С.Ж.Асфендияров атындағы
Қазақ Ұлттық Медицина
Университеті

Казахский Национальный
Университет имени С.Д.
Асфендиярова

Инженерлік пәндер кафедрасы

Су - химиялық өндірісітің шикізаты. Фармацевтикалық өндірісте суды дайындау және тазарту жолдары.

Оқытушы: Милисова Н.Б.

Алматы, 2020

Жоспар:

- Судың табиғатта таралуы.
- Өнеркәсіпте суды пайдалану.
- Су сапасының көрсеткіштері.
- Табиғи сулардың қасиеттері.
- Техникалық су және оның сапасына қойылатын талаптар.
- Өнеркәсіптік су дайындау
- Ағынды сулар және оларды тазарту.
- Ағынды суларды сумен жабдықтаудың айналмалы және тұйық жүйелерінде пайдалану.

Судың табиғатта таралуы

- Судың жер бетіндегі жалпы көлемі ***1386 млн.*** км^3, ал осы көлемнің ішуге жарамды тұщы суы тек қана 35 млн. км^3 немесе 25% құрайды. Жер шарының 70% қабатын мұхит және теңіз қоршаған.
- Тұщы судың 70%-ы (мұздықта), мұзда, ал 30%-ы жерасты суында болады. Сонымен тұтынатын өзен және атмосфералық тұщы су – барлық тұщы судың ең аз мөлшерін, яғни 0,3 % құрайды.
- Қазақстандағы жалпы су көлемі ***101*** км^3. Оның ***58*** км^3 Қазақстан жерінде, ал ***43*** км^3 көршілес елдерден (ҚХР, Ресей, Өзбекстан, Қырғызстан) келеді.
- Теңіз және мұхит сулары көптеген химиялық элементтерді өндірудің шикізаты болып табылады. Өнеркәсіп көлемінде судан натрий және магний хлоридінің, бром, иод және т.б. өндіреді. Қазіргі кезде су басқа да химиялық элементтерді өндірудің негізгі көзі ретінде қарастырылады.

Өнеркәсіпте суды пайдалану

- Су – сутек және оттек алудың көзі, қышқыл, сілті алуда, сонымен бірге көптеген химиялық үдерістерде реагент болып табылады.
- Суды қатты, сұйық, газтәрізді ерітінділерін дайындау үшін қосымша материал, ал газдарды тазалауда абсорбент ретінде пайдаланады.
- Су табиғатта таза күйінде болмайды, онда әртүрлі тұздар еріген түрде болады.
- Кейбір химия зауыттарында тәулігіне 1 млн.м3-ке дейін су қолданылады.
- Су гидравикалық, жылулық және атомдық электростанцияларда қысым туғызу үшін пайдаланады. Судың химия өнеркәсібінде көп қолданылатындығын келесі мысалдан көруге болады.
- Су тек қана жұмсалмайды, кейбір химиялық үдерістердің тас көмірді, ағашты құрғақ айдағанда, көмірсутектерді жаққанда, аммиакты тотықтырғанда және т.б. нәтижесінде көп мөлшерде бөлінеді.

Химиялық өндірістерде су :

- ❖ универсалды еріткіш
- ❖ жылу тасымалдаушы
- ❖ шикізат

Мұхит суындағы элементтердің құрамы мынандай, (%): калий (К) – $3,8*10^{-2}$, ванадий (V) – $2,0*10^{-8}$, алтын (Au) - $4,0*10^{-10}$, күміс (Ag) – $5,0*10^{-9}$, уран (U) – $2,8*10^{-7}$.

Табиғи сулар:

- *атмосфералық*
- *жер бетіндегі*
- *жер астындағы*

Атмосфералық сулар – жаңбыр және қар сулары құрамындағы қоспалар: оттек, көміртек диоксиді (CO_2), күкірт оксидтері, күкіртті сутек, кейбір органикалық заттар және шаң-тозаң. Еріген минерал тұздар болмайды.

Жер бетіндегі сулар **-** өзен, көлдер, теңіз, мұхит сулары. Су құрамында тұз, газ, негіз, кышқыл және т.б қоспалар бар. Теңіз суында еріген тұз мөлшері 10г/кг, кейде одан да көп болады.

Жер асты сулары - минералды тұздардың біраз, органикалық заттардың аздаған мөлшері бар артезианды бұрғылау, құдық, бұлақ сулары.

Судың сапасы **–** физикалық, химиялық және бактериологиялық анализдермен анықталынады.

Су сапасының маңызды көрсеткіштеріне жататын физикалық және химиялық сипаттамалары:

- *мөлдірлігі*
- *түсі*
- *иісі*
- *температурасы*
- *жалпы тұз мөлшері*
- *су кермектілігі*
- *тотығу шамасы*
- *құрғақ қалдық*
- *жалпы сілтілігі*
- *жүзгін заттардың мөлшері*
- *су реакциясы (сутек көрсеткіші pH)*

Судың кермектілігі – судың кальций, магний және темір (II) катиондарының болуына байланысты қасиеттерінің жиынтығы. Су кермектілігі **уақытша**, **тұрақты** және **жалпы** болып үшке бөлінеді.

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$2Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 * Mg(OH)_2 + 3CO_2 + H_2O$$

Тұрақты (карбонаттық емес) су құрамында кальций, магнийден басқа тұздар (хлоридтер, сульфаттар, нитраттар) болуынан туады.Тұрақты кермектілік кезінде су қайнағанда тұздар сол еріген қалпында су құрамында қалады.

Уақытша және тұрақты кермектіліктің қосындысы – *жалпы кермектілік* ($Ж_к$) деп аталады. Жалпы кермектілік бойынша табиғи сулар *жұмсақ* ($Ж_к$<2) *орташа* ($Ж_к$=2-10), *қатты* ($Ж_к$>10) деп бөлінеді.

Кермектілігі бойынша судың жіктелуі

Ca^{2+} және Mg^{2+} 1 $дм^3$ судағы мөлшері, мг-экв	**Су кермектілігінің класы**
0-1,5	өте жұмсақ
1,5-3	жұмсақ
3-6	орташа (баяу) кермекті
6-10	кермекті
>10	өте кермекті

Суды тазарту жолдары:

- ***Тұндыру;***
- ***Коагуляция;***
- ***Деаэрация (CO2, O2);***
- ***залалсыздандыру***
- ***жұмсарту***
- ***тұзсыздандыру***

✔ ***Тұндыру*** – су құрамындағы механикалық қоспалардан суды тазарту үшін үлкен бетондаған ыдысқа тұндырады, қалған заттардан ажырату мақсатымен құм сүзгіштен өткізеді. Осыдан кейін коллиодты қоспалардан тазарту үшін ыдысқа коагулянттар қосады.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 3H_2SO_4 + 2Al(OH)_3\downarrow$$

Алюминийдің сульфаты судың құрамындағы кальций мен магнийдің бикарбонатымен әрекеттесіп алюминийдің гидроксидін түзеді:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Mg\ Ca(HCO)_2 = 3Mg,CaSO_4 + 6CO_2\ \ Al(OH)_3\downarrow$$

✔ ***Суды залалсыздандыру*** – суды микроорганизмдерден және бактериялардан тазарту әдісі: хлорлау, озондау немесе қайнату.

$$Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3\downarrow + 2HClO$$

$$HClO \rightleftarrows HCl + O$$

✔ ***Суды жұмсарту*** – су құрамындағы ерітінді түріндегі Ca және Mg тұздарынан жарым-жартылай немесе толық тазарту.

Суларды жұмсарту әдістері:

- *Физикалық*
- *Химиялық*
- *Физикалық-химиялық*

- *<u>Физикалық әдіс</u>* – суды термиялық өңдеуге негізделген, яғни қайнату, дистилляциялау және қатыру.

Суды қайнатқанда бикарбонаттар ыдырап карбонатқа ауысып тұнбаға түседі.

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2$$

- *Химиялық әдістер* – суды химиялық қосындыларымен өңдеуге негізделген. Өндірісте негізінен *әк-сода* және *фосфат* әдістері қолданылады.

***Әк-сода* әдісі**

Уақытша кермектілік

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2H_2O + 2CaCO_3 \downarrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + 2H_2O + 2CaCO_3 \downarrow$$

Тұрақты кермектілік

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = 2NaCl + CaCO_3 \downarrow$$

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4 + MgCO_3 \downarrow$$

Әк– сода әдісі көп қолданылады және ең арзан әдіс, бірақ суды жұмсарту дәрежесі төмен (0.3 мг-экв.л$^{-1}$).

Фосфат әдісі – суды натрий фосфатымен өңдеуге негізделген

$$3Ca(HCO_3)_2 + 2Na_3PO_4 = 6NaHCO_3 + Ca_3(PO_4)_2 \downarrow$$

$$3CaCl_2 + 2Na_3PO_4 = 6NaCl + Ca_3(PO_4)_2 \downarrow$$

- *Физикалық–химиялық әдісіне* ион-алмасу жолы жатады.

Ион алмасу жолы – иониттардың судағы еріп жүрген тұздардың ионымен ион ауыстыру қабілеттілігіне негізделген. Иониттар суда және басқа еріткіштерде ерімейтін, ион алмастыруға қабілеті бар қатты заттар. Иониттар – **катиониттер** және **анониттер** болып екіге бөлінеді.

Катиониттер - құрамында қозғалмалы натрий немесе сутек катиондары болғандықтан олар натрий катиониты немесе сутек катиониты деп аталынады. Na - катиониттер ретінде алюмосиликаттар қолданылады: *глаугонит*, *цеолит*, *пермутит* және т.б.

Анониттер - құрамында қозғалмалы гидроксил тобы болғандықтан OH- анионити деп аталады. Анониттар ретінде *синтетикалық үлкен молекулалық қосылыстар* қолданылады.

Мынадай құрамды $Na_2O*Al_2O_3*2SiO_2*nH_2O$ алюмосиликатты алып катион алмасу реакциясын жазайық:

$$\mathbf{Na_2O\{kat\} + CaCl_2 \Leftrightarrow CaO*\{kat\} + 2NaCl}$$

$$\mathbf{Na_2O\{kat\} + MgSO_4 \Leftrightarrow MgO*\{kat\} + Na_2SO_4}$$

мұндағы, {kat} алмасуға қатыспайтын молекула бөлшегі, яғни $Al_2O_3*SiO_2*nH_2O$.

Н – катионитын қолданғанда ионалмасу процесі мынадай сызба-нұсқамен өрнектеледі:

$$\mathbf{H_2\{kat\} + CaSO_4 \Leftrightarrow Ca\{kat\} + H_2SO_4}$$

$$\mathbf{H_2\{kat\} + Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow Ca\{kat\} + 2H_2O + 2CO_2}$$

$$\mathbf{H_2\{kat\} + MgCl_2 \Leftrightarrow Mg\{kat\} + 2HCl}$$

Анион алмасу мынадай сызба-нұсқамен өрнектеледі:

$$\mathbf{2\{An\}OH + H_2SO_4 \Leftrightarrow \{An\}_2SO_4 + 2H_2O}$$

$$\mathbf{\{An\}OH + HCl \Leftrightarrow \{An\}Cl + H_2O}$$

Анионитты регенерациялау үшін оны сілті ерітіндісімен жуады:

$$\mathbf{\{An\}_2SO_4 + 2NaOH \Leftrightarrow Na_2SO_4 + 2\{An\}OH}$$

✔ ***Суды газсыздандыру*** – суды еріген газдан тазарту. Суды газсыздандыруға *химиялық* және *физикалық* әдістер қолданылады.

Химиялық әдіс - еріген газдардың химиялық реагенттермен реакцияласуына негізделген.

Физикалық әдіс - суды аэрациялауға (ауамен жанастыру) немесе вакуумда қыздыруға негізделген.

✔ ***Суды тұзсыздандыру*** – суды қыздырып әуелі буға айналдырып суытып қайта сұйылтады.

Су қағы кермекті суды қайнатқанда ыдыс қабырғаларына тұрып қалатын тұздар.

Су қағының түрлері: Карбонат су қағы – негізінен 50 % -тен аса $CaCO_3$, $MgCO_3$ құралған аморфты тұздар; гипс су қағы негізінен 50% -тен аса $CaSO_4$ қатты масса; силикат су қағы – құрамында 20-25% SiO_2 болатын аморфты масса; алюмосиликат су қағы – негізінен SiO_2 және Al_2O_3 оксидтерден құралған; аралас су қағы – құрамында Ca және Mg карбонаты, кальций сульфаты және силикаттары бар күрделі қоспалардан құралған қатты масса.

***Су қағының түзілу себептері*:** аса қаныққан ерітінділерден ерігіштігі аз тұздарының суды қыздырғанда тұнбаға тұнуы; ерігіштік температура коэффиценті оң тұздар: Ca, Mg хлоридтері және нитраттары ерітіндісін салқындатқанда тұнбаға тұнады; ерігіштік температура коэффиценті теріс тұздар қыздырғанда тұнбаға тұнады.

ТЕХНИКАЛЫҚ СУ

- Қазіргі заманғы өнеркәсіпте фармацевтикалық препараттарды және басқа да көптеген өнімдерді өндіруде техникалық су қолданылады. Бұл әртүрлі көздерден алынған су болғандықтан, қолданар алдында мұқият кондицияланады. Суды өндіру өзендерде, бұлақтарда және көптеген басқа су қоймаларында жүзеге асырылады.
- Қазіргі әлемде техникалық су негізінде өнім өндіретін кәсіпорындардың өзіндік сумен жабдықтау ресурстары бар. Олар белгілі бір ұйымның барлық талаптарына сәйкес келетін су алуға мүмкіндік береді.

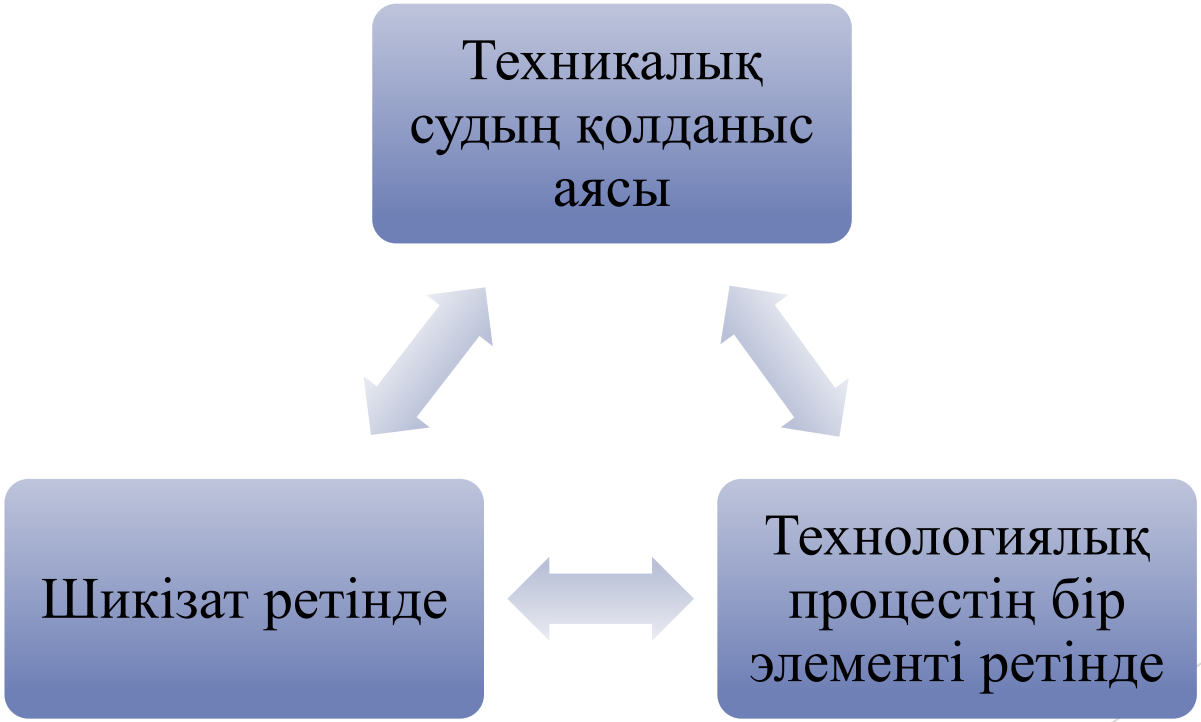
ТЕХНИКАЛЫҚ СУДЫҢ ҚҰРАМЫ

- Техникалық судың құрамы тұздар мен минералдардың белгілі бір түрлерінің жиынтығынан тұрады. Олар белгілі бір мөлшерде әртүрлі өндіріс көздерінен алынған суда болады.

Өндіріс көздерінен алынған су құрамында келесілер кездеседі:

- Темір;
- Нитриттер мен нитраттар;
- Сульфаттар мен хлоридтер;
- Фторидтер;
- Аммиак;
- Көмір қышқылы;
- Күкіртсутек;
- Ерітілген түрдегі оттегі.

- Техникалық суды пайдалану көптеген заманауи өнеркәсіптік кәсіпорындарға тән. Ол тазартылған ауыз суды қажет етпеген жағдайларда пайдаланылады. Қазіргі уақытта техникалық су медициналық препараттар өндірісінде кеңінен қолданылады.



ТЕХНИКАЛЫҚ СУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

- *Түсінің қатты байқалмауы;*
- *Иісінің жоқ болуы;*
- *Температурасы процеске байланысты анықталады (ыстық, суық)*
- *жалпы тұз мөлшері аз болуы*
- *су кермектілігі процеске қарай таңдалады*
- *тотығу шамасының өте жоғары*
- *құрғақ қалдық үлесінің өте төмен болуы;*
- *жүзгін заттардың болмауы*
- *су реакциясы (сутек көрсеткіші pH) орташа 5,5 болуы керек.*

Фармацевтикалық өндірістегі су

- Фармацевтикалық өнеркәсіпте және онымен байланысты салаларда қолданылатын су келесі түрлерге бөлінеді:
  - ауыз су (ішуге жарамды),
  - тазартылған стерильді су,
  - инъекцияға арналған су,
- Ауыз судан басқа жоғарыда аталған су түрлерін алудың барлық жүйелері үшін ***валидация*** процесі қажет.
- Фармацевтикалық мақсатта пайдаланылатын ауыз су көп жағдайда дистилляция, ион алмасу, кері осмос немесе тағы басқа процестер арқылы тазартылады.

АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАЛАУ

НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ