тушунчасидан фойдаланилади. Ҳажми I_0 индекс билан ишораланади. 1 мл — 1 г чўкма 30 дақиқа тиндирилганидан кейин банд этадиган мл ҳисобидаги ҳажмни кўрсатади. Ундан ташқари, зичлик индекси тушунчаси ҳам киритилган. I_0-1 мл сув тиндирилгандан кейин неча грамм модда чўкишини кўрсатадиган қийматдир. Амалиётда, асосан, ҳажмий I_0-1 г/мл индексдан фойдаланилади.

Табиий сувларни тозалашда (хаттоки ичимлик сувни тозалашда ҳам) тиндириш жуда муҳим аҳамиятга эга жараёндир. Кўпчилик ҳолларда оқар турдаги тинитувчилардан фойдаланилади; контакт тиндиргичлар кам ишлатилади. Сув оқимида мос равишда тозалаш иншоотлари шартли равишда горизонтал, радиал ва вертикал турларга бўлинади. Тиндиргичларни ясашда модул қўйиш алоҳида аҳамиятга эга. Модулар бир-биридан 20—40 см баландда жойлашган параллел тахталардан иборат. Сув юқоридан тушганида лойқалар шу тахталарга жойланиб қолади. Натижада иншоотнинг иш унуми ортади.

10.3. Флотация

Флотация ҳодисаси бирор суюқлик зичлиги билан ўша суюқликда дисперсланган муаллақ модда (ёки суюқлик томчиси)нинг зичлиги орасида айирма бўлганидагина амалга ошади. Бу ҳодиса (яъни флотация)нинг бунёдга келишида зичлиги сув зичлигидан кичик заррача — ҳаво“ номли комплекс ҳосил бўлиши шарт. Суюқлик ичида таъсир этадиган кўтарилиш, гравитация ва қаршилик кучлари таъсирида. Қаттиқ жисмнинг суюқлик хўллаши учун қаттиқ

жисм сирти билан (ёки газ пуфакчалари билан) суюқлик сирти орасидаги чет бурчак аҳамиятга сазовордир (30° - расм). Агар $\theta = 0$ бўлса, қаттиқ жисм билан ҳаво орасида адгезияга ўрин қолмайди. Агар $\theta = 180^\circ$ бўлса, у ҳолда қаттиқ жисм сув билан ҳўлланмайди. Ҳаво билан қаттиқ жисм учрашуви максимал қийматга етади. Амалда бу ҳолат учрамайди. Симоб билан ҳаво орасида ҳосил бўладиган максимал бурчак 110° га тенг. Одатдаги қўшимча моддаларнинг ҳаммаси сув билан ҳўлланиш бурчаги 0 нинг қиймати 0 билан 110° орасида бўлади. Бу бурчак қанчалик катта бўлса, адгезия шунчалик ортиб боради. Реал системаларда модданинг ҳўлланилиши фақат заррача табиатигагина боғлиқ бўлмасдан, балки унинг шаклига ҳам боғлиқдир.

Флотация усули, айниқса, ишлаб чиқаришдаги оқова сувларни тозалашда кенг қўлланилади. Бунинг ёрдами билан сувдан муаллақ моддалар ва қисман коллоид ҳамда эритма ҳолатидаги моддалар чиқиб кетади.

Суюқликнинг ҳаво пуфакчалари билан тўйиниш усулларига қараб флотация бир неча турга бўлинади: ҳавони сувдан чиқариш билан содир бўладиган флотация, ҳавони механик дисперслаш билан содир бўладиган флотация, ғовак материал орқали ҳаво юбориш билан содир бўладиган флотация, электролиз усулида газлар ҳосил қилиш билан содир бўладиган флотация (электрофлотация) дейилади.

10.4. Филтрлаш

Филтрлаш деганда, қаттиқ қўшимчаларни ўзида ушлаб қолиб, ўзи орқали сувни ўтказадиган ғовак материал ёрдамида суспензияларни сузиб олиш жараёнини тушунмоқ керак. Агар заррачаларнинг ўлчами филтрловчи ғовак материалнинг (элак) тешикларидан каттароқ бўлса, қаттиқ заррачалар элакдан ўтмай, сиртида ушланиб қолади. Филтрлашнинг бу кўриниши сирт филтрлаш, чўктириб филтрлаш ёки асосий филтрлаш деб аталади. Агар заррачалар элак тешикларидан ичига ўтиб кетса, бундай филтрлаш ҳажмий филтрлаш деб аталади.

Суюқлик оқимининг ғовак муҳит орқали ўтиш ҳаракати Дарси қонунига бўйсунди. Бу қонунга кўра филтрланиш тезлиги $\mathcal{S}$ зиддият R нинг камайишига пропорционал бўлади; бу ерда пропорционаллик коэффиценти K суюқликнинг динамик қовушоқлиги n га ва муҳит қаршилиги R га боғлиқдир:

$$\mathcal{S} = Kp; K = 1/(nR).$$

Чўкмаларни сувсизлантиришда биз сирт-фильтрлашдан фойдаланамиз дейиш мумкин. Бу ишни вакуум-фильтрлаш билан ҳам амалга оширамиз (фильтр-прессларда ҳам).

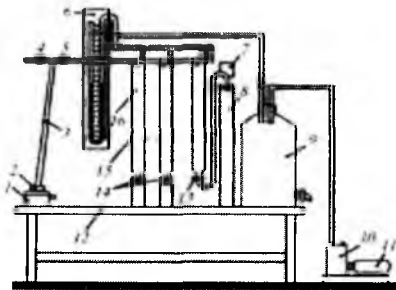
Фильтрлашга ғовак элақда йигилган чўкма ҳам, элак тешиклари ҳам қаршилиқ кўрсатади. Чўкмаларнинг ҳар бир тури фильтрлашга қаршилиқ кўрсатади. Бу қаршилиқ солиштирма қаршилиқ деб аталади:

$$r = \frac{2pF^2}{vC} \quad (10.2)$$

бунда: p — солиштирма қаршилиқ, F — фильтрлаш вақтидаги босим (вакуум); v — фильтрат қовушоклиги, C — қаттиқ фаза массаси; $v = t/v^2$ — тажриба йўли билан топиладиган параметр (V — ажралиб чиққан фильтрат ҳажми, t — фильтрлаш учун кетган вақт).

Фильтрлашга кўрсатиладиган солиштирма қаршилиқни лабораторияда аниқлаш у қадар қийин эмас. Бу асбобнинг асосий қисмини Бюхнер воронкаси, ўлчов цилиндри, вакуум-насос ва таймер ташкил этади. Зарурий бўшлиқ ҳосил бўлганидан ва ўзгармас фильтрлаш режими топилганидан кейин $t/v = f(v)$ аниқланади. График бўйича v топилади, сўнгра (30) формуладан солиштирма қаршилиқ R топилади.

Агар p катталиги маълум бўлса, аппаратларнинг иш унумини ҳисоблаб чиқариш мумкин.



10.1- расм. Фильтрлашга кўрсатиладиган солиштирма қаршилиқни лабораторияда аниқлаш асбоби:

1— найча қориштира; 2— тўлдирилган воронкаси; 3— вакуум шланкаси; 4, 5, 13, 14— берктиш кранлари; 6— Итут вакеметр; 7— Буюхнер воронкаси; 8— ўлчов цилиндри; 9— Песивер шишаси; 10— насос; 11— электродвигател; 12— стол; 15— ушлагич; 16— фильтрлаш елими.

Муаллақ моддаларга эга сувни кум кавати (ёки бошқа донатор материал)дан ўтказиб филтрлашда, яъни ҳажмий филтрлашни амалга оширишда қуйидаги жараёнлар кузатилади:

— сувдан чиққан қўшимча моддалар юпқа қават шаклида филтрловчи материал сиртини коплайди (пардали филтрлаш рўй беради);

— сувдан чиққан қўшимча моддалар филтрнинг ғовак тешикларига тупланadi (ёпишиб қолади);

— сувдан чиққан қўшимчаларнинг бир қисми огир материал сиртига ёпишади.

Пардали филтрланиш жараёни кичик тезликка эга бўлган ҳолларда кузатилади. Бу ҳолда филтрланиш сустр боради. Ҳосил бўлган қўшимча парда жуда майда дисперс заррачаларни ҳам ушлаб қолади. Бунинг натижасида сув жуда яхши тозаланади.

Филтрлаш ишини иккита муҳим катталиқ билан тавсифлаш мумкин: филтрланишнинг давомати T_f (вақт) ва иккинчиси — напор (босим) камайиши N дир. Филтрланиш жараёнида филтрловчи материал ифлосланганидан кейин сувнинг филтр қаватидан олдинги босими унинг филтр қаватдан кейинги босими (яъни напор пасайганидан кейинги босим) орасидаги айирма — напорнинг камайиши катталашиб боради. Бунинг натижасида филтрланиш тезлиги пасая боради. Шундан кейин филтрлатиш тўхтатилиб, филтрловчи материал тозаланади, шунда у ўзининг филтрлаш хусусиятини тиклаб олади. Филтрли тозалашгача ўтган иш вақти **филтрланиш давомати** деб аталади. Ҳали ифлосланмаган филтрловчи қаватда напор (босим)нинг камайиши сувнинг филтрланиш тезлигига, сувнинг ковушқоқлигига, филтрловчи қаватнинг ғоваклари ўлчамига (катта-кичиклигига), ғовакларнинг шаклига ҳамда филтрловчи қават баландлигига боғлиқ эканлигини айтиб ўтамыз.

Соф пардали филтрланишда, коллоид модда эзилиб бир-бирига ёпишиб кетмайдиган ва тешиклари босим ўзгаришида ўзининг ўлчамини сақлаб қоладиган ҳолларда филтрланиш давомини ҳисоблаш мумкин.

Бу ҳолда филтрланиш чегара напорига етмасдан аввал (тозалаш учун) тўхтатилади.

Амалиётда кўпинча ҳисоблаш формулаларидан фойдаланилмайди, чунки ҳамма омилларни эътиборга олиш — жуда мушкул иш. Шу сабабдан сувни маълум концентратсиядаги суспензия заррачаларидан талаб этилган даражада тозалаш учун тавсия

қилинган тезликлар қийматига ҳамда фильтрлаш вақтига мувофиқ равишда иш юритилади.

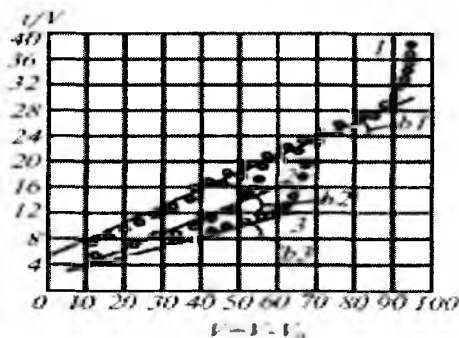
Ҳажмий фильтрлашнинг яна бир тури *микрофильтрлаш* деб аталади; унда фильтрловчи материал сифатида диаметри 5 мкм дан кичик заррачаларни ҳам ўтказмайдиган синтетик мембраналардан фойдаланилади.

Сувдан муаллақ ва (коагулатсиядан кейин) коллоид заррачалар чиқарилиб бўлгач, сувни эриган ҳолатда мавжуд бўлган молекула ёки ионлар шаклидаги қўшимчалардан тозалашга ўтилади. Бу мақсад учун мембран сепарация, сорбция ва ион алмаштириш усуллари қўлланилади.

10.5. Мембран сепарация

Мембран учун яримўтказгич мембраналар ишлатилади.

Яримўтказгич мембраналар. Кўпчилик ҳолларда ярим ўтказгич сифатида ўзи орқали сувни ва кичик ўлчамли эритма ҳолатидаги заррачаларни босим остида ўтказиш хоссасига эга бўлган, лекин катта ўлчамли моддаларни ўтказмайдиган синтетик полимерлардан фойдаланилади. Мембран сепарация — ультрафилтрация ҳам тескари осмос номли икки турга бўлинади. Ультрафилтрация ёрдамида сувдан молекулар массаси 10—100 кг мол бўлган модда ажратиб олинади, тескари осмос (унинг иккинчи номи гиперфилтрация) бўлиб, унинг ёрдами билан сувнинг бир мол массаси бир неча юз грамм билан ўлчанадиган аралашиб қолган моддалардан озод қилади. Шунини айтиб ўтиш керакки, фильтрланиш натижасида эритманинг кимёвий таркиби ўзгармайди, лекин мембран сепарация эса эритма таркибини ўзгартиради, бу ҳолат модданинг кимёвий салоҳиятини ўзгартиришда ўз аксини топади.



10.2-расм. Поларизацион концентрацияси

Эритма мембрана орқали ўтганида мембрананинг икки томони орасида концентрациялар фарқи юзага чиқади. Эритмадаги аралашган моддаларнинг мембрана орқали ўтишига ҳалал бериш мақсадида филтрланувчи суюқликка босим кўрсатиш керак. Эритмага бериладиган бу босим эритманинг *осмотик босими* деб аталади. Эритманинг осмотик босими.

Диализ содир бўладиган мембраналар. Бу мембраналар ўзидан сувни ўтказмайди, лекин ҳар қандай ионларни ёки маълум зарядли ионларни ўзидан ўтказди. Эритмани ажратишда таъсир этувчи куч сифатида мембрананинг икки томонида кимёвий потенциаллар айирмаси хизмат қилади. Бу айирма икки томондаги эритмалар концентрациялари орасидаги фарқдан (оддий диализ учун), босимлар орасидаги фарқдан (пезодиализ) электр потенциаллар айирмасидан (электрдиализ) иборат бўлиши мумкин.

10.6. Сорбция ва катализ

Сорбция — бир модда (сорбтив)нинг иккинчи модда (сорбент) томонидан ютилишидан иборат. Бу таъриф ютилиш жараёни механизмига боғлиқ эмас. Сорбция турлари адсорбция, абсорбция, хемосорбция ва капиллар конденсатланишдан иборат.

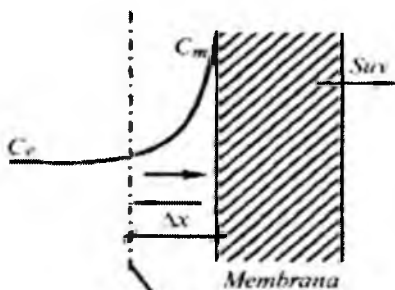
Адсорбция — модда концентрациясининг фазалар ажралиши чегарасида ўзгариши жараёнидир. Ютиладиган модда (сорбтив) ютувчи модда (сорбент) сиртига жойланади.

Абсорбция сорбтивнинг сорбент ҳажмига ютилишидан иборат. Агар сорбция вақтида кимёвий реакция содир бўлса, бундай жараён **хемосорбция** деб юритилади. Капиллар конденсатланиш — бугунинг сорбентлардаги микроғовакларда суюқликка айланишидан иборат. Капиллар конденсатланишнинг келиб чиқиш сабаби шундаки, капилларнинг ботиқ жойидаги (ботиқ менискдаги) буг босими айни ҳароратда ўша суюқликнинг тўйинган буг босимига қараганда кичикдир.

Сорбция — эриган (айниқса органик) моддаларни сувдан ажратиб олиш учун қўлланиладиган энг самарали усулларидан биридир. Оқова сувларни тозалашда шундай кўнгилсиз ҳодисалар учраб турадики, унинг натижасида ютилган модда фойдали мақсадда ишлатилади, бу еса сувни тозалашдаги сарфларни маълум даражада қоплайди.

Сорбентлар сифатида турли табиий ва сунъий тайёрланган ғовак материаллар: турли маркадаги фаолланган кўмир, кул, майда кокс, торф, силикагел, фаол лой ва бошқа моддалар ишлатилади

Эриган моддалар қаттиқ адсорбентларга ютилганида маълум даражада эритувчи (яъни сув) ҳам биргалашиб ютилади. Сувнинг ютилишини камайтириш мақсадида гидрофоб сорбентлар (фаолланган кўмир, кул ва бошқа моддалар) ишлатилади, фаолланган кўмир ва кул гидрофоб сорбентлар жумласига киради. Кутбсиз эритувчилар, масалан, нефт ютилмаслиги учун гидрофил сорбентлар: силикагел, алумогел ва бошқа моддалар ишлатилади.



10.3-расм. Эгри сорбция. C_m —эритма концентрацияси;
 C_e —сорбирум моддасининг 1 масса сорбентга миқдори.

Сорбент фаоллиги 1 м^3 ёки 1 кг сорбентга ютиладиган модда миқдори билан ўлчанади, ундан ташқари, сорбентнинг фаоллиги сорбент тузилишига ҳам боғлиқ. Масалан, фаол кўмир уч хил бўлади: 1) йирик кўзанакли, 2) майда кўзанакли, 3) аралаш майда-йирик кўзанакли кўмир. Кўзанақлар ҳам уч хил бўлади: макроқўзанақлилар ўлчами — $0,1\text{—}2 \text{ мкм}$, оралик кўзанақлилар ўлчами — $0,004\text{—}0,1 \text{ мкм}$, микроқўзанақлилар ўлчами — $0,001 \text{ мкм}$ дан кичик. Макро ва оралик кўзанақлилар моддаларни ўзида кам ушлаб қолади: улар транспорт, каналлар хизмати бажаради. Бинобарин, фаол кўмирнинг сорбентлик сифими ундаги микроқўзанақлар борлиги билан тавсифланади.

Сорбентнинг адсорбцион хоссаларини баҳоланиш мезони сорбция изотермасидир. Сорбция изотермаси деганда, I ҳажм қисм ёки I масса қисм сорбент эритмадан модда миқдори билан эритма концентрацияси орасидаги боғланишни кўрсатувчи эгри чизикдан иборат. Газлар қаттиқ сорбентга ютилганида энг содда сорбция изотермаси ҳосил бўлади

10.7. Ионлар алмашинуви

Ионлар алмашинуви деганда, сувдаги бир тур ионларни чиқариб, уларни бошқа тур ионлар билан алмаштириш жараёнини тушунмоқ керак. Бу жараён ион алмаштирувчи таркибидаги мусбат ёки манфий ионларни бошқа кислота ёки асос гуруҳларга алмаштира оладиган ва сувда эримайдиган донатор моддалар ёрдамида амалга оширилади. Кўпинча **смолалар** деб аталадиган ион алмаштирувчи материаллар сифатида табиий ва синтетик моддалар хизмат қилади.

Сувни тозалаш технологиясида ион алмаштирувчи моддалар сувни юмшатиш (сувдан калций ва магнийни чиқариб юбориш) ва сувни тузлардан ҳоли қилиш мақсадида ишлатилади.

Сувни юмшатиш учун қўлланиладиган табиий ион — алмаштирувчилардан энг машҳури — глаунонит кум бўлиб, сунъий ион алмаштирувчилар жумласига сулфокўмир, KU — 1, Ku — 2, SBS, KB — 4 ва бошқа катионитлар киради.

Табиий катионитларнинг ион алмаштириш сиғими 125—150 г-екв/м³ ни ташкил этади. Сунъий катионитларнинг ион алмаштириш сиғими 400—600 г-екв/м³ га яқин, лекин яна шундай смолалар борки, уларнинг ион алмаштириш сиғими 2800 г-екв/м³ га этади.

Қаттик сувни юмшатишда содир бўладиган асосий қайтар реакция тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:



Бу тенгламадаги R — катионитнинг сувда эримайдиган таркиб қисми, у шартли равишда икки валентли деб қабул қилинади.

Алмашиниш натижасида сувда **калций** ионлар **ўрнини ионлар** эгаллайди, улар сувга каттиклик бермайди. Бу жараёнда сувдаги бикарбонат ионларнинг миқдори ўзгармайди. Лекин сувда тузларнинг миқдори ортади: 40,08 атом массага эга бўлган калций ионлар ўрнини $2 + 22,99 = 45,98$ атом массали натрий ионлар эгаллайди.

Магний ионларини алмаштириш ҳам худди калций ионлари алмашинуви каби содир бўлади: бунда ҳам тузларнинг сувдаги миқдори янада ортади.

Катионитни алмаштириш сиғими тугаганидан сўнг, катионит филтрни қайтадан тиклашга тўғри келди. Агар натрийли катионитни ош тузининг (2 дан 10% гача) эритмасига тушириб қўйилса, у ўзининг аслига қайтиб, яна ишга яроқли бўлиб қолади. Агар катионитни кислота эритмалари билан тиклантирилса, N — шаклли катионит сувдаги калций ва магний ионларини худди натрийли катионит каби алмаштира олади. Бу жараён натижасида сувда HCl ва H₂SO₄ каби

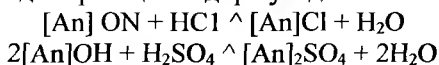
кислоталар ҳосил бўлади. Уларнинг миқдори дастлабки сувдаги анионлар миқдorigа тенг бўлади.

Сувда N катионлари пайдо бўлганидан кейин сувда кислоталар миқдори кўпайиб, сувнинг водород кўрсаткичи pH кичиклашади.

Амалиётда, кўпинча, Na^+ ва H^+ катионитлар аралашмасига эга бўлган юмшоқ сув ҳосил қилинади. Бундай сувни тайёрлашда табиий қаттиқ сувнинг бир қисмини Na ли катионит билан, иккинчи қисмини N ли катионит билан қайта ишланиб, Na ва N катионитланган сув олинади.

Сув N катионитлар орқали филтрланганида, юқорида айтилганидек, таркибида HCl ва H_2SO_4 кислоталар ҳосил бўлади. Бу кислоталардан сувни тозалаш учун $[\text{AN}]$ ON анионитлари орқали филтрланади.

Натижада қуйидаги реакция содир бўлади:



Бу ишни уч босқичда ўтказиб, анион ва катионлардан холи тоза сув олинади.

Савол ва топшириқлар:

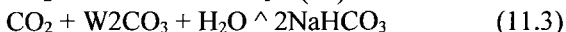
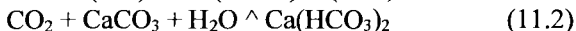
1. Қандай усулда табиий ва оқова сувларни тозалаш керак?
2. Коагуляция ва флокуляция деб нимага айтилади?
3. Сорбция ва асорбция деб нимага айтилади?
4. Қаттиқ сувни қайси модда билан юмшатилади?

XI БОБ. СУВНИ КИМЁВИЙ УСУЛДА ТОЗАЛАШ

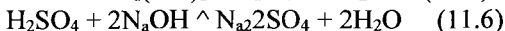
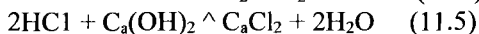
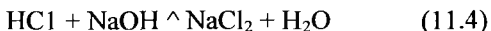
Сувни кимёвий жиҳатдан қайта ишлашда сувга турли реагентлар қўшиб, сувдаги тузлар таркибини ўзгартириш мумкин. Сувни кимёвий ишлаш натижасида сувдаги ишқор миқдори камаяди ва сувнинг қаттиқлиги пасаяди, сувдаги pH кўрсаткичга гузатма киритилади, сувдаги оксидланувчи миқдори ўзгартирилади, сувда бўлган ифлос нарсалар йўқотилади ва ҳоказо.

11.1. Нейтраллаш

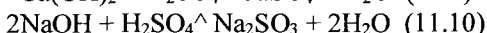
pH ни ўзгартириш мақсадида сув нейтралланади. Агар артезиан сув тоғ жинсларидан ўтиб келса, унда карбонат ангидрид CO_2 миқдори кўп бўлади. Сувни коагулянтлар ёрдамида тозалаш оқибатида сувдаги кислота миқдори ортиб кетиши мумкин. Углерод диоксид CO_2 турли ишқорий моддалар таъсирида нейтраллана олади; нейтралланиш реакцияларини қуйидаги тартибда ёзиш мумкин:



Агар ишлаб чиқаришдан чиқадиган оқова сувларнинг кислоталиги назарда тутилса ёки ион алмашилиш технологиясининг кислотали регенератсион эритмалари ҳақида гап борадиган бўлса, нейтралланиш сульфат кислота эритмалари ёрдамида амалга оширилади:



Оқова сувларни қайта ишлашда кислотали сув оқимини ишқорий сув оқимига қўшиш катта аҳамиятга эга. Баъзан сувдаги карбонат ангидрид миқдори нормадан пасайиб кетиши ҳам мумкин; шунингдек ишқорлар миқдори ортиб кетадиган ҳоллар ҳам учраб туради. Бу ҳолларда нейтраллаш учун CO_2 дан ёки бошқа кислоталардан фойдаланилади:

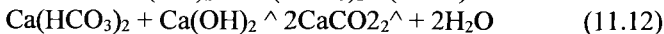
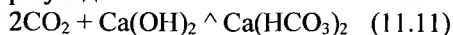


Нейтралланиш натижасида сувда эрмайдиган гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ нинг ҳосил бўлиши бирмунча кўнгилсиз қийинчиликлар туғдиради, чунки $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ қувур ва аппаратларнинг деворларида йиғилиб қолади. Гипс эритмалари ўта тўйиниш хусусиятига эга; сўнгра бу эритма кучли равишда кристалланади. Бундай кўнгилсиз жараёни бўшаштириш учун калций сульфатни қайтадан сувга — реакциялар зонасига қайтаришга тўғри келади. Концентрланган эритма бориши билан ўта тўйиниш тўхтайди; мувозанат ҳолати тикланади.

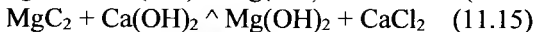
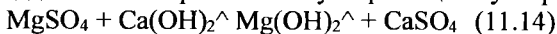
Нейтралловчи модда микдорини қўшишда реакция тенгламаси кўрсатган қийматдан 10% Кўпроқ олинади.

11.2. Чўктириш

Чўктиришнинг кимёвий маъноси шундаки, биринчи навбатда, сувдаги қўшимчалар билан реакцияга киришиб ёмон ерийдиган маҳсулотлар ҳосил бўлиши учун яроқли реагент кидирилади. Аввал сувни юмшатиш керак бўлади, бунинг учун сувга оҳак $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ёки сода Na_2CO_3 ёки Na_3PO_4 ёки солинади. Бу моддалар сувни юмшатади. Агар сувдаги сульфат, фосфат, фторид силикат кислота ва бошқа моддалар йўқотилмаса сув юмшамайди. Сувни оҳак ва сода билан юмшатишни қараб чиқамиз. Сувга $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва Na_2CO_3 қўшилганида калцийли ва магнийли қаттиқлик йўқотилади, қуйидаги реакциялар содир бўлади:



Шу вақтда магний карбонатсиз тузлар калций тузларига ўтади:



Шундай қилиб, оҳак қўшиш натижасида сувнинг карбонатли қаттиқлигини минимумга тушириш мумкин. Бу ҳолат натижасида CaCO_3 ва $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нинг эрувчанлигига баробар концентрацияга мувофиқ келади. Маълумки, 20°C да CaCO_3 ва MgCO_3 нинг эрувчанлиги 0,3—0,4 мг-экв/л га тенг. Амалда карбонат қаттиқлиги 0,5 — 1 мг-экв/л га тенг бўлган сув олишга муваффақ бўламиз; CaCO_3 ва $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нинг ўта тўйинган ҳолатига тезроқ эришиш мақсадида оҳакдан озгина кўпроқ қўшиш керак бўлади. Агар сувга FeCl_3 ёки FeSO_4 қўшилса, CaCO_3 ва $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нинг чўкиши тезлашади. Бу мақсад учун алюминий тузлари қўлланилмайди, чунки $\text{pH} > 9$ бўлган шароитда алюминатлар ҳосил бўлади.

Ҳосил бўлган сувда $pH = 9—10,5$ га тенг бўлади (контрол). Қушиладиган оҳакнинг зарурий миқдори сувдаги карбонат кислота, бикарбонат ва карбонат ионлари, калций ионлари, калций ва магний тузлари миқдори орасидаги нисбатга ва сувдаги коагулянтлар миқдорига боғлиқ. Реагент ёрдамида сувни юмшатишнинг иккинчи варианты оҳак ва содадан кетма-кет фойдаланишга асосланган:



Реагентлар дозаларини ҳисоблаш учун қуйидаги формулардан фойдаланилади:

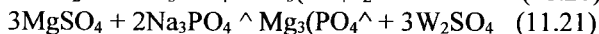
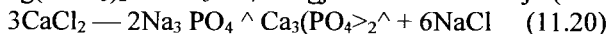
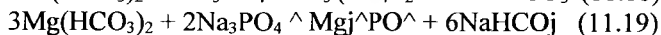
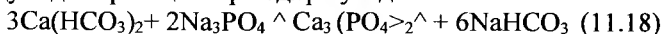
$$= \frac{28[CO_2] + [HCO_3^-] + [Mg] + Dn + 100}{22 \quad 6 \quad 12 \text{ e Cu}}$$

$$\frac{[Ca^{2+}]}{20} + \frac{[Mg^{2+}]}{12} + \frac{[HCO_3^-]}{61} + \frac{Dk}{e} + 1 \frac{100}{e \text{ Cc}}$$

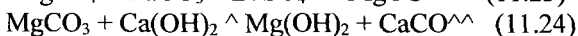
бунда: Dz , Dk ва Ds — техник оҳак, коагулянт ва сода дозалари мг/л ҳисобида; e — коагулянтнинг эквивалент массаси (y 54 мг- экв $FeCl_3$ учун ва $76 \text{ мг} \sim \text{экв} \text{ } FeSO_4$ учун; $0,5$ ва 1 — CaO ва Na^+CO^- нинг ортиқча l миқдори, мг/экв^у ҳисобида; Cu ва Co CaO ва Na_2CO_3 нинг оҳакдаги ва техник содадаги миқдори % ҳисобида. HCO_3^- ва ионлар концентрациялари ҳисобга олинади.

Сувни оҳак ва сода билан кетма-кет юмшатиш жараёни иситиш ёрдами билан тезлаштирилади ($35—40^\circ C$ да жараён сезиларли даражада тезлашади). Жараён сувнинг pH ни ўлчаш билан кузатиб борилади.

Сувни 100° дан (босим остида) юқори ҳароратда фосфатлар ёрдамида юмшатилиши оҳак ва сода иштирокида ўтказилиб сувнинг мг/экв л калцийли қаттиқлигини, магнийли қаттиқлигини $0,1 \text{ мг} \sim \text{экв}$ дан $0,04—0,05 \frac{\text{мг} \sim}{\text{экв}}$ га қадар пасайтиради. Бунда қуйидаги реакциялар содир бўлади:

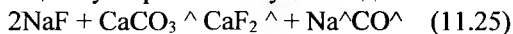


Сувнинг сульфатли қаттиқлигини йўқотиш учун барий карбонат, барий гидроксид ва барий алуминатлардан фойдаланилади:



Шуни айтиб ўтиш керакки, барий тузлари ёрдамида бажариладиган юмшатиш усулини ичимлик сув учун қўллаш мумкин эмас, чунки барий тузлари заҳарли моддалар жумласига киради.

Фторидларни калций тузлари билан йўқотилади:



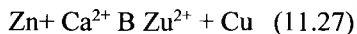
Фосфатларни темир ёки алюминий тузлари ёрдамида йўқотиш мумкин:



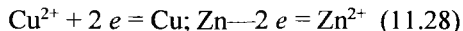
Бу реакциядан оқова сувларни тозалашда кенг фойдаланилади. Сувдаги тузларни кимёвий усулда чўктириш учун реакциялар кинетикасини, ҳосил бўладиган моддаларнинг эрувчанлигини ва чўкма ҳосил бўлиш кинетикасини билиш керак.

11.3. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари

Сувдаги заҳарли моддаларни заҳарсиз моддаларга ўтказиш ёки чўктириш учун оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан фойдаланилади. Масалан, ичимлик сувдаги темир ва манган бирикмаларини йўқотиш учун оқова сувлардаги сианид ва хроматларни йўқотиш учун оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан фойдаланилади. Оксидланиш-қайтарилиш реакциясида элементларнинг оксидланиш даражасининг ўзгариш имконияти уларнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали E қийматларига боғлиқ. Ҳар қандай оксидланиш қайтарилиш реакциясини иккита ярим реакцияга бўлиш мумкин, масалан,



Реакцияни қуйидаги иккита ярим реакция кўринишида ёзиш мумкин:



Бу ярим реакцияларнинг электр юритиш кучлари **электрод потенциаллар** деб аталади. Бу ярим реакция потенциаллар орасидаги айирма умумий реакциянинг оксидланиш-қайтарилиш (ОК/и потенциали) потенциални ташкил этади. Оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг белгиси ($\square^{+}$ ёки $\square^{-}$), унинг қиймати оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг бориш-бормаслик имкониятини ва унинг йўналишини аниқлайди. Ўзининг оксидланиш-қайтарилиш даражасини ўзгартирадиган барча кимёвий элементлар учун махсус оксидланиш-қайтарилиш стандарт ёки нормал потенциаллар рўйхати тузилган. Стандарт электрод деганда реакцияда иштирок этадиган моддаларнинг 25°C даги фаоллиги (концентрацияси) учун мувофиқ

келадиган айни элемент потенциални тушунмоқ керак. Стандарт оксидланиш потенциали водороднинг $H^{\circ} - e = H$ жараёни учун 0 га тенг деб шартли равишда қабул қилинган.

11.1- жадвал

Оксидланиш-қайтарилиш потенциалларининг суви эритмалардаги қийматлари ($T = 25^{\circ}C$, $P = 1 \text{ атм}$)

Жараён тенгламаси	Электрод потенциал қиймати вольт ҳисобида
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$	+2,07
$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$	1,39
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,33
$MnO_2 + 4H^+ + 2e \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1,23
$NH_4^+ + 2H_2O \rightarrow NO^- + 8H^+ + 6e$	0,897
$NO^- + H_2O \rightarrow NO + 2H^+ + 2e$	0,835
$Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$	0,77
$SO_4^{2-} + 4H^+ \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	0,17

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг умумий тенгламаси қуйидагидан иборат:



a ва b — реакцияларнинг стехиометрик коэффициентлари; Ox_1 ва Red_1 — айни элемент (ёки бирикманинг) оксидланган ва қайтарилган шакллари, реакцияга қадар ва реакциядан кейин. Юқорида келтирилган умумий тенглама асосида бирор системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали қуйидаги катталикка тенг:

$$E = (bE_1 + aE_2) / (a + b)$$

Бунда: E_1 ва E_2 $Ox_1 \rightleftharpoons Ox_2$ ва $Red_1 \rightleftharpoons Red_2$ ўзгаришларнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари. Оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг оксидланиш концентрациянинг ўзгаришига боғлиқлигини кўрсатувчи диаграмма мувозанат амалга ошганида чизик синиши кузатилади.

Биологик жараёнлар

Биологик жараёнлардан фақат оқова сувларни тозалашда фойдаланилади. Микроорганизмлар иштирокида содир бўладиган биологик усуллар билан сувда эриган, коллоид ва эримай қолган ифлос моддалар қайта ишланади. Органик моддалар билан бир қаторда баъзи оксидланмай қолган анорганик моддалар ҳам (масалан, H_2S , NH_3 нитритлар) қайта ишланади. Сувни биологик тозалашда ҳозиргача бизга маълум бўлган микроорганизмларнинг ҳар қандай хусусиятларидан фойдаланилади. Бундай ишларни бажариш учун бизда етарли қурилмалар мавжуд. Аэроб ва анаэроб шароитларда, турли термофил ҳароратларда, мезофил шароитларда ишлаш учун бизда имкониятлар етарли.

11.4. Аэроб жараёнлар

Биологик оксидланиш ўзининг моҳияти жиҳатидан табиий жараёндан иборат, унинг содир бўлиши сув ҳавзаларида, сувни тозалаш қурилмаларида БПКни аниқлаш шиша идишларда борадиган ва бошқа жараёнлар учун бирдек (бир хилда) амалга ошади.

Сув оқимини тозаловчи микроорганизмлар иштирокида содир бўладиган жараёнлар эркин ҳажмда амалга ошса, у муҳитни Д фаол балчиқ“ деб аталади; агар муҳит майда тош, керамзит ва пластмассадан иборат бўлса, бу ҳолда у биопарда (биоплёнка) дейилади, майда тош сирти шиллиқ парда билан қопланган бўлади, ундан сув бемалол ўтаверади.

Биоплёнканинг қалинлиги 3 мм дан катта бўлмайди; плёнканинг ички қисми кислородсиз шароитда бўлади, чунки кислород фақат плёнканинг сиртқи қисмини қоплаш учун етарли, холос.

Балчиқ ва биоплёнка микрофлора ва микрофаунанинг таркиби экологик шароитларга мос равишда шаклланади; булардан энг муҳимлари оқова сув таркиби, бу сувда эриган кислород миқдори, ҳарорат, рН, овқатга ишлатиладиган моддалар миқдори билан микроорганизмлар орасидаги нисбат, заҳарли моддаларнинг бори-йўқлиги ва ҳоказолардир.

Сувнинг тозаланиш жараёнида иштирок этадиган бактериялар сони 1 г қурилган балчиқда ҳужайралар миқдори 108—1014 бўлади. Балчиқ ниҳоятда ривожланган сиртга эга, унинг 1 г массасига мувофиқ келадиган сирти 100 м² ни ташкил этади. Бунинг оқибатида сувнинг тозаланиш тезлиги ортади. Ҳужайралар ўлчами 3—0,1 мм ни

ташкил этади, ҳатто 3 мм дан ҳам ортиқ бўлади. Балчиқ ва биоплёнкалар манфий зарядга эга. Улардаги $pH = 4 + 9$ бўлади.

Оқова сувларнинг турли хилларини тозалашда (шунингдек, кунда истеъмол қилинадиган сувни тозалашда) Псеудомонас туридаги микроорганизмлар кўп учрайди; иккинчи ўринда кокк шаклидаги бактериялар ва батсиллалар туради. Яшаш шароитига қараб балчиқда ривожланадиган бактерияларнинг хиллари 1 та ёки бир нечта (5—8) бўлиши мумкин. Юқорида айтиб ўтилган шароитларнинг ҳатто биттаси ўзгарганида ҳам балчиқ таркибида албатта ўзгариш содир бўлади, у ҳолда айрим бактерия хилларидаги микроорганизмлар кўпайиб, бошқа гуруҳлардагиларининг нисбий миқдори камаяди.

Аралаш таркибли оқова сувларни тозалашда балчиқ таркибида, асосан, содда бактериялар, баъзан мураккаброқ организмлар — коловратка ва бошқа бактериялар ривож топади. Содда бактериялар тўрт синфдан иборат, улар жумласига саркадов ва жигутик инфузориялар, киприкли инфузориялар, эмувчи инфузориялар қиради. Содда бактерияларнинг роли — кўп режали.

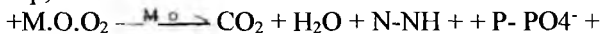
Улар балчиқдаги бактериал мувозанат сақлаб, балчиқдаги баъзи бактериялар билан овқатланади. Улар ёш хужайралар билан бирга Дқари“ хужайраларни ҳам тановул қилади, шу йўл билан улар балчикни ёшартиради, натижада ҳаётга қобил янги хужайралар ривожланади. Шу билан бирга, сувда экзоферментларнинг қўшимча миқдори ҳосил бўлади. Содда хужайралар сувда ифлосликларни ҳам тановул қилади; шу туфайли сувда қўшимчалардан тозаланиш амалга ошади, сувнинг ранги тозаланади. Сувнинг ташқи кўринишига қараб, содда хужайраларнинг сони ва уларнинг ҳолати ҳақида фикр юритиб, тозалаш қурилмаларининг иш шароити ва қандай жараёнларни амалга ошириш ҳақида чоралар

кўрилади. Масалан, агар қурилмада эриган кислород етишмаса, содда хужайралар тиниқ бўлиб кўринади, уларнинг жами катталашади, сунгра хужайра ёрилади; киприкли аппарат кимирламайди, оғиз тешиклари бекилиб қолади ва ҳоказо.

Фаол балчиқларда замбуруғлар кам учрайди, лекин биоплёнкаларда улар яхши ривожланади.

Балчиқнинг энг муҳим хоссаси пахтасимон моддалар ҳосил қилиш ва седиментациядан иборат. Бактериал флокуляция — микроорганизмларнинг физиологик ҳолати деб қабул қилинган. Бу ҳолат бактерияларнинг охириги ўлиш ҳолатидаги нафас олиши деб танилади; у вақтда хужайралар сиртида кўпгина миқдорда хужайрасиз полимерлар йиғилиб қолади.

Фаол балчикларда тукланиш ҳодисаси кузатилади; бунда ипсимон бактериялар ривожланиб, бир-бирига ёпишиб қолади. Балчиқ тукланиш вақтида кам чуқади, амалда сувдан ажралмайди; бунинг натижасида қурилмалардан фойдаланиш қийинлашади. Бактериялар амалиёти оқибатида вужудга келадиган биологик оксидланиш механизми аэробик шароитда қуйидаги схема шаклида ифодаланади: органик модда биологик жиҳатидан оксидланмаган эриган моддалар;



биологик жиҳатдан хужайра модданинг емирилмаган қисми: м. о — микроорганизмлар.

Бу ерда келтирилган схема (худди Т расмдаги схемага ўхшаб) органик ифлосликларни ва янги биомасса вужудга келишини тасвирлайди. Тозаланган сувда биологик жиҳатдан оксидланмаган моддалар, асосан, эриган ҳолатда қолади, чунки коллоидлар ва эримай қолган қўшимча моддалар сорбция туфайли пахтасимон балчиққа ўтиб кетади. Агар жараён давом эттирилса, яъни дастлабки органик модда оксидланиб бўлганидан кейин ҳам муҳит шароитини аэроб ҳолатда қолдирилса, у ҳолда балчиқдаги хужайра модданинг эндоген оксидланиш жараёнлари содир бўлиб, шу билан бир вақтда, аммоний нитритларга айлана бошлайди; бу жараёнга автотроф ўсимликларнинг ривожланиши ёрдам беради. Биологик оксидланиш жараёнининг тезлиги Моно тенгламалари асосида ҳисобланади. Тозалаш учун етарли кислород миқдори жараёнининг охиригача оксидланиш (яъни CO_2 , H_2O , NH_3 га қадар), органик моддаларнинг оксидланиши, баъзи қўшим-чаларнинг оксидланиши, аммоний азотининг нитратларга айланиши ва тозаланган сувда захира шаклида кислород қилишини назарда тутиб ҳисоблаб топилиши керак. Кўпинча қурилмаларда кислород сувга ҳаво пуфлаш аппаратлари ёрдамида киритилади. Шунинг учун масаланинг иккинчи томони сувга бериладиган ҳаво миқдорини аниқлашдан иборатдир. Лекин тоза ёки техник кислородни ҳисоблаш учун мўл-жалланган биологик реакторлардан фойдаланилса, ҳавони ҳисоб-лашнинг кераги бўлмайди. Кўпчилик системаларда сувнинг аэратсияси аралаштиргичлар ёрдамида амалга оширилади. Бу ҳолда аралаштиргич ишлаган вақтда сарф бўлган электр энергия миқдори асосида сарф қилинган кислород миқдорини ҳисоблаб топилади. Балчиқ биомас-санинг хужайра синтези натижасида катталаниб боради, бундан ташқари, балчиқ ҳосил бўлиши туфайли сарфланиб кетган ифлосликлар массаси ҳисобига ҳам кўпайиб боради, лекин сувни тозаловчи метабо-литларнинг оксидланиши ва ажралиб чиқиши туфайли камайиб боради.

11.5. Анаэроб жараёнлар

Анаэроб жараёнлар, яъни кислородсиз муҳитда содир бўладиган биологик жараёнлар сувни тозалаш технологиясида кенг қўлланилади. Уларнинг энг кўп тарқалган турлари денитрификация ва метан ҳосил бўладиган (бижғиш) ҳодисасидан иборат. Денитрификация жараёни куйида кўрсатилган ўзгаришлар йиғиндисидан иборат:

Қайтарилган органик моддалар оксидланган органик моддалар +N₂. Буларни диссимилацион нитрат — редукция системаси деб қараш мумкин. Параллел равишда ассимилятсион нитрат — редукция жараёни ҳам содир бўлади: Денитрификация жараёнида оксидловчи ролини худди аэроб оксидланишдаги каби кислород бажаради. Денитрификацияда ажралиб чиқадиган энергия миқдори кислород билан оксидланиш вақтида ажралиб чиқадиган энергиядан камроқ бўлади. Агар кислород билан оксидланувчи модда сифатида глюкоза ишлатиладиган бўлса, уни кислород билан оксидланганида 2872 кЖ энергия, денитрификацияда эса 2386 кЖ энергия чиқади. Бу айирма катта эмас, лекин сувда маълум миқдор эриган кислород денитрификацияни йўқ қилиш учун етарлидир. Оқова сувларда денитрификацияни амалга оширувчи бир неча хил бактериялар мавжуд. Денитрификацияни амалга ошириш учун сувга метан, метил, спирт, атсетатлар қўшилганида оқова сувлар хилма-хил органик моддалар ва фаол балчиқ бўлганидан денитрификация тез ривожланади.

Денитрификаторларни фаоллаш учун органик моддалар концентрациялари билан нитратлар орасидаги айирма, ҳарорат, рН қиймати ва бошқа омиллар аҳамиятга эга. Жараён тезлигини куйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқариш мумкин:

Бунда: F/M — органик модда концентрациясининг балчиқ концентрациясига нисбати Rt — ҳарорат коэффиценти; t — ҳарорат 0°C; a ва b — коэффицентлар. Органик моддага бўлган талаб, масалан, M ўрнида метил спирт бўлса куйидаги формула билан ҳисобланади:

$$M = 1,91C_{\text{Nq}} + 1,14C_{\text{Nq}} + 0,67^{\circ}\text{O}_2 + 2,67^{\circ}\text{Nq} - C_{\text{Nq}} - P_c$$

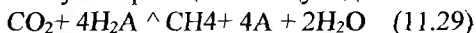
бунда: C_{Nq} , $C_{\text{—}}$, нитрит ва мувозанат ҳолатидаги кислород концентрациялари, I — биомассанинг ўсиши; R_s — моддадаги углерод фракцияси.

Метан ҳосил бўлиши билан борадиган бижғитиш оқова сувларнинг чўкмаларини зарарсизлаш ва барқарор қилишда асосий усуллардан бири ҳисобланади. Анаэроб бижғитиш мураккаб ва кўп босқичли жараёнлардан иборат; шу туфайли дастлабки органик

моддалар бирикмаларга айланади, уларнинг кўпгина компонентлари газга ва эритмага (балчикдаги суюқликка) ўтади.

Анаэроб бижғитиш икки босқичдан иборат жараён ҳисобланади. Биринчи босқичда факултатив микроорганизмлар гидролиз ва ферментатив емирилиш оқибатида паст молекулар оғирликка эга бўлган мой кислоталарга, спиртларга, карбонат ангидридга, амиакка, водородга ва бошқа моддаларга айланади; асосан, (70%) цирка кислота (15%) пропан кислота ҳосил бўлади, бошқа кислоталар жуда оз микдорларда ҳосил бўлади. Бу жараёни амалга оширувчи (етақчилик қилувчи) бактериялар кенг кўламда ўзгарувчан шароитларда ҳам амал қилади. Бактерияларнинг генератсия давомати бир неча соатни талаб қилади. Иккинчи босқичда метан ҳосил қилувчи бактериялар биринчи босқичда ҳосил бўлган маҳсулотларни, асосан, метанга, карбонат ангидридга ва оз микдорда ҳосил бўладиган газларга айлантиради. Иккинчи фаза бактериялари облигатив анаэроб бактериялар турига киради, улар муҳит шароитига жуда сезгир, бу ерда бактерияларнинг генератсия жараёни бир неча соат давом этади.

Метан ҳосил бўлиш реакциясини қуйидагича ёзиш мумкин:



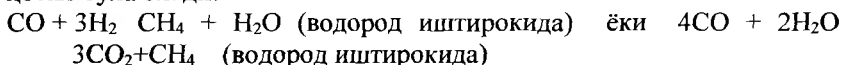
бунда: H_2A — таркибида водороди бўлган органик модда ёки (агар А — йўқотилса) тоза водороднинг ўзи. Масалан, агар H_2A этил спирт деб қабул қилинса — қайтарилиш жараёни қуйидаги қурилишда ёзилади:



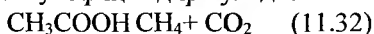
Агар H_2A ўрнида водород бўлса, қуйидаги жараён содир бўлади:



Метан ҳосил бўладиган реакциялар бир неча босқичдан иборат бўлиб, АТФ ва витамин В12 (бу модда фермент таркибида бор) иштирокида содир бўлади; водороднинг кўчишида асосий ролни витамин В12 бажаради, деб қабул қилинган. Метан ҳосил бўлишида асосий йўлдан ташқари, яна бошқа қайтарилиш жараёнлари ҳам содир бўлиши мумкин, масалан, углерод (II) оксид иштирокида ҳам метан ҳосил бўла олади:



Шунингдек, цирка ва бензой кислоталар иштирокида ҳам ҳосил бўлади. Цирка кислотанинг парчаланиш жараёни (агар дастлабки модда ва охириги маҳсулотни ёзиш билан чегаралансак), қуйидаги реакция тенгламасига мувофиқ содир бўлади:



Бирок тўғридан-тўғри декарбонланиш, яъни CO_2 нинг ажралиб чиқиши шубҳали жараён ҳисобланади; CO_2 ва атсетат ҳам умумий оралиқ маҳсулот орқали метанга айланади.

Метан ҳосил бўлиш жараёнини икки босқич билан амалга оширилади. Бири $30\text{—}35^\circ\text{C}$ да содир бўлади. Бижғишнинг биринчи режимини мезофил режим, иккинчисини термофил режим деб юритилади. Юқорида кўрдикки, бижғиш жараёнида ёнувчан газ метан ҳосил бўлади; одатда, уни ёндириб, ўта иссиқ буғ ҳосил қилишда фойдаланилади. Иссиқ буғдан қурилмалардаги нарсаларни бижғиши учун керакли ҳароратга қадар иситишда фойдаланилади. Газ чиқиши тугаганидан кейин чўкмадан бадбўй ҳид келмайди: у энди чиримайди, қишлоқ хўжалигида уни ўғит сифатида ишлатиш мумкин. Бижғиган чўкма ўзидан сувни осонлик билан бермайди. Шу туфайли чўкмаларни табиий шароитда қурилади бу иш узоқ давом этадиган жараён бўлганлиги учун вакуум ёрдамида балчиқни қуритиш ёки марказдан қочувчи куч ишлатиш мақсадга мувофиқдир. Кетган сарф-харажатларни ҳисоблашда бижғитувчи қурилма, унинг ҳажминини аниқлаш, бижғитишдан чиқадиган газ унуми, чўкмаларни иситиш учун керакли иссиқлик миқдори учун кетадиган маблағлар назарда тутилади.

Савол ва топшириқлар:

1. Сувни кимёвий усулда тозалаш учун нималарга кўпроқ аҳамият бериш керак?
2. Қайси турдаги сувни факат биологик жараёнда тозаланаяди?

ХИ БОБ. СУВНИ ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ

Водопровод ва канализация курилмаларини тозалашда ички органларда учрайдиган касаллик тарқатувчи инфекцияларнинг сувга тарқалишига йўл қўймаслик керак. Оқова сувлардаги бактерияларни батамом йўқ қилиб, сув тозалаш самарадорлиги, одатда, 90—95% ни ташкил этади. Сув тозалаш станцияларида коагуляцияни амалга ошириш, сувни тинитиш ва филтрлаш, одатда, табиий сувдаги микрофлора ва микрофауналарни йўқ қилишнинг асосий қисмини ташкил этади, лекин сувни санитария ва эпидемиология жихатдан батамом зарарсиз ҳолатга келтириш бирмунча кийинчиликларни бажаришни талаб қилади.

Сувни зарарсизлантириш деган иборанинг маъноси сувдаги барча патоген микроорганизмларни йўқ қилишдан иборат. Сувни батамом зарарсизлантириш иши бир қанча усуллар билан амалга оширила олади, масалан, сувни иссиқлик таъсирида қайта ишлаш, ултратовуш тўлқинлар таъсиридан фойдаланиш, ултрабинафша ёки ионлашган нур, кучли оксидловчиларни таъсир эттириш ва ҳоказо йўллар билан амалга оширилади. Ҳар қандай усул қўлланилмасин, буларнинг таъсиридан ситоплазманинг оксиллари ивик ҳолатга ўтади, бунинг натижасида бактериал ҳужайралар ҳалок бўлади ёки ҳужайраларнинг чегара қисмларидаги структуралар ҳолати ўзгаради ёки зарарсизлантирувчи модда ҳужайрадаги моддалар билан кимёвий реакцияга киришиб кетади. Бактериал моддалар (бактериал агентлар) комбинацияланган таъсир кўрсатиши ҳам мумкин, бунда ҳужайранинг зарарсизланиш механизми бир неча турда намоён бўлади.

Оксилларнинг ивиши системани иссиқлик ёрдамида қайта ишлашда ва ситоплазма коллоидларини коагуляцияга келтирувчи электролитлар таъсирида содир бўлади. Оксиллар, хусусан, ферментлар структураси кумуш ва мис тузлари таъсиридан зарарланади, чунки бу бирикмалар жуда кичик концентрацияларда бўлганида ҳам микробларни ўлдириш (олигодинамик таъсир этиш) хусусиятига эга.

Ҳужайра сиртига махсус сирт — фаол моддалар, баъзи антибиотиклар, фенол ва спиртлар таъсир этиб (масалан, СПАВлар) ҳужайра сиртига йиғилиб ҳужайра қобиғининг ва ситоплазматик мембраналарнинг ўтказувчанлик қобилиятларини ўзгартириб юборади, бунинг натижасида ҳужайра билан ташқи муҳит орасидаги мувозанат бузилади ва ҳужайра ҳалок бўлади. Ултратовуш ҳам ҳужайра ҳамда мембрана деворларига механик таъсир этиб, уларни

емирилишга олиб келади. Ситоплазмаларда молекулар структуранинг емирилиши ионлаштирувчи нур таъсирида ҳам содир бўлади, чунки бу нурлар атом ва молекулаларда ионланиш ҳодисасини вужудга келтиради.

Кучли оксидланувчи моддаларнинг микробларни ўлдириши аини оксидловчилар билан ситоплазма хужайралари компонентлари орасида кимёвий реакциялар содир бўлиши билан изоҳланади.

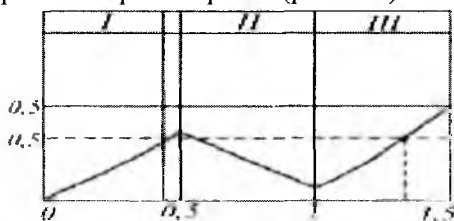
Ичимлик ва оқова сувларни зарарсиз ҳолатга келтириш учун кўпинча сув кучли оксидловчи моддалар билан қайта ишланади. Оксидловчи сифатида хлор ва унинг бирикмалари (хлорли оҳак, хлор диоксид), шунингдек, озон O_3 дан фойдаланилади. Ер ости сувларини зарарсизлантириш учун бактерияларни ўлдирувчи нурлардан фойдаланилади.

Сув тозалаш станцияларида оқова сувларни бактериялар тоифасидаги ахлатлардан тозалаб, батамом зарарсизлантиришнинг самарадорлиги 99,5—99, 99% га қадар кўтарилади. Тозаланиб сув ҳавзаларига тушириладиган оқова сувларининг биологик тозаланиш коли-индекси 1000 дан юқори бўлмаслиги керак. Маиший водопровод сувларининг зарарсизланиш даражаси жуда юқори: уларда коли-индекс 3 дан ортиқ бўлмайди.

Бироқ кучли оксидловчилар гельминтлар тухумларига ўлдирувчи таъсир кўрсатмайди. Оқова сувларни биологик тозалаш жараёнининг дастлабки босқичидаёқ сувни сапрофит ва патоген микрофлорадан ҳамда гельминт тухумларидан қисман тозалашга эришилади. Сувни биринчи тинитишда бактериялар ва гельминт тухумлари концентрацияси (чўкаётган муаллақ заррачаларга ютилиши туфайли) 50% камаяди. Ортиқча фаол балчикда гельминт тухумлар 40% ни ташкил қилади. Гарчи дастлабки тиндирувчилардаги чўкмалар ва ортиқча фаол балчикдаги чўкмалар ҳажми умумий тозаланган сув ҳажмининг 1—1,5 фоизини ташкил этса ҳам, санитар ҳолатидан қараганда бу чўкмалар оқова сувдагидан кўра ортиқроқ хавотирлик тугдиради. Оқова сувларни зарарсиз ҳолатга келтириш ва оқова сувдаги чўкмаларни, гельминтларни батамом йўқ қилиш учун уларни термофил (50—55°C) анаэроб шароитда бижғитилади. Мезофил шароитда 30—33°C да гельминтлар тухумларининг ярмига яқин қисми ўлиб, тамом бўлади. Сув тозалаш станцияларида сувни метанлаш учун асбоб-ускуна бўлмаса, газ горелкаси ёрдамида ҳосил қилинадиган инфрақизил нур билан ёхуд кампостирлаш йўли билан зарарсизлантирилади. Юқорида айтиб ўтилган усуллар ёрдамида оқова сувда оз миқдорда чўкамалар бўлгандагина фойдаланиб сувни тозалаш мумкин.

12.1. Хлорлаш

Хлор сувга киритилганида гидролизга учраб, гипохлорит ва водород хлорид (кислота) ҳосил бўлади: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$. Гипохлорит кислота ионларга диссоцияланади: $\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$ бунда ҳосил бўлган Cl_2 молекулалари билан, HCl ва OCl^- ионлари орасидаги мувозанат ҳолати муҳит pH га боғлиқ. Диссоцияланмаган гипохлорит кислота бактерияларни ўлдириш хусусиятига эга, шунга кўра сувни зарарсизлантириш жараёни ($\text{pH} = 4-7$) кислотали муҳитда



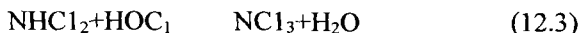
12.1-расм.

Антиномий тузлари ёрдамида сувнинг хлор ютилиши самаралироқ даражада содир бўлади, чунки $\text{pH} = 4-7$ бўлган сув муҳитида гипохлорит кислота HCO , асосан, молекулалар ҳолатида мавжуд бўлади.

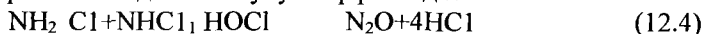
Сувнинг зарарсиз жараёнида хлор сувдаги органик қўшимчаларни оксидлаш учун сарфланади, шу сабабли самарали бактерицид жараён давом этишини таъминлаш мақсадида сувда қолган хлорнинг концентрацияси маълум даражадан ортиқроқ сақланиб туради. 23-расмда сувга солинган хлор дозаси билан сувда ортиб қолган фаол хлорнинг концентрацияси орасидаги боғланиш диаграмма шаклида келтирилган. Бу диаграммадаги ОА чизиги хлорнинг тўлиқ ютилиш концентрациясини кўрсатади. Сувда хлор таъсирида оксидланмаган моддалар қанчалик кўп бўлса, хлор сувга шунчалик кўп ютилади. Шу сабабли оқова сувларни зарарсизлантириш учун катта дозалар керак бўлади. Масалан, ер ости манбаларидан чиққан сувларни зарарсизлантириш учун хлорнинг дозаси (СН ва Р II-31-74 га мувофиқ) 0,7—1 мг/л ни ташкил этади; оқова сув тўлиқ биологик тозалангандан кейин, СН ва Р II-32—74 га мувофиқ талаб қилинадиган хлор дозаси 3 мл/г га фақат механик тозалашдан ўтган оқова сув учун хлор дозаси 10 мг/л га тенгдир. Тозаловчи қурилмалардан фойдаланишда зарур бўлган хлор дозаси экспериментал синашлар орқали аниқланади, бунинг учун 32-расмда келтирилган хлорнинг ютилиш диаграммасига ўхшаш диаграмма

тузилади. Абсиссалар ўқига системага берилган хлор дозаси, ординаталар ўқига сувда қолган хлор миқдори қўйилади. Сувда қолган хлорнинг концентрациясини ўлчаш орқали унинг керакли дозаси топилади. Ичимлик сувларни хлорлашда қолган эркин хлорнинг концентрацияси 0,3 мг/л дан кам ва 0,5 мг/л дан ортиқ бўлмаслиги керак. Оқова сувда қолган хлорнинг миқдори 1,5 мг/л дан (30 дақиқа контактдан кейин) кам бўлмаслиги керак.

Таркибида аммиак ёки аммоний тузлари бўлган сувларни хлорлаш учун катта миқдорда хлор зарур, чунки хлор сувдаги моддалар билан қуйидаги реакцияларга киришади, бу реакциялар натижасида хлораминларни ҳосил қилади:



Бу жараёнга сувга киритилаётган хлор дозаси катталашган сари (сувда хлораминлар таркибига кирган хлор миқдори ортган сари) сувда қолган хлорнинг концентрацияси аста-секин ортиб боради. Хлораминларнинг микробосидлар таъсири хлорникига қараганда заиф бўлади, шу сабабли сувни зарарсиз ҳолатга келтириш учун сувда қолган хлорнинг концентрацияси 0,8—1,2 мг/л бўлиши керак. Агар сувдаги барча аммоний бирикмалар хлораминларга ўтганидан кейин ҳам хлор юбориш давом эттирилса, у ҳолда эркин гипохлорит кислота хлораминларнинг оксидланиши учун сарфланади:



Хлораминларнинг оксидланиш реакциялари бошланиши билан сувга берилган хлор дозаси ортганида сувда қолиб, кимёвий бирикмага айланган (яъни боғланган) хлорнинг миқдори камай боради. Хлораминларнинг оксидланиш реакциялари тугаганидан кейин сувда қоладиган эркин хлор миқдори сувга киритилаётган хлор дозасига пропорционал равишда орта боради (диаграмманинг III қисмига қаранг). Шунинг учун аммоний тузларига эга бўлган сувга хлор берилганда хлорнинг керакли дозаси диаграммадаги Б нуқтадан бошлаб тўғри чизиқ бўйлаб қўпая боради. Бу Б нуқта *синий нуқтаси* номи билан аталади.

Таркибида фенол бор сувни хлорлашда сувда бадбўй ҳидлар пайдо бўлиши мумкин, бу хлор-фенол бирикмасининг ҳидидир, чунки улар шу жараёнда ҳосил бўлади. Бундай бадбўй ҳидни йўқотиш учун сув аммоний бирикмаларини қўшиш билан

хлорланади. Сувга аввал аммиак юбориб, сўнгра хлор берилади. Ҳосил бўлган хлораминлар фенолнинг хлор билан реакцияга киришишига ҳалақит беради ва ўша реакцияни тўхтатади.

Сувни зарарсизлаш учун хлордан бошқа бирикмалардан кўпинча натрий ва калций гипохлоритдан фойдаланилади. Бу моддалар сувда эриганда улар гидролизга учрайди, натижада гипохлорит кислота ҳосил бўлади:



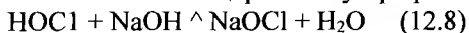
Бу ҳолда ҳам, худди газсимон хлор ишлатилган ҳолатдаги каби, диссоцияланмаган гипохлорит кислота билан гипохлорит ионлар орасидаги нисбат эритма рН кийматига боғлиқ бўлади.

Кейинги йилларда сувни зарарсизлантириш учун электрокимёвий усул яратилган; бу усул эндиликда қўлланилмоқда. Денгиз суви, шўр ер-ости суви ёки ош тузининг сувдаги эритмаси электролиз қилинади. Электролиз жараёнида куйида тенгламалари келтирилган реакциялар содир бўлади:



Анодда ажралиб чиққан хлор гидролизланиб, гипохлорит кислота ҳосил бўлади. Водород газ ҳолатида ажралиб чиқади: гидроксил ионлар эса натрий ионлари билан боғланади:

Гипохлориткислотанинг ишқор билан ўзаро реакцияси



Натижада натрий гипохлорит ҳосил бўлади. Денгиз суви электролиз қилинганида 3 мг/л гача концентрациядаги фаол хлор олишга имконият яратилади. Ош тузи эритмасини электролиз қилинганида янада юқори (8 мг/л) концентрацияга эга бўлган фаол хлор ҳосил қилинади.

Электролиз маҳсулотлари қўлланилганда содир бўладиган кимёвий жараёнлар (реакциялар механизми), сувни хлорлашдаги умумий қонуниятлардан сира фарқ қилмайди. Электролиз усулидан фойдаланилганда заҳарли моддалар газсимон хлорни транспортда бир жойдан бошқа жойга олиб боришдаги кийинчиликдан қутулишга имконият яратилади.

12.2. Озонлаш

Озон — кислороднинг аллотропик модификацияси бўлиб, оч бинафша рангли, жуда заҳарли газдир. Унинг ўзига хос ҳиди 1•10⁶ концентрацияда ҳам билинади. Сувни зарарсизлантириш учун озондан фойдаланиш (хлор ишлатишдан кўра) бир канча устуниликларга эга. Буларнинг ҳаммаси озон хоссаларига боғлиқ. Озон

жуда кучли оксидловчи, у микробиоцит таъсирлардан ташқари сувнинг органолептик хоссаларининг яхшиланишига ёрдам беради: сувнинг рангини ва ҳидини ҳам йўқотади. Озоннинг микроботсид таъсири микроорганизмларнинг хилига ва сувдаги қўшимчалар турига боглиқ.

Озон бактерияларнинг ўсиш хужайраларига ҳамда вирусларнинг асосий қисмига тез таъсир қилади. Лекин агар сувда озон билан осонгина реакцияга киришадиган моддалар (масалан, икки валентли темир бирикмалар, гумин кислоталари, бир атомли феноллар) бор бўлса, озон биринчи навбатда уша моддалар билан реакцияга киришади; сўнгра бактерия ва вирусларга таъсир этади. Спорали бактериялар озон таъсирига биров бардош беради. Сувдаги қўшимча органик моддалар ичида озон таъсиридан қийин оксидланадиган моддалар жумласига фулвокислоталар (яъни гумин моддаларнинг чўкмайдиган компонентлари), нефт маҳсулотлари, махсус сирт-фаол моддалар (СПФВ), пестицидлар киради. Озон фенолли бирикмаларни фаол оксидлайди. Шу сабабли таркибида феноллар бўлган сувни хлор билан тозалашдан кўра озон билан тозалаш қулайдир.

Озон сувда тез парчаланиб кислород ҳосил қилади. Кислород орқали Дтинч электр разряд ўтказилса, озон ҳосил бўлади. Саноат миқёсида озон олиш учун озон-генератори *найсимон озонаторлар* ишлатилади. Озоннинг ҳосил бўлишини унумли қилиш учун кислородни жуда яхши тозалаш ва қуритиш зарур; агар ҳаво ишлатиладиган бўлса, уни, албатта, совитиш керак бўлади.

Озон-ҳаво аралашмасини қайта ишланиши керак бўлган сувга қўшишда сувнинг сифатига ва қўлланиладиган асбобнинг иш унумдорлигига қараб барботаж, механик-турбин аралаштирувчилардан, сув ости насосларидан ва электродлардан фойдаланилади.

Сувни зарарсиз ҳолатга келтирувчи озоннинг сарфланиши сувнинг сифатига, озон-ҳаво аралашмадаги озон концентрациясига, аралаштиргичлар хилига, сувнинг ҳарорати ва бошқа омилларга боглиқ. Ичимлик сувни зарарсизлантириш учун керакли озон дозаси 0,75—3 мг/л ни ташкил қилади.

Аралаштириш камераларидан ўтгандан кейин сувда қоладиган озон концентрацияси 0,1—0,3 мг/л га тенг бўлиши керак.

Оқова сувларни хлор билан бирор сабабга кўра тозалаш мумкин бўлмаган ҳоллардагина озондан фойдаланиш мумкин. Масалан, оқова сувда хлор билан реакцияга киришиб, сувнинг рангини ва ҳидини ёмонлаштирадиган маҳсулотлар ҳосил бўладиган ҳолларда, сувни хлорлаш жойи яқинида инсонлар яшайдиган уйлар қурилган бўлса, сувни зарарсизлантириш учун хлор ўрнида озон ишлатиш мумкин.

Озон сарфланишини камайитириш мақсадида оқова сувларни микрофилтр ёки оддий филтрдан ўтказгандан кейин озон билан тозалаш мумкин. Оқова сувларни зарарсизлаш учун қўлланиладиган озон дозалари 6—10 мг/л бўлиши мумкин. Озон юборилганида контакт вақти 8—20 дақиқани ташкил этади.

12.3. Бактерицид нурлатиш

Тўлқин узунлиги 200—295 нм бўлган ултрабинафша нурлар микроорганизмларга бактерицид таъсир кўрсатади. Нурланиш диапозонидаги нурланиш аргон-симобли лампалар, паст босим ҳамда юқори босимда ишлайдиган симоб-кварс лампалар айнан юқорида келтирилган диапозонда ишлайди. Бу усул реагент қўлланилмайдиган физик усуллар жумласига киради. Бу усул юқорида баён қилинган кимёвий усулдан бир канча афзалликларга эга. Бактерицид нур бериш усули, асосан, ер ости сувларни зарарсизлантириш учун ишлатилади.

Сув ҳавзаларининг ўз-ўзини тозалаш жараёнлари

Очиқ сув ҳавзаларининг суви ўсимлик ва ҳайвон организмларидан келиб чиққан турли хил гидробионтлар яшайдиган табиий муҳит ҳисобланади.

Гидробионтлар сув ҳавзаларида сифат ва миқдорий таркиблари хилма-хил физик, кимёвий ва биологик омилларга боғлиқ бўлган биоценозалар ҳосил қилади. Очиқ сув ҳавзалар ўзининг ниҳоятда хилма-хил ва беқарор кимёвий таркиби ҳамда сувидаги микронуфузи жиҳатидан алоҳида ўрин эгаллайди. Буни айтиш ҳавзанинг шахсий микронуфузи ва бошқа манбалардан келиб қолган, ана шу жойда истиқомат қилишга мувофиқлашган микроорганизмлар ташкил қилади.

Очиқ сув ҳавзаларида ташкил топган мураккаб биологик жамоа ўзининг истиқомат қилиш шароитига қараб бир неча турларга бўлинади.

Планктон — сув ичида истиқомат қилувчи барча организмлар йиғиндисидан иборат система. Планктондаги организмлар икки шаклдан келиб чиққан. Биринчи зоопланктон (ҳайвонотлардан келиб чиққанлар) бўлса, иккинчиси фитопланктонлардир (булар ўсимликлар дунёсидан келиб чиққан). Уларнинг ўлчамлари бир-биридан анча фарқ қилади. ултрапланктон, миттипланктон бактерия ва майда паст ўсимликлардан иборат; микропланктонни — кўпчилик сув ўсимликлар, инфузориялар, майда қисқичбақасимонлар ташкил этади.

Планктон таркиби сувнинг ифлосланганлик даражасига, сув ҳавзасидаги гидродинамик шароитга, йил фаслига боғлиқ бўлади.

Қиш фаслида планктондаги организмлар сони минимумга етади. Қўклам фаслида диатомик, сўнгра яшил сув ости бактериялар (ниҳоят, сиано-бактериялар) ёппасига ривож топади. Бу ҳолатда зоопланктотлар ривожланади; буларнинг вакиллари сувости ўсимликлари билан озикланади.

Бентос — сув тагидаги чўкмаларда ва сув ичида истиқомат қилувчи ўсимлик ва ҳайвонот организмларидир. Макробентос ўлчами 1 мм дан катта, микробентос — ўлчамни 1 мм дан кичик бўлган организмлардир. **Бактериалеобентос** — сувлари тиниқ сув ҳавзаларида истиқомат қилувчи, ўлчами 1 мм дан кичик организмлардир. Бактереобентосни аэроб ва анаэроб сапрофитлар ташкил қилади. **Фитобентос** фақат суви тиниқ сув ҳавзаларида ривожланади. Тирик организмлари кўп бентос жумласига содда коловка, олигохета, нематода, ҳашаротлар личинкалари, моллускалар киради. Зообентос турларининг таркиби сувости заминининг табиати ва унинг ифлосланганлик даражасига боғлиқ.

Перифитон ёки обрўс сувга ботган ўсимликларда, сув ости буюмларда ва ҳоказоларда ривожланади. Бу биоценознинг асосий массасини ёпишиб қолган организмлар ташкил қилади, лекин булар ичида бемалол сузиб юрадиган — муаллақ микросистемалар ҳам мавжуд. Перифитон таркибига диатомеңлар, сувости ўсимликлари, олигохетлар ва моллускаларнинг баъзи турлари, сўрувчи турдаги инфузориялар киради.

Сув ҳавзаларининг экологик системаси таркибига юқори ўсимлик (макрофит)лар ҳам киради. Эңг кўп тарқалган макрофитлар жумласига сувга ботган ёки муаллақ ҳолатдаги элодейлар ва роголистниклар ҳам киради; улардан яна турли ўсимлик организмлари, қамиш ва ҳоказолар ҳам жой олади, улар сув сиртидан 1,5 м чуқурликда ривожланади.

12.4. Сув ҳавзаларидаги ифлосликларнинг табиати ва манбалари

Сув ҳавзаларининг ифлосланиши икки хил бўлади: бирламчи ва иккиламчи ифлосликлар. Бирламчи ифлосликларнинг асосий манбаи инсонларнинг турмушдаги ва ишлаб чиқаришдан келиб чиққан оқова сувларни ташкил қилади, шунингдек, ер сатҳидан оқиб тушадиган ифлос сувлар ҳам бирламчи ифлосликлар жумласига киради. Улар таркибида тупроқдан ва тупроқ микрофлорасидан ювилиб чиққан, инсон ва ҳайвонларнинг физиологик қолдикларидан келиб чиққан органик ва минерал моддалар ва турли микроблар

бўлади. Сув тошган ва ёғингарчилик пайтларда сув ҳавзаси соҳилларининг баъзи жойлари ўзидаги ўсимликлар билан бирга сувга ботиб кетади. Бу жараёнлар билан бир қаторда ўсимлик қолдиқлари самарали равишда чириб ҳам тушади. Оқибатда сув ҳавзасига деярли катта миқдорда органик моддалар туша боради.

Шаҳар канализациясининг оқова сувлари билан бирга сув ҳавзаларига катта миқдорда чала оксидланган (асосан, кийин оксидланадиган) органик моддалар ҳам тушади. Бундан ташқари, фаол балчиқнинг муаллақ ҳаракатланувчан қолдиқлари (турли-туман микроб ва содда хужайралар), аорганик бирикмалар, биоген элементлар (азот ва фосфор)нинг оғир металлларнинг тузлари ҳам, чунончи сульфатлари, хлорид ва ҳоказолар ҳам сув ҳавзаларига келиб тушади. Улар ичида ўзи заҳарли бўлмаса ҳам монокарбон кислота, меркаптанлар, водород сульфид каби заҳарли моддалар келтириб чиқарадиган моддалар ҳам учрайди.

Сув ҳавзалари учун айниқса саноат корхоналарининг оқова сувлари катта хавф туғдиради. Бу оқова сувларнинг ҳавзаларга оқиб тушиши натижасида ниҳоятда хилма-хил ифлосликлар пайдо бўлади. Уларнинг баъзилари сианидлар, мишяк ва фенол бирикмалари гидробионтлар учун заҳар ҳисобланади, бошқалари, масалан, клетчатка ва лигнин (селлюлоза комбинатлари оқова сувларининг ажралмас компонентлари) заҳарли бўлмаса ҳам, улар заҳарли моддалар ишлаб чиқара олади.

Саноат корхоналарининг оқова сувларидан сув ҳавзаларига баъзи микроорганизмлар, масалан, ачитки (хамиртуруш)лар ҳам тушади. Одамлар ва ҳайвонларнинг сувда чўмилишлари натижасида ҳам сув ҳавзаларига бактериал ифлосликлар тушади. Одам 10 дақиқа ювинганида сувга $3 \cdot 10^9$ та сапрофит бактериялар, $105-2 \cdot 10^7$ та ичак таёқчаси тушади.

Сув ҳавзасининг иккиламчи ифлосликлари — сувдаги организмларнинг чиришидан келиб чиққан ифлослик энг кам хавф туғдиради. Фитопланктоннинг маълум фаслда ривожланиши ва унинг ҳалокати натижасида сув жуда кўп органик моддалар билан бойийди, уларни минерал моддаларга ўтказиш учун кўп миқдорда кислород керак бўлади. Сувости ўтлари ҳар қандай шароитга мослашувчилар бўлганлиги учун, ҳар қандай сув ҳавзасидан ҳам углеродли озуқа манбаини топа олади. Уларнинг ривожланиш даражасини таъминловчи омил сувда биоген (яъни азот ва фосфор) элементларининг бирикмалари камлиги ҳисобланади. Шундай қилиб, сув ҳавзага биоген элементлар бирикмаларининг кирити-лишини

тўхтатиб, сувости ўтларнинг ортиқча ривожланишини тўхтатиш ҳам мумкин.

Сув ҳавзасининг ифлосланиш даражаси шу сувда бор бўлган органик бирикмаларнинг миқдори ва уларнинг табиатига боғлиқ. Бу боғланиш шундан иборатки, ифлосланишнинг ҳар қайси даражасига бирор махсус турдаги организмларнинг риволаниши муносиб келади. Таркибида маълум миқдор органик моддалари бор бирор ифлосланиш даражасидаги муҳитда организмларнинг ривожланиш хусусияти айни организмнинг *сапроблиги* деб аталади. Сув ҳавзасининг ифлослик даражаси айни муҳитда маълум сапробликда яшовчи организмнинг сапроблиги билан тавсирланади. Ифлосланиш даражасига қараб, барча сув ҳавзалари ёки уларнинг зоналари: поли, мезо ва олигосапробларга бўлинади. Полисапроб зона (кучли равишда ифлосланган зона) ўзида катта миқдор беқарор органик бирикмалар борлиги ва кислороднинг деярли йўқлиги билан тавсияланади. Шу сабабдан бу зонадаги биокимёвий жараёнлар анаэроб табиатга эга. У жойдаги сув ҳавзаси (сув)да органик моддаларнинг анаэроб емирилиш маҳсулотлари CO_2 , N_2S , CH_4 мавжуддир. Сувнинг 1 мл да бактериялар сони кўпгина миллионларга етиши мумкин.

Бундай зона шароитида гетеротроф ўсимлик организмлар: турли-туман сапрофит бактериялар, ипсимон бактериялар, сув ўсимликлари жумласидан Эвглена виридис, замбуруғлардан Фусариум *adualductum* ёппасига ривожланади. Полисапроб зонанинг ҳайвон организмлари жумласига кировчиларнинг энг муҳимлари майда, рангсиз инфузориялар Солпидиум солпода, Вотрисолла мисростома, бир хужайрали микроблар (амёбалар) Пеломйха палустрлардан иборат. Бентос микронуфус асосан, анаэроб сапрофит бактериялар Тубифек, Лимнодрилус, Чирономус плумосус ҳашарот чивин личинкаларидан иборат. Мезосапроб зона (яъни ўрта даражадаги ифлосланиш зонаси) а (алфа) ва п (бета) сапроб зоначаларга бўлинади.

Уларнинг биринчисида органик моддаларнинг оксидланиш жараёни содир бўлиб, бунда аммиак ҳосил бўлади. Бу зонада кислород бор (лекин старли эмас). Бу зонада, асосан, кислород танқислигига бардош берадиган организмлар истиқомат қилади. Кўпчиликни гетеротроф бактериялар Мусор раслмосус замбуруғлар, сианобактериялардан Оссиллаториа ташкил топади. Бу ерда яшовчи ҳайвонот организмлари жумласига кўп сонли инфузориялар (Парамесиум саудатум, Оперсулариа соанстата) коловраткалар (Ротариа), жгутли паст қисқичбақасимон (Дапхниямагна, Дапхния

пулек)лар киради. Балчиқларида кўпгина олигохетлар, хирономид личинкалари учрайди.

Иккиламчи мезосапроб зоначада осон оксидланадиган органик бирикмалар деярли сира учрамайди. У сувларда аммиак ва унинг оксидланиш ҳосилалари — нитрит ва нитратлар учрайди.

Бу сувларда кислород миқдори катта қисми ташкил қилади. Бу муҳитда автотроф организмлар ривожланади, чунончи, сианобактериялар (Анабаена), яшил тусли (Ссенедемус) ва диатом (Мелосира) сув ўсимликлар, нитратловчи бактериялар ривож топган. Энг содда ҳайвонлардан инфузориялар ва томир оёқлилар ривожланади. Бошқа планктон ҳайвонлардан коловратка ва қисқичбақасимонлар ривожланади. Зонанинг тагида бактериялар жуда кўп турдаги чувалчанглар, турли хашаротлар личинкалари, моллускалар иштирокида шиддатли равишда минералланиш жараёнлари содир бўлади. Макрофитлар (шоҳ барглилар) пайдо бўлади.

Олигосапроб (тоза сув) зонада сувда эриган органик моддалар деярли учрамайди, шу сабабдан бу жойларда, асосан, автотроф организмлар ривожланади. Кислород миқдори тўйиниш даражасига яқин қийматга эга миқдорда учрайди. Бу зона нитратланиш жараёнларининг тугалланиши билан тавсифланади. Бактерияларнинг умумий миқдори 1 мл да мингта, юзта, ҳатто ўнтагача камайиб кетади. Микроорганизмларнинг тур ўзгаришида катта хилма-хиллик кузатилади. Бу зонада сув ўтлардан диатомик (Сймбелла сесади) ва яшил микроорганизмлардан (Улотрих зоната, Драпар холида), коловраткалардан Келисоттиа лонгиспина бутуқли мўйловлилар, эшкак оёқлилар (Еудиаптомус грасилис), қисқичбақалар учрайди. Балчиқларда паденок (чўкиб қолганлар) личинкалари, моллускалар иштирок этади.

Умуман полисапроб зонадан олигосапроб зонага ўтишда микробларнинг хиллари кўпайиб, миқдор камаяди.

12.5. Сув ҳавзаларининг ўз-ўзича тозаланиши

Сув ҳавзаларига ифлосликлар тушиши сабабли унда табиий мувозанат бузила боради. Сув ҳавзасининг ана шу киритилган ифлосликларга қарши туриши, улардан қутулишга интилишлари ўз-ўзича тозаланиш жараёнининг моҳиятини ташкил этади. Ҳавзанинг ўз-ўзича тозаланиши физик, физик-кимёвий ва биокимёвий ҳодисалардан иборат. Оқова сув худди шаршара каби ҳавзага тушиб аралашиб вақтида содир бўладиган гидродинамик жараёнлар сувнинг ўз-ўзича тозаланишида энг муҳим аҳамиятга эга, чунки бу жараён

оқибатида ифлос моддалар концентрацияси камаяди. Сувнинг ўз-ўзича тозаланиш омиллари жумласига оқова сувдаги эримайдиган қўшимча моддаларнинг чўкишини ҳам киритиш мумкин. Чўкиш вақтида содир бўладиган физикавий ҳодисалар гидробионтлар (филтраторлар ва седиментаторлар)нинг ҳаёт кечириш амалиёти билан яқин боғланишга эга. Улар сувдан жуда катта миқдорда муаллақ моддаларни ажратиб олади ва уларни ифлосликлар гувалачаси шаклида чўктириб, сувдан узлуксиз равишда чиқариб юборади. Бу жараёнда яна моллускалар ёрдамида ҳосил бўладиган сохта чувалчанглarning бунёдга келиши ҳам катта аҳамиятга эга. Шундай қилиб, гидробионтлар чўкиш жараёнларини тезлатиш оқибатида сувни қўшимча моддалардан тозалашга ва ифлос моддаларнинг сув ўзани тубига йигилишига катта ёрдам беради. Сув ҳавзаларида соф нейтралланиш, гидролиз ва оксидланиш реакциялари содир бўлади. Масалан, сувни ўз-ўзига Fe, Al, Mg ионлардан тозаланишида шу металллар гидроксидларининг чўкиши устувор жараён деб қаралиши мумкин. Сувнинг оғир металл ионларидан ўз-ўзича тозаланиши бир қатор жараёнлар эвазига содир бўлади; бу жараёнларда биз юқорида айтиб ўтган металлларнинг гидроксидлари билан биргаликда чўкиши, ионларнинг органик коллоидлар томонидан ютилиши ҳодисаси, металл ионларининг гумин кислоталар билан мураккаб комплекслар ҳосил қилиши каби ҳодисалар содир бўлади. Сувни оғир металллардан тозалашда содир бўладиган жараёнлардан ҳар бирининг зиммасига тушадиган вазифа муҳитдаги рН га, оғир металлнинг сув ҳавзасидаги концентрациясига, ҳавзадаги оксидланиш-қайтарилиш жараёнига боғлиқ. Ҳавзадаги сув оғир металллардан тозаланганда, сув тагидаги заминга чўқинди моддалар йиғила боради. Ҳавза заминидаги оксидланиш-қайтарилиш шароити ўзгартирилганда заминга (чўқинди сифатида) ўтган оғир металл ионларининг қайтадан сув қаватига ўтиши, яъни сув иккинчи марта ифлосланиши мумкин. Органик моддалардан иборат ифлосликларнинг минералланиши, асосан, турли гидробионтлар иштирокида содир бўладиган биокимёвий жараёнлар оқибатида амалга ошади. Биокимёвий жараёнлар ҳавзадаги сув қатламида ва ҳавза заминидаги чўқиндиларда содир бўлади. Сувда эриган органик моддаларнинг оксидланишида муҳим ролни бактериялар бажаради. Ҳавзага органик ифлос модда тушганида сапрофит бактериялар ҳавзада ниҳоятда тез ривожланади.

Бу вақтда ҳавзадаги бактериал нуфус турларининг таркиби ҳавзага тушган ифлос моддалар табиатига боғлиқ равишда ўзгаради.

Натижада сувга тушган ифлосликлардан фойдалана оладиган бактериялар тури ривож топади.

Озуқа моддаларнинг захираси аста-секин камайган сари ҳавзадаги бактерияларнинг умумий сони камая боради. Бактериялар сонининг камайиши зоопланктон вакиллари (содда ҳужайралар, коловраткалар, қисқичбақасимонлар) туфайли амалга ошади; улар бактерияларни тановул қилиб, сувдаги коллоид заррачаларни ҳамда майда муаллақ моддаларни ва улар билан бирга бактерияларни сувдан йўқотиб юборади.

Ҳавзага тушган ва ҳавза ичидаги фито ҳамда зоопланктонлар ҳосил қилган органик моддалар ҳавза заминига қисман чўкади. Ҳавза заминиди минералланиш жараёнлари худди сув қаватидаги каби, интенсив равишда содир бўлади. Бу жараёнларда бактериялар, қуртлар, моллускалар, содда ҳужайралар, ҳашаротларнинг личинкалари иштирок этади.

Агар сув ҳавзаларида макрофитлар мавжуд бўлса, минералланиш жараёни сезиларли даражада кучаяди. Сув ўсимликларининг барг ва шохларида, органик моддаларнинг оксидланишида иштирок этадиган перифитон организмлар ривожланади. Макрофитлар буталарида минерализаторлар мавжуд. Макрофитлар эса органик моддаларнинг аэроб биокимёвий емирилишига ёрдам беради, улар сувга деярли катта миқдорда қислород киритади (бу қислород органик моддаларнинг аэроб емирилишига ёрдам беради). Бундан ташқари, макрофитлар иштирокида кўп хил бактерияларнинг, чунончи, нефтни оксидловчи бактерияларнинг иш унуми кўпаяди. Бу ҳодиса қуйидагича изоҳланади: метаболитлар бактерияларда алмашилиш жараёнларига ёрдам беради.

Сувнинг ўз-ўзича тозаланиш жараёнларида турли гидробионтлар хизмати натижасида ҳосил бўлган биосенот комплекслар хизмат қилади. Уларнинг кўпчилиги ҳавзаларнинг бактериал (жумладан, патоген микробларнинг) ифлосликларидан қутилишида бевосита иштирок этади. Гидробионтларнинг антибактериал таъсирининг механизми деярли хилма-хил. Уларнинг баъзи турлари бактериялар билан озикланади, иккинчидан ҳужайраларни ялайди, учинчилари эса муҳитга бактеритсид моддалар чиқаради. Бактериал жойлашув ва бошқа гидробионтлар орасида ўзаро алоқалар боғланади. Улар орасида озикланиш муносабатидан ташқари метабиот ва антагонизм ҳодисалари вужудга келади.

Сув ўсимликлари билан бактериялар орасидаги антагонистик муносабатлар бир неча сабабларга боғлиқ. Булардан бири азотли озукани эгаллашга бўлган рақобат. Иккинчиси сув ўтлар фотоцентез жараёни таъсирида муҳитни ишқорий ҳолатга ўтказиб, рН ни 9 га тенг қилишдан иборат бўлиши мумкин. Бундан ташқари, кўпчилик сув ўсимликлари (масалан, члорелла ва Ссенедесмус) муҳитга бактерицид моддалар (метаболитлар) чиқариб туради (бу моддалар бактерияларни ҳалок қилишга қобил). Аниқланишига кўра, яшил сув ўсимликларининг бактерицид таъсири Коли гуруҳдаги бактерияларга ҳам ёйилади, ичак касалликларини вужудга келтирадиган бактерияларни ҳам четда қолдирмайди. Патоген бактерияларни йўқотишда бактериофаглар ҳам иштирок этади. Касаллик тарқатувчи микронуфусга бой ҳавзаларда микроблар, гидробионтлар кам микдорда бўлган ҳавзалардагига қараганда тезроқ ҳалокатга учрайди. Бу ҳодисанинг сабаби шундаки, бактериялар билан бошқа тур микроорганизмлар орасида антагонистик муносабатлар юзага келади. Қиш фаслида ҳавза сувларида бактериялар таъсирида содир бўладиган ўз-ўзича тозаланиш жараёни сустр амалга ошади. Шу сабабли ҳам сувдаги патоген микрофлора сувда узок вақт сақланиб туради, чунки сувнинг ўз-ўзича тозаланишини тезлатувчи биологик омиллар паст ҳароратда секин таъсир кўрсатади. Ҳавза сувларининг ўз-ўзича тозаланишида гидробионтларнинг биокимёвий амалиёти ҳал қилувчи жараёнларнинг энг муҳимини ташкил этади. Лекин гидробионтлар таркибида шундай организмлар ҳам борки, уларнинг кенг кўламда ривожланиши деярли катта зарар келтиради. Масалан, сианобактерияларнинг баъзи турлари ривожланганида қорамол қирғинга учрайди, одамлар орасида эса заҳарланиш ҳолатлари содир бўлади.

Савол ва топшириқлар:

1. Сув қандай усулда зарарсизлантирилади?
2. Хлорлаш деб нимага айтилади?
3. Сув қайси усулда озонлантиради?
4. Бактерицид нурланиш нима?

ГЛОССАРИЙ

№	Атаманинг ўзбек тилида номланиши	Атаманинг инглиз тилида номланиши	Атаманинг рус тилида номланиши	Атаманинг маъноси
1	Абиотик мухит	abiotic environment	абиотическая среда	юнонча-инкер, биос-хаёт маъносини билдиради: 1) тирик организмларни ураб турган нотирик жисмлардан иборат муҳи; 2) тирик организмларнинг фаолияти билан боғлиқ бўлмаган табиат ходисалари.
2	Абиотик омил	abiotic factor	абиотический фактор	лотинча-фактор қилаётган ишлаб чиқарилаётган муҳитнинг физик ва кимёвий шароитларнинг организмларга кўрсатаётган таъсири.
3	Абсорбция	absorption	абсорбция	суюқ эритмалар ва газлар аралашмаларидаги ифлослантирувчи моддаларнинг суюқликларнинг бутун массаси томонидан ютилиши.
4	Агрессив сув	aggressive water	агрессивная вода	таркибида туз, кислота ва бошқа моддалар мавжуд бўлиб, металл, бетон, материалларни юқори даражада емириш хусусиятларига эга бўлган сувли эритмаларга нисбатан қўлланиладиган атама.
5	Адаптация	adaptation	адаптация	лотинча lotincha adaptation мослашиш, қўниқиш, тирик организмлар муҳитининг аниқ шароитларида барқарор яшаб кетишини таъминлайдиган морфофизиологик, популяциявий ва бошқа

				хусусиятларнинг йигиндиси.
6	Абсорбция	adsorption	адсорбция	моддаларнинг эритма ёки газдан маълум қаттиқ жисмлар томонидан юртилиши.
7	Айланма сув таъминоти	whirlpool support	обеспечение водоворота	фойдаланилган сув тозалангани ёки совитилгандан сўнг технологик ёпик жараёнга ёки маиший сув узаткич тармоқларига такрорланиши.
8	Анионлар	anion	анионы	манфий зарядланган ионлар.
9	Арид иқлими	arid climate	Аридный климат	лотинча aridus- қуруқ. атмосфера намлиги паст, ҳаво ҳарорати эса баланд ва сутка давомида катта тебранишларга монант қурғоқчил ҳудудлар иқлими.
10	Артезиан сув	deep-well water	артезианская вода	Франциядаги Артуа вилояти номидан келиб чиққан, сув бардош қатламлар орасида жойлашган ва сув босими баланд бўлган ер ости сув ҳавзаларини ҳосил килувчи сувлар.
11	Атроф- мухитни назорат қилиш	control of environment	контроль за окружающей средой	инсон ва биота учун энг муҳим ва асосий бўлган атроф-мухит компонентларининг ҳолати ва уларнинг ўзгариши устидан назорат қилиш.
12	Атроф- мухитнинг ифлосланиши	pollution of environment	загрязнение окружающей среды	жойлашган ер ёки миқдорига кўра атроф- мухит ҳолатига салбий таъсир киладиган моддаларнинг атроф мухитда мавжудлиги.
13	Биоген модда	biogenic (organic) matter	биогенное вещество	организмлар ҳаёти фаолияти натижасида вужудга келган кимёвий бирикма (лекин айнан шу вақтнинг ўзида уларнинг

				жисми таркибида бўлмаслиги ҳам мумкин).
14	Биологик ховузлар	biological pond	биологические пруды	оқоваларни биологик усулда тозалашда қўланиладиган ховузлар.
15	Биологик ифлосланиш	biological pollution	биологическое загрязнение	экотизимга унга ёт бўлган организм турларининг киритилиши ва уларнинг қўпайиши.
16	Биофилтр (биологик филтр)	biological filter	биологический фильтр	оқова сувларининг биологик усулда тозалаш учун фаол микробиологик парда билан қопланган филтрловчи материалдан ёхуд сунъий равишда тузилган “тозаловчи” организмлар туркуми эгаллаган макондан тозаладиган сув массанинг аста-секин оқиб ўтиши принципида қўрилган иншоот.
17	Биоценоз	biocenose	биоценоз	юнонча bios - ҳаёт, koinos – умумий, ўсимликлар, замбруғлар, ҳайвон ва микроорганизмларнинг ўзига хос таркибига ҳамда ўзаро ва атроф-муҳит билан бўлган муносабатларга эга жаммуаси.
18	Биоген элементлар	biogenic (organic) matter	биогенное вещество	тирик организмлар таркибига шаксиз кирадиган кимёвий элемент.
19	Бош ионлар	high-energy ion	ион высокой энергии	табиат сувларида энг қўп миқдорда учрайдиган ионлар

20	Вадоз сувлар	vadose water	вадозная вода	лотинча vadousus – саёз, атмосферадан келиб тушган ёки ер қобиғида хосил бўлган ва унда жойлашган ер ости сувлари (охирги келиб чиқиши жихатидан ювинил сувларга қарама- қарши қўйилади).
21	Геохимё	geochemistry	геохимия	ернинг кимёвий таркиби, унда кимёвий элементларнинг тақсимланиш қонуниятлари ва миграцияни ўрганадиган фан.
22	Гидратлар	hydrate	гидрат	эритмалар буглатилгандаёқ ажралиб кетадиган анча беқарор бирикмалар.
23	Гидролиз	hydrolysis	гидролиз	сув билан унда эриган туз ионларининг ўзаро кимёвий таъсирлашуви жараёни.
24	Глобал ифлосланиш	global pollution	глобальное загрязнение	ифлосланиш манбаидан жуда узоқ масофада, сайёранинг деярли барча нуқталарида аён бўлувчи атроф табиий муҳитнинг ифлосланиши. Ҳаво муҳитига хос.
25	Глобал мониторинг	global monitoring	глобальный мониторинг (наблюдение)	кўп мақсадли ахборот тизими бўлиб, унинг вазифаси атроф муҳитга таъсир этувчи манбалар ва чиқиндиларни глобал миқёсда кузатиш, баҳолаш ва истиқболни аниқлашдан иборатдир.
26	Дренаж сувлари	drainage water	дренажная вода	инглизча drain-қуритиш], дренаж орқали йиғиладиган ер ости ва ер усти сувлари.
27	Зарарли модда	poisonous substance	ядовитое вещество	инсон саломатлиги ва у яшайдиган муҳитга хавф туғдирадиган ҳар қандай модда.

28	Заҳарли чиқиндилар	toxic waste	ядовитые отходы	ўз таркибда тирик организмларни заҳарловчи моддаларга эга чиқади.
29	Ионли оқим -	ion flow	поток ионов	судаги минерал эриган моддалар миқдори.
30	Ифлосланиш	pollution	загрязнение	сув ҳаво ва тупроққа кейинчалик фойдаланиш учун яроқсиз ҳолга келтирадиган концентрацияда микроорганизмлар кимё моддалари заҳарловчи моддалар, чиқитлар ёки оқова сувларни қўшиш.
31	Катионлар	cation	катионы	мусбат зарядли ионлар
32	Кимёвий ифлосланиш	chemical pollution	химическое загрязнение	экотизимга унга ёт булган ифлослантирувчи моддаларнинг фон концентрацияларидан зиёд миқдорда киритилиши.
33	Кислота ёғинлари	acid precipitation	кислотные осадки	одатда бошланғич манбадан узокда атмосферадаги кимёвий жараёнлар туфайли ўзгарган олтингугурт, азот бирикмалари ва бошқа моддаларнинг ерга суюқ ёки қуруқ ҳолда тушганида рўй берадиган комплекс кимёвий ва атмосфера ҳолати.
34	Коммунал оқовалар	wastewater	сточные воды	аҳоли истикомат киладиган жойларда ҳосил буладиган оқовалар; умумий канализация мавжуд булганда маиший, ишлаб чиқариш, ёгин-сочин сувларини ўз ичига олади.
35	Микроэлементлар	microelement	микроэлементы	суда кам миқдорни ташқил қилувчи турли хил кимёвий элементлар.
36	Озон (O₃)	ozone	озон	кислород

				молекуласининг уч атомли шакли бўлган озон атмосфера таркибидаги газ компонентини ташкил қилади.
37	Озон катлами	ozone layer	озонный слой	стратосферада озон концентрацияси энг юқори кўрсаткичга эришадиган қатлам мавжуд. У озон қатлами дейилади. Бу қатлам ердан 12-40 км баландликда бўлиб, тахминан 20-25 км баландликда озон концентрацияси энг юқоридир.
37	Олиграф сув ҳавзалари	oligraf water reservoir	олиграфический водный бассейн	бирламчи маҳсулдорлиги паст бўлган (биоген элементлар миқдори кам) сув ҳавзалари.
38	Органик моддалар	organic matter	органическое вещество	сувдаги турли хил тирик организмларнинг, яъни хайвонларнинг ўлиши ва сўнгра чириши маҳсулидир
39	Оқова сувлар	wastewater	сточные воды	маиший мақсадларда ёки ишлаб чиқаришда қўлланиладиган ва бунинг натижасида таркибига турли аралашмалар қўшилган, ҳамда бирламчи кимёвий ёки физик хусусиятлари ўзгарган сувлар
40	Оқова сувларни тозалаш	depuration of wastewater (sewage effluent)	очистение сточной воды	ифлосланган оқова сувларни механик, физик, кимёвий ва биологик усуллар ёрдамида ҳар хил аралашмалардан тозалаш

41	Оқоваларни биологик усулда тозалаш	depuration of wastewater by biological method	очищение сточной воды биологическ им способом	Сув тозалашнинг кенг қўлланиладиган усулларидан бири бунда сув саёз ховуз ва бошқа сув хавзаларида органик моддаларни сапробионт микроорганизмлар ёрдамида минераллаштириш йўли билан тозаланади.
42	Оғир металлар	tough metal	твёрдый металл	атом оғирлиги 50 а.б. дан юқори бўлган кимёвий элементлар
43	Пестицидлар	pesticides	пестициды	ўсимликларнинг зарар қундаларига хавфли касалликлар гарқатувчиларга қарши курашишда қўйдаланиладиган кимёвий модда.
44	Санитар меъёрлар	sanitary code	санитарные нормы	атроф-мухитдаги зарарли кимёвий моддаларни, шунингдек инсонлар саломатлигига зарарли жисмоний ва биологик таъсирнинг энг юқори даражаларига нисбатан талабларни белгилайди.
45	Сизот (инфильтрация) зонаси	seepage zone	зона инфильтрации	литосферанинг сувлар тоғ жинслари ичида то грунт сувлари сатхигача сизиб чиқадиған юқори катлам.
46	Сувнинг кимёвий анализ қилиш	chemical analysis of water	химический анализ воды	табiiй сувларнинг кимёвий таркиби ва физикавий хусусиятини аниқлаш
47	Сувнинг минераллаш уви -	water salinity	минерализация воды	унинг бир литрида мавжуд бўлган грамм ёки миллиграм микдоридаги эриган моддалар.
48	Сувни фторлаш	water fluorination	фторирование воды	таркибида фтор етишмайдиган ичимлик сувига фтор бирикмаларини қўшиш.
49	Сувни хлорлаш	water chlorination	хлорирование воды	зарарсизлантириш мақсадида ичимлик ва оқова сувларга хлор

				билан ишлов бериш.
50	Табийий сув муҳити	fresh water environment	среда пресной воды	табийий муҳит бу ерда йил давомида денгиз ёки чуқуқ сувда яшайдиган флора ва фауна бемалол кўпаяди.
51	Ташлама	waste disposal	сброс отходов	киска муддатли (1 марта) ёки маълум вақт давомида ҳам қандай ифлослантирувчи моддалар ёки учиб чиқаётган газлар билан ортикча иссиқликнинг атроф-муҳитга ташланиши.
52	Тозалаш даражаси	purification efficiency	степень очищения	чиқарилаётган газлардан ёки оқова сувлардан олиб қолинган ифлослантирувчи моддалар массасининг шу газлар ёки сувларда мавжуд бўлган ифлослантирувчи моддалар массасига нисбати (фоизда).
53	Тозалаш иншоотлари	construction for purification	сооружения для очищения	оқова сувларини ифлослантирувчи моддалардан босқичма-босқич тозалашга мўлжалланган махсус муҳандислик қурилмалари
54	Тозаланган сув	treated water	очищенная вода	маълум мақсадларда фойдаланиш учун зарарли аралашмалардан тозаланган сув.
55	Транспирация	transpiration	транспирация	сувнинг ўсимлик танаси орқали буғланиш жараёни
56	Токсик модда	toxic agent	токсичное вещество	инсон соламатлигига ёки атроф муҳитга зарар келтириш хусусиятига эга бўлган модда.

57	Фауна	fauna	фауна	лотинча fauna - қадимги Рим мифологиясида дала ва ўрмонлар ҳукмдори, чорвалар хомийси, муайян ҳудудда яшаётган барча ҳайвон турларининг эволюция жараёнида тарихан шаклланган мажмуаси
58	Физик ифлосланиш	physical pollution	физическое загрязнение	экотизмга унинг ҳарорат-энергия, тўлқин радиацион ва бошқа физик ҳоссаларини меёрдан оғишига олиб келувчи бегона физик энергия манбаларининг кириб келиши.
59	Чучук сув қатлами	layer of fresh water	слой пресной воды	океандаги орол остида жойлашган ер ости чучук сувининг қатлами, унинг остида шўр сув бўлади.
60	Шўр сувлар хужуми (интрузиция)	intrusion (activation of salt water)	интрузия	зичлиги юқори бўлганлиги сабабли шўр сувларнинг кириб бориши натижасида – Одатда сохил бўйи ҳудудларида —ер усти чучук ёки ер ости сувларининг чекиниши.
61	Эвапотранспирация	evapotranspiration	эвапотранспирация	(ялпи бугланиш) ўсимлик таркибидаги намликнинг физиологик бугланиши ва тупроқдан ҳамда ўсимлик юзасидан физик бугланиш натижасида атмосферага буг бўлиб кўтариладиган намлик миқдори.
62	Экологик назорат	ecological control	экологический контроль	давлат органлари корхоналар ва фуқароларнинг экологик меёр ва қоидаларга риоя қилишни таъминлаш бўйича фаолияти.
63	Экологик омил	ecological factor	экологический фактор	Организмнинг мослашиш реакциясини идора қиладиган табиий муҳит

				омили.
64	Эритмалар	alloy materials	сплавы	икки ёки бир неча компонентдан иборат каттик ёки суяк гомоген система.
65	Эритма концентрация-си	alloy materials concentration	концентрация сплавов	эритманинг маълум оғирлик миқдорида эриган модда миқдори.
66	Эриган газлар	liquid petroleum gas	жидкий газ	сувда учрайдиган кислород O ₂ ва углероднинг (II) оксиди CO ₂ газлари.
67	Ювенил сувлар	Juvenile	ювенильная вода	лотинча juvenilis – ёш, ер мантиясидаги моддалардан газлар чиқиши натижасида пайдо бўладиган ер ости сувларининг, ер қаридан ер қаридан ер ости гидросферасига чиқиши.
68	Қаттик сув	heavy water	тяжелая вода	таркибида 6.0 - 9.0 мг-экв/л кальций ёки магний ионлари бўлган сув.
69	Қаттик оқим	strong current	сильное течение	қаттик моддаларнинг ер юзасидан ювилиб, сув оқими билан оқизиб кетилиши.
70	Гидролиз	hydrolysis	гидролиз	бошқа молекулалар билан бирлашмаган сув молекуласи - H ₂ O

Асосий адабиётлар

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды : Учебник 4-е издание, переработанное и дополненное / Л.С Алексеев ; рец. Б.Н Фрог. - [б. м.] : ИНФРА-М, 2018. - 159 с. - Библиогр.: с. 158.
2. Бекмамадова Г.А. Сув кимёси ва микробиология асослари.Ўқув қўлланма Т.: “Ёшлар матбуоти”, 2019 йил.
3. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологическая аналитическая химия: Учебное пособие для вузов.- Спб.:Аналитическая химия,2017.- 464 с.
4. Eckhard WarchHydrochemistry 2016, Walter de Gruyter GmbH Berlin.
5. Ивчатов А.Л. Химия воды и микробиология :Учебник / А.Л Ивчатов, В.И Малов ; рец. Б.Н Фрог. - [б. м.] : ИНФРА-М, 2018. - 218 с. - Библиогр.: с. 214
6. Mackenzie L. Davis. Water and wastewater engineering: Design Principles and Practice// McGraw-Hill, New York, 2016.

Қўшимча адабиётлар

7. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология. М.:Стройиздат, 1974.
8. Ходжитдинова М., Ризаев А. Сув кимёси ва микробиология ўқув қўлланма. Т.:Чўлпон, 2011 й.
9. Чибисова Н.В., Долгань Е.К. Экологическая химия: Учебное пособие / Калинингр. ун-т. - Калининград, 1998. - 113 с.
- 10.Туробжонов С.М., Турсунов Т.Т., Пулатов Х Л. Оқова сувларни тозалаш технологияси. Т.: Мусика, 2010.-256 б.
- 11.Фробишчер М.”Основы микробиологии”.-М.,1965

М У Н Д А Р И Ж А

КИРИШ	3
I БОБ. СУВ КИМЁСИНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ СУВ ВА ЭРИТМАЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ	5
1.1. Сувнинг физик-кимёвий константалари	5
1.2. Компонент,фаза ва системалар ҳақида тушунча. Сувнинг ҳолат диаграммаси	7
1.3. Эритмалар. Моддаларнинг сувда эрувчанлиги. Эритмалар концентрацияларини ифода этиш усуллари	9
II БОБ. СУВНИНГ ЭЛЕКТРОЛИТИК ДИССОЦИЯЛАНИШИ	12
2.1. Водород кўрсаткич рН	12
2.2.Электролитлар	13
2.3. Эритмалардаги оксидланиш-қайтарилиш реакциялари	14
III БОБ. ДИСПЕРС СИСТЕМАЛАР. КОЛЛОИДЛАР	16
3.1. Дисперс система турлари.....	16
3.2 Коллоид эритмалар.....	17
3.3. Коллоид эритмаларнинг оптик ва молекулар-кинетик хоссалари	18
IV БОБ. МИКРОБИОЛОГИЯ АСОСЛАРИ	21
4.1. Микроорганизмлар тўғрисида умумий тушунчалар.....	21
4.2. Табиатда микроорганизмларнинг тарқалиши	22
4.3. Микроорганизмлар билан ишлаш усуллари.....	23
V БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАРНИНГ АЙРИМ ГУРУҲЛАРИГА МОРФОЛОГИК ТАВСИФ БЕРИШ	26
5.1. Олий протистлар эукариотик ҳужайраларнинг тузилиши.....	26
5.2. Энг оддий протистлар прокариотик ҳужайраларнинг тузилиш	36
5.3. Табиий ва оқар сувларнинг бошқа организмлари	42
VI БОБ. МИКРООРГАНИЗМЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ	45
6.1. Ферментлар. Ферментларнинг тузилиши ва хоссалари	45
6.2.Микроорганизмлар ҳужайраларидаги алмашинув жараёнлари. Моддалар ва энергия алмашинуви ҳақида умумий тушунчалар.....	49
6.3. Микроорганизмлар ва атроф-муҳит	60
VII БОБ. ТАБИЙИЙ ВА ОҚОВА СУВЛАРНИНГ ТАРКИБИ ВА СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИ	65
7.1. Табиатда сувнинг айланиши	65
7.2. Сувни текшириш ҳақида тушунча.....	68
7.3. Сув таркибининг физик ва физик-кимёвий кўрсаткичлари.....	69
7.4. Сув таркибининг кимёвий ва биокимёвий кўрсаткичлари	72

VIII БОБ. СУВ СИФАТИГА БАҲО БЕРИШ	103
8.1. Табиий ва ичимлик сувлар	103
IX БОБ. МАТЕРИАЛГА СУВНИНГ ТАЪСИРИ	106
9.1. Электрохимёвий коррозия тўғрисида умумий тушунча	106
9.2. Коррозия жараёни тезлигига таъсир этувчи омиллар	108
9.3. Металллар коррозиясида микроорганизмларнинг роли	110
9.4. Металл қувурлари ва конструкцияларни коррозиядан сақлаш	111
9.5. Сув таъсирида бетон ва темир-бетоннинг емирилиши	113
9.6. Металл қувур ва металл конструкцияларни коррозиядан ҳимоя қилиш	116
9.7. Денгиз сувининг бетонга таъсир етишида ўзига хослик	118
9.8. Бетон ва темир-бетон қурилмаларини емирилишдан ҳимоя қилиш	119
9.9. Қувур ўтказгич (қувур) ва иншоотларда чўкмалар ҳамда биологик ўсимталарнинг ҳосил бўлиши	119
9.10. Қувурлардаги чўкмалар, уларнинг келиб чиқиш сабаблари ва уларга қарши курашиш	120
9.11. Саноат корхоналарини айланма тарзда сув билан таъминлаш системасида биологик ўсимталарнинг ривожланиши ва унга қарши курашиш йўллари	121
X БОБ. ТАБИЙ ВА ОҚОВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШ	125
10.1. Коагулятсия ва флокуляция	125
10.2. Тиндириш	128
10.3. Флотация	129
10.4. Фильтрлаш	130
10.5. Мембран сепарация	133
10.6. Сорбция ва катализ	134
10.7. Ионлар алмашинуви	136
XI БОБ. СУВНИ КИМЁВИЙ УСУЛДА ТОЗАЛАШ	138
11.1. Нейтраллаш	138
11.2. Чўктириш	139
11.3. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари	141
11.4. Аэроб жараёнлар	143
11.5. Анаэроб жараёнлар	146
XII БОБ. СУВНИ ЗАРАРСИЗЛАНТИРИШ	149
12.1. Хлорлаш	151
12.2. Озонлаш	153
12.3. Бактерицид нурлатиш	155
12.4. Сув ҳавзаларидаги ифлосликларнинг табиати ва манбалари	156
12.5. Сув ҳавзаларининг ўз-ўзича тозаланиши	159
ГЛОССАРИЙ	163
ҲОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	173

БЕКМАМАДОВА ГУЛНОЗА АКМАЛОВНА

СУВ КИМЁСИ ВА МИКРОБИОЛОГИЯ

ДАРСЛИК

Мухаррир *Ахтам Рузимуротов*
Бадиий муҳаррир ва
техник муҳаррир *Дилмурод Жалилов*
Саҳифаловчи *Мадина Абдуллаева*
Мусахҳиҳ *Нигора Ғаниева*

Нашриёт лицензияси АИ № 315. 24.11.2017.
2020-йил 24-сентябрда босишга рухсат этилди.
Бичими 60x84 1/16. Times New Roman гарнитураси.
Офсет босма. 15,75 шартли босма табок. 14,85 нашр табағи.
Адади 100 нусха. 9-рақамли буюртма.
Баҳоси шартнома асосида

YOSHLAR NASHRIYOT UYI..
Шайхонтохур тумани, Навоий кўчаси, 11-уй.

“Avto-Nashr” ХК босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳар, 8-март кўчаси, 57-уй.

1

ISBN 978-9943-6679-6-9



9 789943 667969