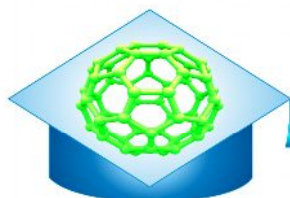


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Жоғары технологиялар және тұрақты даму институты

Қолданбалы экология кафедрасы



Г.Х.Керейбаева, И.З. Лапшина

**ТАБИҒИ ЖӘНЕ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ  
ТЕХНИКАСЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

Пәннің оқу-әдістемелік кешені

(5B073100 – тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау  
мамандығы үшін)

Алматы 2012

**ҚҰРАСТЫРҒАНДАР:** Керейбаева Гүлсара Хабиболлақызы., Лапшина Ирина Зайнидиновна. Табиғи және ағынды суларды тазарту техникасы мен технологиясы. Пәннің оқу-әдістемелік кешені. (5B073100 – тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау мамандығы үшін). Алматы. Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, 2012. 114 б.

Андатпа. «Табиғи және ағынды суларды тазарту техникасы мен технологиясы» пәнінің оқу-әдістемелік кешені типтік және жұмыс бағдарламаларына сәйкес құрастырылған, пәннің негізгі мазмұнын сипаттайды. Оқу-әдістемелік кешенде пәннің оқу бағдарламасы «Syllabus», пәннің тематикалық жоспары, қажетті оқулықтардың тізімі, студенттердің өз бетімен жұмыстарына тапсырмалар, пән бойынша оқу процесінің күн тізбелік кестесі, өз бетімен бақылау үшін тест тапсырмалары келтірілген.

Дәріс конспектілерінде сумен жабдықтау және су шығару ғылымының негізгі түсініктеріне, мақсаттары мен міндеттеріне назар аударылған. Табиғи сулардың сапасы, құрамы мен қасиеттері, табиғи сулардың ағынды сулармен ластану және су ресурстарын пайдалану проблемалары қарастырылған. Табиғи және ағынды суларды тазартудың негізгі әдістері, сондай-ақ су тазарту станцияларының негізгі аппараттары мен қондырғылары сипатталған.

Оқу әдістемелік кешенін пайдалану студенттерге оқу уақытын дұрыс пайдалануға, өз бетімен жұмыстарын ұйымдастыруға, танымдық және творчесволық іс-әрекетін дамытуға мүмкіндік береді. Негізінен алғанда оқу әдістемелік кешені студенттерде Қазақстан Республикасының су ресурстарын қорғауға, жер үсті су қоймаларына тазартылмаған ағынды суларды төгуді тоқтатуға жауаптылық сезімдерін қалыптастырады.

Қорытынды жол (17 кесте, 2 сурет)

**Пікір беруші** – Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ «Қолданбалы экология» кафедрасының профессоры, б.ғ.д., профессор Курбанова Г.В.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі 2011 жылға арнап бекіткен Типтік оқу жоспары бойынша басылды.

## 1 Пәннің оқу бағдарламасы – Syllabus

### 1.1 Әзірлеуші-оқытушылар туралы мәліметтер:

Сабақ жүргізетін оқытушы: ҚЭ кафедрасының доценті, техника ғылымдарының кандидаты: Керейбаева Гүлсара Хабиболлақызы.

Байланыс түрі 257-71-71 (72-96)

Кафедрада болатын уақыты: Бекітілген күнтізбе уақытында

### 1.2 Пән туралы мәліметтер:

Пән атауы: «Табиғи және ағынды суларды тазарту техникасы мен технологиясы»

Кредит саны 4

Өткізу орны: ҚазҰТУ

1-кесте

### Оқу жоспарының көшірмесі

Курс	Семестр	Кредит тер	Дәрістер, 1 аптадағы академиялық сағаттар	Зертхан. сабақтар	Тәжірбие лік/ семин. Сабақт.	СӨЖ*	СОӨЖ*	Барлығы, 1 аптадағы академ. Сағаттар	Бақылау түрі
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	7	4	1	1	2	4	4	12	Курстық жоба

**1.3 Алдыңғы реквизиттері:** оқылатын пәнді игеруге қажетті бұрын өтілген пәндер - математика, физика, информатика, химия.

**1.4 Соңғы реквизиттері:** дипломдық жұмыс немесе дипломдық жоба.

**1.5 Пәннің қысқаша мазмұны:** Пәнді оқыту мақсаты студенттерді теориялық және практикалық жағына дайындау, табиғи және ағынды суларды тазартудың бүгінгі таңдағы әдістерін қолдана білетін, жобалау мәселелерін, конструкциялау, зерттеу және есептеу, су мен су шаруашылығы объектілерінің жағдайларын бақылау әдістерін білетін студенттерді дайындау.

**Пәнді оқып-білудің міндеттері.** Пәнді оқу кезінде студенттер болашақ маман-экологтарға қойылатын мемлекеттік білім стандартына сәйкес білім мен шеберлікті игеруге тиісті.

Курстың соңында студенттер мыналарды білулері керек:

- негізгі өндірістердің өндірістік ағынды суларының түзілу ерекшеліктерін;
- табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясының негізін, тұзсыздандыру, залалсыздандыру және т.б. процестерді;
- құрылыстардың, қондырғылардың, аппараттардың және басқа да су тазарту құрал-жабдықтарының жұмыс істеу принциптерін;
- табиғи және ағынды суларды тазарту технологиялық процестерін жобалаудың негізгі принциптерін.

Студенттер мыналарды жасай алуға тиісті:

- қоршаған ортаның ластануы тұрғысынан өндіріс мекемелерінің жағдайы мен жұмыс режимін өз бетінше талдай алуға;

- өндірістің ерекшелігін ескере отырып, ағынды суларды тазартудың технологиялық және аппаратуралық схемасын жасай алуға.

### 1.6 Тапсырмалардың тізімі мен түрлері және оларды орындау кестесі:

2-кесте

#### Тапсырмалардың түрі және оларды орындау мерзімі

Бақылау түрі	Жұмыс түрі	Жұмыстың тақырыбы (нақты бетін көрсету керек)	Ұсынылатын әдебиетке сілтеме	Тапсыру уақыты (апта)
1	2	3	4	6
Ағымдық бақылау	Бақылау жұмысы Б 1	Горизонтальды және вертикальды тұндырғыштардың параметрлерін есептеу	15қос.[28-33, 42-50].	1
- « -	Бақылау жұмысы Б 1	Радиальды тұндырғыштың параметрлерін есептеу	15қос.[28-33, 42-50]. 16қос.[20-22].	1
- « -	Бақылау жұмысы Б 2	Тез қысымсыз фильтрдің параметрлерін есептеу	15қос.[33-35, 50-60]. 16қос.[22-26].	2
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 1	Су сапасының физикалық көрсеткіштерін анықтау	26қос.[1-8]	3
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 2	Су сапасының химиялық көрсеткіштерін әр түрлі әдістермен анықтау	26қос.[8-12]	3
- « -	Бақылау жұмысы Б 3	Су объектілеріне ағынды сулармен ластаушы заттарды төгудің шектелген рұқсат етілген төгілімін (ШРТ) есептеу әдісі	7қос.[418-429].	4
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 3	Суды реагентті коагуляция және флокуляция әдістерімен тазарту	12қос.[22-27].	5
- « -	Бақылау жұмысы Б 4	Ағынды суларды қажетті тазарту дәрежесін анықтау.	1нег.[102-106].	6
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 4	Фильтрлеу көрсеткіштерін, фильтрдің қорғаныс әсері уақытын анықтау	26қос.[12-15].	7
Аралық бақылау	Аралық бақылау АБ 1	1-модуль бойынша: Табиғи суларды тазарту технологиясы	1нег.[14-79,155-163, 312-320]. 3нег.[18-48].	8
	Бақылау	Фильтрация өрісіне	13қос.[21-26].	9

Ағымдық бақылау	жұмысы Б 5	ағынды сулармен ластаушы заттарды төгудің шектелеген рұқсат етілген төгілімін (ШРТ) есептеу әдісі		
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 5	Ағынды суларды биологиялық тазарту, тазартылған судың сапасын ОБҚ <sub>5</sub> және ОХҚ бойынша бақылау	26қос.[12-15].	9
- « -	Бақылау жұмысы Б 6	Ион алмастырғыш қондырғылардың параметрлерін есептеу	13қос.[21-26].	10
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 6	Өндірістік ағынды суларды улы заттардан тазарту әдісі	26қос.15-18].	10
- « -	Лабораториялық жұмыс Л 7	Ағынды суларды электрокоагуляциялық тазарту әдісі	16қос. [1-10]. 26қос. [18-20].	11
- « -	Бақылау жұмысы Б 7	Материалдық балансты есептеу	21қос.[13-21, 25-27].	12
- « -	Бақылау жұмысы Б 8	Мұнай өңдеу кәсіпорындарының ағынды суларын тазартатын аэротенкті есептеу	19 қос.[26-28].	13
Аралық бақылау	Аралық бақылау АБ 2	2-модуль бойынша: Ағынды суларды тазарту технологиясы	3нег.[48-96, 149-190, 217-256], 14қос.[5-80, 125-200]. 20 қос.[3-59]	14
Қорытынды бақылау	Курстық жоба			15

## 1.7 Әдебиеттер тізімі

### Негізгі:

1. Керейбаева Г.Х. Табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясының негіздері. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2008, 150 бет.

2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебное пособие для вузов. – М.: МГУ, 2003, 680с.

3. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1984, 368с.

4. Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2003, 344с.

5. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004, 153с.

6. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов. – М.: Химия, 1989., 512 с.

**Қосымша:**

7. Гвоздев В.Д., Ксенофонтов Б.С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков. – М.: Химия, 1988, 112с.

8. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971, 579с.

9. Водный кодекс Республики Казахстан. – Алматы: Юрист, 2007.

10. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии: Обзор ПРООН в Казахстане. – Алматы, 2004.

11. Челноков А.А. Основы промышленной экологии: Лабораторно-практические работы. – Минск: Технопринт, 2001, 165с.

12. Мусина У.Ш., Нуркеев С.С., Суляева Н.Г., Лапшина И.З. Ионный обмен. Метод. указания к практическим занятиям. – Алматы: КазНТУ, 2000.

13. Яковлев С.В., Карелин Я.А. Очистка производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1985, 480с.

14. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных систем. – М.: Стройиздат, 1987, 243с.

15. Лапшина И.З. Керейбаева Г.Х. Табиғи және ағынды суларды тазалау. Курстық жобаға арналған әдістемелік нұсқау – Алматы: КазНТУ, 2005.

16. Лапшина И.З., Мусина У.Ш. Электрокоагуляционный метод очистки сточных вод. Метод. указания к лабораторной работе. – Алматы: КазНТУ, 2004.

17. Мусина У.Ш., Ахмедова Г.Р., Керейбаева Г.Х. Показатели качества воды. Метод. указания к лабораторно-практическим занятиям. – Алматы: КазНТУ, 2003.

18. Керейбаева Г.Х., Лапшина И.З., Каипова З.К. Биологическая очистка сточных вод в аэротенках. Метод. указания к практическим занятиям. – Алматы: КазНТУ, 2004.

19. Мусина У.Ш., Нуркеев С.С., Лапшина И.З. Флотационный метод очистки сточных вод. Метод. указания к практическим занятиям и лабораторной работе. – Алматы: КазНТУ, 2001.

20. Мусина У.Ш., Нуркеев С.С., Керейбаева Г.Х. Ағызынды суларды тазартудың технологиялық схемасының материалдық балансын есептеу. Практикалық сабақтарға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: ҚазҰТУ, 2003.

21. РНД 211.3.03-2000. Методика по установлению предельно-допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ на поля фильтрации и в естественные понижения рельефа местности. – Кокшетау: Минэкологии, 2000.

22. Методика расчета предельно-допустимого сброса (ПДС) веществ в водные объекты РК. – Алматы: Минэкологии, 1995.

23. РНД 1.01.00-94. Правила охраны поверхностных вод РК. – Алматы: Минэкологии, 1994.

24. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль. – М.: Стройиздат, 1982.

25. СанПиН 2.1.4.559-96 (РК 3.01.067-97). Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Госкомэпиднадзор, 1996.

26. Керейбаева Г. Х., Лапшина И.З., Мусина У.Ш., Бижанова Г.З. Табиғи және ағынды суларды тазарту. «Табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясының негіздері пәні» бойынша лабораториялық сабақтарға арналған әдістемелік нұсқау. ҚазҰТУ, 2010.

### 1.8 Білімді бақылау және бағалау

Кредиттік технология арқылы оқытуда Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-дың барлық курстары мен пәндері бойынша студенттердің білімін тексерудің рейтингтік жүйесі қолданылады.

Әрбір пәндер үшін бақылаудың төмендегі түрлері белгіленеді: ағымдық бақылау, аралық бақылау, қорытынды бақылау (3-кесте).

3-кесте

#### Бақылау түрлеріне қарай рейтингтік балдарды бөлу

№	Қорытынды бақылау түрі	Бақылау түрлері	Пайызы
3	Курстық жоба	Қорытынды бақылау	100
		Аралық бақылау	100
		Ағымдық бақылау	100

Ағымдық бақылау түріне: бақылау жұмысы, өздік жұмыс, семестрлік тапсырма және басқалар жатады. Қорытынды бақылау түріне осы пән бойынша курстық жоба жатады.

4-кесте

#### Бақылаудың барлық түрлері бойынша күнтізбелік кестесі

Апта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бақылаудың апталық саны	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1
Бақылаудың түрлері	Б 1	Б 2	Л 1,2	Б 3	Л 3	Б4 ӨЖ1	Л4	АБ 1	Б5, Л 5	Б6, Л6	Л7	Б7	Б8, ӨЖ2	АБ 2	КЖ
Бақылау түрлері: Л – лабораториялық жұмыс; Б – бақылау жұмысы; ӨЖ - өздік жұмыс; КЖ – курстық жоба; АБ – аралық бақылау.															

Студент жалпы  $\geq 30$  пайыз есебімен қорытынды бақылауға жіберіледі. Қорытынды бақылауға 50 пайыздан жоғары жинаған жағдайда ғана өткізілді деп есептеледі. Пәннің қорытынды бағасы шкала бойынша (5-кесте) анықталады.

**Студенттердің білімдерін бағалау**

Баға	Әріптік эквивалент	Пайызбен	Балмен
Өте жақсы	A	95-100	4
	A-	90-94	3,67
Жақсы	B+	85-89	3,33
	B	80-84	3,0
	B-	75-79	2,67
Қанағаттанарлық	C+	70-74	2,33
	C	65-69	2,0
	C-	60-64	1,67
	D+	55-59	1,33
	D	50-54	1,0
Қанағаттанарлықсыз	F	0-49	0

**Модульдар мен аралық аттестация бойынша бақылау жүргізуге арналған сұрақтар тізімі.**

*1-модуль бойынша бақылауды өткізуге арналған сұрақтар:*

1. Судың негізгі қасиеттері және оның су экосистемаларының дамуындағы ролі.

2. Жер шарындағы су айналымы.

3. Қазақстан Республикасының негізгі су ресурстары.

4. Қазақстан Республикасының су ресурстарын басқарудың негізгі принциптері.

5. Су пайдалану категориялары. Су көздеріндегі су сапасын су пайдалану категорияларына сәйкес нормалау.

6. Су қоймаларының сапробность бойынша жіктелуі.

7. Табиғи сулардың иондық құрамының сипаттамасы.

8. Судың физикалық және химиялық қасиеттері.

9. Табиғи су сапасының санитарлық-бактериологиялық және биологиялық көрсеткіштері.

10. Жер үсті суларының сапасын бағалау.

11. Фазалық-дисперсиялық жағдайына байланысты табиғи судағы қоспалардың классификациясы.

12. Ауыз суды дайындауда қолданылатын негізгі процесстер мен қондырғылар.

13. Ауыз суды залалсыздандыру әдістері (хлорлау, озондау).

*2-модуль бойынша бақылауды өткізуге арналған сұрақтар:*

1. Елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындардың негізгі су шығару жүйелері.

2. Шаруашылық-тұрмыс және өндірістік ағынды сулардың түзілу көздері.

3. Ағынды суларды локальды және комплексті тазарту принциптері.

4. Ағынды суларды тазартудың физика-химиялық әдістері.

5. Коагуляциялық, флотациялық және сорбциялық тазарту әдістерінің жалпы принциптері.



6. Ағынды суларды тазартудың электрохимиялық әдістері.
7. Ағынды суларды тазартудың биологиялық әдістері.
8. Биологиялық тазарту әдісінде қолданылатын негізгі қондырғылар мен аппараттар.
9. Ағынды суларды тазартудың биологиялық әдісінің тиімділігін арттырудың негізгі жолдары.
10. Қалалық су тазарту қондырғыларының жалпы сипаттамасы.
11. Ағынды сулардың құрамына және тазартылған судың сапасына қойылатын талаптарға сәйкес тазарту әдістерін таңдап алу.
12. Өндірістік кәсіпорындарда айналмалы сумен жабдықтау жүйесін ұйымдастыру.

*Аралық аттестацияға дайындалуға арналған сұрақтар:*

1. Су – жердегі тіршілік көзі, биосферадағы су түзілу сатылары.
2. Жер үсті суларын ластанудан және сарқылудан қорғау жолдары.
3. Жер үсті суларының сапасын бағалау, судың құрамына және қасиеттеріне қойылатын жалпы талаптар.
4. Л.А.Кульский бойынша су қоспаларының классификациясы.
5. Орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесіндегі ауыз судың сапасына қойылатын гигиеналық талаптар.
6. Ауыз суды дайындаудың негізгі әдістері.
7. Қазақстан Республикасының жер үсті суларын қорғау ережелері.
8. Су тазартудың негізгі реагентті әдістері; су тазартуға қолданылатын реагенттер.
9. Суды жұмсартудың және тұщыландырудың негізгі әдістері.
10. Су тазартудың флотациялық әдісінің негіздері; қысымды флотация әдісі және оның қолдану облыстары.

## **1.9 Курстың саясаты және тәртібі**

Студенттер міндетті түрде сабаққа қатысуға, барлық бақылау түрі бойынша уақытында есеп беруге міндетті, сабаққа қатыспаған күндерін қайта тапсырады. Сабаққа екі рет кешігіп келу, бір рет қатыспаған болып есептелінеді. Бақалау түрлерін тапсыру, тапсырмаларды орындау графигіне сәйкес ретпен жүргізіледі.

## **2 Негізгі таратылатын материалдар мазмұны**

**2.1 Курстың тақырыптық жоспары** 6-кестеде құрастырылған, онда тақырып атауы мен әрбір тақырыпқа бөлінген барлық сабақ түрлері бойынша академиялық сағат саны көрсетілген.

6-кесте

Тақырыптың атауы	Академиялық сағаттар саны				
	Дәрістер	Тәжірибе-лік (семинар)	Лабораториялық	СОӨЖ	СӨЖ
1.Кіріспе. ҚР су ресурстары. Су ресурстарының ластану көздері.	1	-	-	4	4
2. Су пайдалану және су тұтыну. Сумен жабдықтау көздері және олардың сипаттамасы.	2	-	-	8	8
3. Су сапасын жақсартудың негізгі әдістері. Табиғи суды тазарту технологиясында реагенттер қолдану.	2	6	3	8	8
4. Суды тұндыру және мөлдірлеу процестерінің теориялық негіздері. Суды залалсыздандыру және жұмсартудың әдістері мен жабдықтары	2	6	3	8	8
5. Су шығару. Елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындардың су шығару жүйелері. Өндірістік ағынды суларды тазартудың комплекті және локальды жүйелері.	2	6	3	8	8
6. Ағынды суларды тазартудың флотациялық әдісі. Су тазартудың сорбциялық әдісі. Су тазартуға қолданылатын сорбенттердің сипаттамалары.	2	4	3	8	8
7. Ион алмасу әдістері және оларды өндірістік ағынды суларды тазарту процесінде қолдану. Су тазартудың электрохимиялық әдістері (электрокоагуляция, электрофлотация және т.б.).	2	4	3	8	8
8. Ағынды суларды тазартудың биотехнологиялық әдістері. Ағынды суларды мембаналық әдістермен тазарту және деминерализациялау.	2	4	2	8	8
Барлығы	15	30	15	60	60

## 2.2 Дәріс сабақтарының конспектісі

**Дәріс тақырыбы 1. Кіріспе. Қазақстан республикасының су ресурстары. Су ресурстарының ластану көздері.** Су – Жер бетіндегі маңызды заттардың бірі. Жер шындығына келгенде – су планетасы деп айтуымызға болады. Су жер бетінің  $\frac{3}{4}$  бөлігін жауып қана жатырған жоқ, оның бетінде бұлт болып қалқып жүрген жоқ, құрғақты тіршілік ылғалымен толтырады. Судың біздің планетамыздағы тіршілік көзі болып табылуға мүмкіндік беретін, ерекше қасиеттері бар. Саны жағынан тірі материяның ең кең тараған бейорганикалық құраушысы. Адам денесінің 63 пайызы, саңырауқұлақтардың - 80%, кейбір медузалардың – 98% судан тұрады. Жердегі

барлық негізгі экосистемалар, адам экосистемасы да, құрамында 0,01% -тен аз тұзы бар ауыз судың жеткіліктілігіне байланысты. Сусыз тіршілік болуы мүмкін емес.

Тұқымында 10 пайыздан аз су бар өсімдіктердің тіршілігі баяуырақ болады. Бұл құбылыс ортаның қолайсыз жағдайларында судың көп мөлшерін жоғалтып алулары мүмкін, омыртқасыздардың кейбір түрлерінде де байқалады. Құрғақтағы биомасса ылғал мөлшеріне өте сезімтал келеді, себебі су биологиялық айналымға қатысады және тірі материя үшін сутек пен оттегі көзі болып табылады.

Су табиғатта үнемі айналымда болады – үнемі жұмсалады және оның орны қайтадан толтырылады.

*Қазақстан Республикасының су ресурстары.* ҚР Су кодексіне сәйкес, Қазақстан Республикасының су қорларын өзендер, көлдер, мұздықтар, жер асты сулары және су қоймалары құрайды. Өзендердің жалпы су ресурстары орташа есеппен жылына 100,5 км<sup>3</sup> құрайды, оның 56,5 км<sup>3</sup> республика территориясында түзіледі, ал қалған 44,0 км<sup>3</sup> көршілес мемлекеттерден түседі. Шаруашылыққа қолданылатын су ресурстарының көлемі барлығы 46 км<sup>3</sup>, себебі, судың негізгі бөлігі экологиялық, балық шаруашылығы, транспорт және энергетикалық қажеттерге жұмсалады. Қазақстанның әр түрлі жылдардағы экономика қажеттіліктеріне жұмсалған су ресурстарының көлемін салыстырғанда, жекелеген аймақтар, сондай-ақ түгел республика бойынша су тапшылығы барлығын көрсетеді. Су ресурстары тапшылығының себебі, жер үсті суларының республика территориясында біркелкі таралмағандығы, өзен ағыстарының жылдар және маусым бойынша өзгеріп тұруы сияқты табиғи факторлардың әсерінен, сондай-ақ көршілес мемлекеттердің трансшекаралық өзендердің суларының негізгі көлемін қолдануынан, жер суаруға қайтымсыз қолданудан және судың жойылуынан болады. Сонымен қатар су сапасының төмендігі оны шаруашылық мақсаттарына пайдалануға мүмкіндік бермейді.

Су ресурстарын қорғаудың тиімділігі және оны тиімді қолдануды қамтамасыз ету су қатынастарын құқықтық реттеуге байланысты. 2007 ж. жаңа Су кодексі қабылданды. Бұл құжаттың негізіне су пайдаланудың шындыққа және теңдікке негізделген халықаралық принциптері қаланған. Приоритет ретінде ауыз сумен жабдықтау ерекшеленген. Жаңа Су кодексін жасағанда жер асты және жер үсті суларын пайдалануға рұқсат беру жүйелері Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы министрлігінің су ресурстары комитетіне біріктірілген.

*Судың физикалық және химиялық қасиеттері.* Судың планетадағы негізгі ролі оның физикалық қасиеттеріне байланысты. Мысалы, жылу сыйымдылығы үлкен, мұздың суда батпайтын қасиеті, және т.б.

Барлық климаттық өзгерулер гидросферадағы процестерге байланысты, сондықтан гидросфераны байқау, ғалымдарға планетадағы табиғи, сондай-ақ антропогенді факторлардың әсерінен ғаламдық және аймақтық климатта болатын өзгерістерді бағалауға мүмкіндік беретін база болып табылады. Ауыз судың негізгі бөлігі үнемі қар жамылып жатқан мұздықтарда (68,0% ), ең көп бөлігі Антарктидада (61,7 %). Ауыз судың біраз бөлігі (30,1%) жер қыртысында

және жер асты мұз жыныстарында 0,86%) орналасқан. Өзен суларындағы ауыз су барлығы 0,006%, ал атмосферада шамамен 10есе көп, (0,04%).

Қазіргі кезде табиғи сулардың ластану салдарын жою және тазалығын сақтау мәселелері ерекше маңызды болып тұр. Соңғы кезде атмосферадағы сулар да ластануда. Қазір атмосфералық жауын-шашындар бұрынғыдай таза емес. Олар атмосфераға завод, фабрикалардың мұржаларынан бөлініп шыққан өндіріс қалдықтарының жерге түсуіне мүмкіндік беріп, құрғақ гидросферасының табиғи суларының «екіншілік» ластануына әкеледі.

Адам өзінің қажеттеріне пайдаланатын ауыз судың үлесін жер шарының су ресурстарының аз бөлігі құрайды. XX ғасырдың ортасына дейін ең дамыған елдердің өзінде ауыз су жеткілікті болып келді. Ауыз су таусылмайтын табиғат байлығы болып көрінетін. Бұл судың айналым процесі нәтижесінде қысқа уақыт ішінде үнемі қалпына келіп отыратын тағы да бір ерекше қасиетіне байланысты болды. Табиғаттағы су айналымы біздің планетамызда күн энергиясы, атмосфера мен гидросфера бар, ал жер беті континенттер мен мұхиттарға бөлініп тұрған кезде тоқтамайтын үздіксіз процесс. Алайда техникалық прогресс қысқа уақыт ішінде, айналымдағы су сапасын өзгертіп, ғасырлар бойы қалыптасып келген табиғи гидрогеологиялық айналымды бұзды. Бұл бүгінгі күні «су кризисі» мәселесі тууына әкелді, мөлшері қалпына келеді, бірақ ластанған сулар.

Басқа химиялық элементтермен салыстырғанда, судың көптеген физикалық қасиеттерінде ерекше ауытқулар бар – тығыздығы, меншікті жылу сиымдылығы, жұққырлығы, беттік керілуі және т.б.

Электр зарядтарының су молекуласында ассимметриялық таралуы, оған анық байқалатын полярлық қасиет береді. Сұйық күйіндегі судың молекулалық массасын өлшеу, оның газ күйіндегісінен артық екендігін көрсетті. Бұл су молекуласының ассоциациясы сутектік байланыстар түзілуі есебінен болатынын көрсетеді. Қалыпты температура мен қысымда судың үш түрлі агрегаттық күйде – сұйық, қатты (мұз) және газ (бу) түрінде болуы да оның уникальды қасиеттерінің бірі болып табылады.

Су температурасының өсуі екі түрлі әсер етеді: тұрақты структурасын бұзады және жылулық кеңеюге әкеледі. Температура  $0^{\circ}\text{C}$  және  $4^{\circ}\text{C}$  аралығында (мұздың балқуы) сутек байланысының бір бөлігі ыдырайды, яғни мұз структурасы бұзылады. Бұл кезде мұз тәрізді агрегаттың (клатраттардың) бос жерлеріне жекелеген молекулалардың орналасуынан, молекулалардың тығыз жиынтығы пайда болады. Температураның осы интервалында судың тығыздығы артады,  $3,98^{\circ}\text{C}$  кезінде ең үлкен мәніне жетеді. Суды ары қарай  $100^{\circ}\text{C}$  дейін жылыту, тығыздықтың төмендеуі арқылы жүреді. Бұл аномалия қысқы уақытта қататын су қоймаларында тіршілікке мүмкіндік береді. Мұз судан жеңіл болғандықтан (тығыздығы судың тығыздығынан кіші), судың бетінде орналасып, судың төменгі қабатын қатып қалудан қорғайды. Температура одан әрі төмендеген сайын мұздың қалыңдығы өседі, бірақ мұз астындағы судың температурасы  $+4^{\circ}\text{C}$  деңгейінде сақталады, бұл су организмдерінің тіршілігін сақтауға мүмкіндік береді.

Табиғат өмірінде судың аномальды жоғары жылу сиымдылығы да – 4,18 Дж/моль, маңызды роль арқарады. Судың жоғары жылу сиымдылығы жылудың бір бөлігі сутек байланысын үзуге жұмсалатындығына негізделген. Табиғи жағдайда су баяу жылынады және баяу салқындайды, Жер температурасын реттеуші болып табылады.

Судың жұққыштығы (қозғалыстың әр түрлеріне кедергі келтіру мүмкіндігі) температураға байланысты заңды өзгереді: температура өскен сайын азаяды. Судағы тұздардың концентрациясы артқан сайын, жұққыштық азаяды. Сонымен қатар қысымның жұққыштыққа әсерінің өз ерекшеліктері бар: температура төмендеген сайын жеткілікті қысымда судың жұққырлығы көбеюдің орнына азаяды, ал қысымды аздап өсірсек, судың тәртібі жалпы ережелерге бағынады.

Судың салыстырмалы диэлектрлік тұрақтылығы – 81, судың үлкен иондағыш күші осыған негізделген.

Судың беттік керілуі ең үлкен (сынаптан кіші), бұл өсімдіктер шырынының, адам мен жануарлар тамырларындағы қанның қозғалысына мүмкіндік береді. Температура жоғарылаған сайын судың беттік керілуі азаяды.

Судың оптикалық қасиеттері оның мөлдірлігімен бағаланады, бұл су арқылы өтетін сәуле толқындарының ұзындығына байланысты. Ультракүлгін сәулелер су арқылы оңай өтеді, сондықтан су организмдерінің су қоймаларының түбіне дейін тіршілік етуге қабілеттері бар, инфрақызыл сәулелер су арқылы аз дәрежеде өтеді. Көрінетін жарықтың сарғыш және қызыл компоненттерін сіңіруінен, су көгілдір түске ие болады.

Химиялық таза су электр тогын өте нашар өткізеді, бірақ аздаған болса да электр өткізгіштігі бар, себебі, өте аз дәрежеде сутек және гидроксил иондарына диссоциацияға түзетін қабілеті бар:



Таза судың электр өткізгіштігі шамасы бойынша, 18<sup>0</sup>С температурада 10 млн. л суда диссоциацияланған күйде – судың 0,86 молі, ал 22<sup>0</sup>С – 1 молі, 25<sup>0</sup>С – 1,109 молі болатындығы есептелінген. Гульберг және Вааге заңы бойынша химиялық реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрациясына тура пропорционал. Сондықтан төмендегі түрде жазуға болады:

$$V_1 = K_1[H_2O]; V_2 = K_2[H^+][OH^-] \quad (2)$$

Мұндағы  $V_1$  және  $V_2$  – тура және кері реакцияның жылдамдықтары;  $K_1$  және  $K_2$  – жылдамдық арқылы берілген пропорционалдық коэффициенттері, реакцияның константасы деп аталады.

Процестің тепе-теңдігі кезінде  $V_1$  және  $V_2$  жылдамдықтары бір-біріне тең, сондықтан:

$$[H^+][OH^-]/[H_2O] = K_1/K_2 = K' \quad (3)$$

Мұндағы  $K'$  – берілген температурадағы реакцияның тепе-теңдігі константасы, немесе судың диссоциациялану константасы. (3) -теңдеуді былайша жазуға болады:

$$[H^+][OH^-] = K' [H_2O] \quad (4)$$

Судың диссоциациялану дәрежесі өте аз болғандықтан, диссоциацияланбаған су молекулаларының концентрациясы судың жалпы концентрациясына тең, яғни 55,55 моль/л, сондықтан  $K' [H_2O]$  көбейтіндісін тұрақты деп есептейміз. Бұл константаны  $K_w$  деп белгілейміз және судың иондық көбейтіндісі деп атаймыз:

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

Су және сұйытылған су ерітінділері үшін сутек және гидроксил иондарының концентрацияларының көбейтіндісі тұрақты температура кезінде тұрақты шама. Судың иондық көбейтіндісінің  $22^{\circ}C$  температурадағы сандық мәні –  $10^{-14}$  тең.

Су – көптеген химиялық реакциялардың катализаторы. Кейбір тұздармен әрекеттесіп, су алмасып ыдырау процесін – гидролиз тудырады. Су – тірі организмдердегі көптеген биохимиялық процестерге қатысады және осы процестер жүретін орта.

Су молекуласының түзілу энергиясы жоғары, 242 кДж/моль тең. Бұл судың табиғи жағдайда тұрақтылығын түсіндіреді. Тұрақтылығы, электрлік сипаттамалары және молекулалық құрылысы бірге қосылып суға көптеген заттар үшін универсальды еріткіш қасиетін береді. Судың жоғары диэлектрлік өткізгіштігі оған молекулаларының полярлық қасиеттері бар заттарды ең жақсы еріту қабілетін береді. Бейорганикалық заттардың көпшілігі – көптеген тұздар, қышқылдар мен негіздер суда жақсы ериді. Органикалық заттардың кейбірі ғана – полярлық топтар молекуланың негізгі бөлігін құрайтындар – көптеген аминдер, органикалық қышқылдар және т.б. ериді.

Суда еріген заттар мен су молекулалары арасында әлсіз байланыстар түзіледі. Бұл құбылыс гидротация деп аталады.

Қатты заттардың суда ерігіштігі олардың табиғатына және температураға байланысты, үлкен аралықта өзгереді. Температураның жоғарылауы көптеген жағдайда тұздардың ерігіштігін арттырады. Алайда кейбір қосылыстардың –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $Ca(OH)_2$  ерігіштігі температура өсуімен төмендейді.

Біреуі су болып табылатын, сұйықтардың бір бірінде еруі кезінде әр түрлі жағдайлар болуы мүмкін. Мысалы, су мен спирт кез келген қатынаста араласа алады, себебі екеуі де полярлы заттар. Бензин (полярлы емес сұйық) суда мүлдем ерімейді. Шектелген өзара еру ең кең тараған жағдай болып табылады. Мысал ретінде мына системаларды – су – эфир, су – фенолды қарастыруға болады. Жылытқан кезде кейбір сұйықтың ерігіштігі өседі, кейбірінің ерігіштігі азаяды. Мысалы, су – фенол системасы үшін  $68^{\circ}C$  жоғары температурада шексіз өзара ерігіштік пайда болады.

Газдар (мысалы,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ ) сумен химиялық реакцияға түскен кезде суда жақсы ериді, әдетте газдардың ерігіштігі үлкен емес. Температура жоғарылауымен газдардың ерігіштігі азаяды. Төмендегі кестеде су қоймаларындағы және су тазартатын барлық қондырғылардағы биологиялық процестердің негізгі элементі – оттектің (атмосфералық қысымдағы) судағы ерігіштігі мәндері келтірілген.

1 - кесте

Қалыпты қысым кезінде оттектің ерігіштігінің температураға тәуелділігі

Көрсеткіштер	Оттектің ерігіштігінің температураға тәуелділігі			
Температура, °С	0	10	20	30
Оттектің концентрациясы, мг/л	14,62	11,33	9,17	7,63

Оттектің судағы ерігіштігі азоттың ерігіштігінен 2 есе артықтығын атап өткен жөн. Сондықтан су қоймаларындағы және су тазарту қондырғыларындағы ауаның құрамы атмосфералық ауаның құрамынан өзгеше. Еріген ауа оттегіне бай, бұл суда тіршілік ететін барлық организмдер үшін өте маңызды.

Су ресурстарының ластануы және сарқылуы бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі болып отыр. Қазіргі кезде әлемде су тапшылығы сезілуде. Су пайдалану мөлшерінің өсуіне сәйкес ластанған (ағынды) сулардың көлемі ұлғая түсуде. Ағынды суларды сыртқа шығару, оны тазартып қайта пайдалану үлкен мәселеге айналып отыр. Әсіресе өндірістік ағынды сулар ерекше проблема тудырып отыр. Кез келген, тіпті әбден жетілдірілген тазарту процестерінен кейін тұрақты ластаушы заттардың 10–20 пайызы тазармай қалатындығы белгілі.

Өндірістік қалаларда сода, күкірт қышқылы, азотты тыңайтқыштар, әр түрлі металдардың тұздары және басқа да минералды қалдықтар көп. Ауыл шаруашылығында пайдаланылатын минералды тыңайтқыштар, пестицидтер көп және басқа да органикалық заттардың көптігінен зиян шегуде. Олар жауын, қар суларымен өзендерге, көлдерге және жер асты суларына қосылып жатады. Өндірістің, ауыл шаруашылығының және басқа да кәсіпорындардың табиғи су көздеріне кері әсерлерінен су экожүйелерінде қайтымсыз өзгерістер жүруде.

Су көздерінің жылулық ластануы да қауіпті. Электр станцияларының жылы сулары өзендерге, көлдерге және су қоймаларына төгіліп, ондағы қалыптасқан жағдайларды өзгертеді. Судағы еріген оттегі мөлшері азайып, биологиялық процестердің жүру ырғағы бұзылады. Балықтардың уылдырықтары мен ұсақ жәндіктер өле бастайды.

Атом бомбаларын сынауға, атом электр станцияларындағы апаттар мен бұзылу салдарынан, өндірісте, ғылымда радиоактивті заттарды көп қолдануға байланысты және радиоактивті қалдықтардың экологиялық талаптарға сәйкес көмілмеуі салдарынан су көздерінің радиоактивті қалдықтармен ластану қаупі төнді.

Салмағы судан жеңіл болғандықтан мұнай қалдықтары су бетін жұқа қабықшамен жабады. 1 т мұнайдан 6 – 12 км<sup>2</sup> су беті мұнай қабықшасымен жабылатынын ескерсек, теңіздегі өсімдіктер мен жануарларға қандай зиян келіп жататынын білу оңай. Суда оттегі мөлшері азайып, биологиялық процестер бұзылады.

Соңғы кездерде табиғатты қорғау, соның ішінде су қорларын қорғау, сақтау және тиімді пайдалану мәселелеріне республикамызда өте зор мән берілуде.

Негізгі әдебиет: 3[5-17], 5[11-17].

Қосымша әдебиет: 11[12-24, 59-72].

Бақылау сұрақтары:

1. Қазақстан Республикасының су ресурстары.
2. Судың физикалық және химиялық қасиеттері.
2. Жер шарындағы су айналымы.
3. Судың аномальды қасиеттері және оның табиғат өміріндегі маңызы.
4. Су ресурстарының ластану көздері.

## **Дәріс тақырыбы 2. Су пайдалану және су тұтыну. Сумен жабдықтау көздері және олардың сипаттамасы.**

Қазақстанда су шаруашылығы комплексін мемлекеттік басқаруды Үкімет жүзеге асырады. Су қорларын пайдалануға және қорғауға уәкіл етілген мемлекеттік басқару органы (РҚ су ресурстары бойынша Комитеті және оның су шаруашылығы басқарманы), сондай-ақ жергілікті үкімет (маслихаттар) және атқарушы (акиматтар) органдар жүзеге асырады. Жер асты суларын басқаруды мемлекеттік органмен келісе отырып, геология және жер қойнауын қорғауға уәкіл етілген органдар жүзеге асырады. Қазіргі кезде Қазақстан Республикасында су шаруашылығы комплексін басқарудың көп деңгейлі жүйесі қалыптасты. Ол мынадай деңгейлерден тұрады: мемлекет аралық, мемлекеттік; бассейндік және территориялық. Негізгі технологиялық звено ретінде ірі өзендер бассейндерінің су шаруашылығы жүйелері алынады, мұның базасында өзендер бассейндерін басқарудың бассейндік су шаруашылық органдары құрылады. Қазақстан Республикасында сегіз ірі өзен бассейндері бар. Су ресурстары бойынша комитет экономиканың барлық салаларының мүдделері үшін, экологиялық талаптарды есепке ала отырып, су бассейндері шегінде су ресурстарын пайдалануды басқарады.

Су кодексіне сәйкес, Қазақстан Республикасындағы су ресурстары мемлекет меншігі болып табылады. Қазақстан Республикасының заңды ұйымдары мен барлық азаматтары ең алдымен ауыз суға және шаруашылыққа қажеттерін қанағаттандыру үшін суды пайдалануға құқықты. *Суды пайдалану халықтың және экономика салаларының қажеттері үшін суды пайдалану. Су пайдалану – жалпы және арнайы; жеке және бірлесіп; бастапқы және қосалқы болып жіктеледі.*

Жалпы су пайдалану халықтың ауыз суға және басқа да қажеттерін өтеу үшін, су ресурстарын заңды ұйымдар мен жекелеген азаматтарға бекітіп берместен және судың жағдайына әсер ететін қондырғылар мен техникалық құрылғыларды қолданбай жүргізіледі. Жалпы су пайдалануға арнайы рұқсат алудың қажеті жоқ.

Арнайы су пайдалануға халықтың ауызсуға және тұрмыстық мұқтажын, ауыл шаруашылығының, өнеркәсіптің, энергетиканың, су транспортының суға қажеттерін қанағаттандыру үшін, өзге де қажеттер үшін, сондай-ақ, өндірістік,



коммуналды-тұрмыстық, және басқа да пайдаланылған ағынды суды төгу үшін, жер асты және жер үсті суларын пайдалану жатады, аталған су пайдалану төмендегідей қондырғылар мен техникалық құрылғыларды қолдану арқылы жүргізіледі:

- жер асты суларын алу үшін насос қондырғыларымен жабдықталған, су алу қондырғылары;

- жер үсті және теңіз суларын механикалық және өздігінен ағу арқылы алу үшін стационарлық, жылжымалы және жүзетін қондырғылар;

- өндірістік, шаруашылық-тұрмыс, коллекторлық-дренаждық, нөсер суын және басқа да ағынды суларды, сондай-ақ шахталардан, карьерлерден, разрездерден айдап шығарылған суды жер бетіндегі және теңіз суларына ағызуға арналған су бұрғыш ғимараттарды; су шығару қондырғылары;

- жер асты сулы горизонттарына ағынды суларды төгуге арналған сіңіргіш скважиналар мен құдықтарды;

- ағынды суларды егіс алаңын суару жұмыстарына арналған шығару қондырғылары;

- платиналар, басқа да су құбырлары мен суды реттейтін қондырғылар;

- сумен жабдықтауға және қолданылған суларды төгуге арналған, сондай-ақ суды суытуға арналған жылу және атом электростанцияларының су шаруашылық құрылыстарын және т.б.

жаңа Су кодексіне сәйкес арнайы су пайдалану арнайы алынған рұқсат пен лицензияның негізінде жүзеге асырылады. Қазақстанда бірінші рет арнайы су пайдаланудың келесі түрлеріне лицензия беруге талаптар енгізілген:

- жер үсті су тоғандарынан ауыл шаруашылығы, өнеркәсіп, энергетика, балық аулау және көлік мұқтаждары үшін тәулігіне 50м<sup>3</sup> көлемінен артық суды алу және пайдалануға;

- жер үсті су объектілерінен қосалқы су пайдаланушыларға суды алуға және беруге.

*Бастапқы су пайдалану* – арнайы рұқсат негізінде су тоғандарынан су алуды жүзеге асыратын заңды ұйымдар мен азаматтардың суды пайдалануы болып табылады.

Қосалқы су пайдалану – бастапқы су пайдаланушылардан су алатын заңды ұйымдар мен азаматтардың суды пайдалануы болып табылады. Бастапқы су пайдаланушылар арнайы су пайдалануға берілген рұқсаттарда көзделген лимиттерге және шарттарға сәйкес су көздерінің сулылығын ескере отырып қосалқы су пайдаланушыларға су беруге кепілдік береді.

*Су пайдалану категориялары.* Су сапасы түсінігіне, оның су пайдалану және су тұтынудың нақты түрлеріне пайдалануға жарамдылығын анықтайтын, судың құрамы мен қасиеттерінің жиынтығы жатады. Су сапасына қойылатын талаптар «Жер үсті суларын ағынды сулармен ластанудан қорғау ережелерімен», «Жер үсті суларын ластанудан қорғаудың санитарлық ережелері және нормаларымен», сондай-ақ стандарттармен анықталады.

Су пайдалану сипаты мен су сапасын нормалауға байланысты жер үсті су тоғандары екі категорияға бөлінеді: 1 – ауыз су және мәдени-тұрмыс мақсатындағы, 2 – балық шаруашылығы мақсатындағы. Бірінші категорияға

жататын су объектілеріндегі судың құрамы мен қасиеттері су ағысынан 1 км жоғары орналасқан және жақын су пайдалану пунктіне 1 км радиуста орналасқан бақылау нүктесіндегі нормаға сәйкес болуы керек. Шаруашылық мақсатындағы су қоймаларындағы судың сапасы ағыс бар кезде ағынды суды төгетін жерде, ағыс жоқ кезде су төгілетін жерден 500 м қашықтықта тағайындалған нормадан аспауы қажет.

Су сапасы төмендегі параметрлер бойынша жүзеге асырылады: жүзгіндердің және қалқып жүрген заттардың құрамы, исі, дәмі, түсі, судың температурасы, рН мәні, оттектің мөлшері, органикалық заттардың құрамы, зиянды және улы заттардың концентрациясы.

Құрамы және әсер ету сипаты бойынша, зиянды және улы заттар лимитті зияндылық көрсеткіштері (ЛЗК) бойынша нормаланады. ЛЗК – берілген заттардың тигізетін ең үлкен кері әсері. Ауыз су және мәдени-тұрмыс мақсаты үшін пайдаланылатын су қоймаларындағы судың сапасын бағалау үшін үш түрлі ЛЗК қолданылады: *санитарлық-токсикологиялық, жалпысанитарлық және балық шаруашылығының лимитті зиянды көрсеткіші.*

Егер судың құрамы мен қасиеттері аталған көрсеткіштердің бірде бірі бойынша тағайындалған нормативтен, ал су құрамындағы зиянды заттардың мөлшері шектелген рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) аспаса су таза деп есептеледі. Суда ЛЗК бірдей бірнеше заттар болса, онда олардың концентрацияларының қосындысының сәйкес ШРК-ға қатынасы бірден аспауы керек:

$$\sum C_i / \text{ШРК}_i \leq 1$$

Мұндағы  $C_1, C_2, \dots, C_i$  – су қоймасындағы зиянды заттардың концентрациясы;  $\text{ШРК}_i$  – сәйкес зиянды заттардың шектелген рұқсат етілген концентрациясы, мг/л;  $n$  – ЛЗК бірдей заттардың саны.

Қазіргі кезде ауыз су және мәдени-тұрмыс мақсатындағы су қоймалары үшін 1625, балық шаруашылығы мақсатындағы су қоймаларына 1050-ден астам зиянды заттарға ШРК тағайындалған.

Су сапасын бағалау жекелеген көрсеткіштердің мәндерін нормативтік көрсеткіштермен салыстыруға негізделген. Табиғи сулардың құрамының күрделілігіне және алуан түрлілігіне байланысты, сондай-ақ ластаушы заттардың мөлшерінің өсуіне байланысты, осындау бағалар су объектісінің қосынды ластануы туралы толық түсінік бермейді. Осы кемшіліктерді жою үшін, жер үсті суларының ластануын комплексті бағалау әдістері жасалған, ол екі топқа бөлінеді.

Бірінші топқа, су сапасын геохимиялық, гидрофизикалық, гидробиологиялық, микробиологиялық көрсеткіштердің жиынтығы арқылы бағалауға мүмкіндік беретін әдістер жатады. Су, сапасы бойынша әр түрлі ластану дәрежесі бар кластарға бөлінеді. Алайда бұл әдістің кемшілігі, судың бір түрлі жағдайының өзінде, әр түрлі көрсеткіштер бойынша әр түрлі класқа жатуы мүмкін.

Екінші топқа, негізгі көрсеткіштер және су қоймаларын пайдалану түріне байланысты анықталатын, су сапасының жалпыланған сандық сипаттамасына

негізделген әдістер жатады. Осындай сипаттамаларға су сапасының индекстері, ластану коэффициенттері жатады.

Гидрохимиялық практикада Гидрохимиялық институтта жасалған, су сапасын бағалау әдістері қолданылады. Судың ластану деңгейін судағы ластанушы заттардың жиынтығына және оларды анықтау жиілігінің қосындысына негізделген бұл әдіс, су сапасы туралы толық баға беруге мүмкіндік береді.

Әдістің мәні мынада. Әрбір ингредиент үшін нақты концентрация негізінде ШРК-дан асып кету балы -  $K_i$  есептейді; асып кету жағдайының қайталануы -  $H_i$ , сондай-ақ жалпы бағалау балы –  $V_i$ .

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ШРК}_i}; \quad H_i = \frac{N_{\text{ШРК}}}{N_i}; \quad V_i = K_i * H_i,$$

Мұндағы  $C_i$  –  $i$ -ингредиентінің судағы концентрациясы;  $\text{ШРК}_i$  –  $i$ -ингредиентінің шектелген рұқсат етілген концентрациясы.  $N_{\text{ШРК}}$  – ШРК-дан асып кету жағдайының саны;  $N$  - анализдердің жалпы саны.

Жалпы бағалау балы –  $V_i$ , 11-ге тең немесе үлкен ингредиенттер, ластанудың лимитті көреткіштері (ЛЛЗ) сияқты жіктеледі. Жер үсті суларының ластануының комбинаторлық индексі барлық есепке алынған ингредиенттердің жалпы бағалау көрсеткіштерінің қосындысы ретінде есептеледі. Ластанудың комбинаторлық индексінің шамасы бойынша су ластануының класы тағайындалады.

*Табиғи сулардың құрамы.* Көптеген су тұтыну түрлері үшін ауыз су қажет, ал оның қорлары Жер бетіндегі барлық сулардың 3 пайызын ғана құрайды. Су тұтынудың үнемі өсуі – әртүрлі аймақтарда су тапшылығын тудыратын негізгі себепке жатады. Осыған байланысты су қорларын тиімді пайдалану және қорғау соңғы кезде маңызды мәселеге айналды.

Сумен жабдықтау көзі ретінде тұщы сулы жер үсті су қоймалары және жер асты сулары пайдаланылады. Жер асты су көздеріне грунт сулары, қабат аралық сулар, артезиан сулары жатады. Грунт суларының құрамы атмосфералық жауын суларына, сол қабатта сумен беттесіп жатқан топырақтың сипаттамасына, жоғарғы горизонттың санитарлық жағдайына байланысты. Артезиан суларының құрамының қалыптасуында тереңдіктегі геологиялық структура шешуші рольді атқарады. Жер асты суларының химиялық құрамы, тау жыныстарының шайылуы, еруі, сорбция, ион алмасу сияқты процестердің нәтижесінде қалыптасады. Артезиан сулары қабаттарының қорғалғандығы, су құрамының тұрақтылығын және микроорганизмдердің мүлдем болмауын қамтамасыз етеді.

Жер үсті табиғи суларының өзіне тән ерекшелігі, олардың құрамының жыл мезгілдері бойынша өзгеріп отыратындығында. Жер үсті су қоймаларының суының құрамының қалыптасуына көптеген факторлар әсер етеді.

Олардың ең маңыздылары – су көзіне ластанған ауамен және топырақ жамылғысымен түсетін атмосфералық жауындардың әсері; гидробионттардың қатысуымен және адамның іс әрекеті нәтижесінде жүретін биологиялық процестер (өзен ағысын реттеу, ирригация, су көлігі, ағынды суларды төгу және т.б.).

Табиғи суларда белгілі химиялық элементтердің жартысынан астамы табылған. Өздерінің табиғатына байланысты су қоспалары минералды және органикалық, суда жүзгін күйінде, коллоидты және нағыз ерітінде түрінде болатын болып бөлінді.

Жер асты сумен жабдықтау көздерінде органикалық заттар болмайды немесе жоқтың қасында, минералдылығы жоғары, кейде құрамында газдар ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ) болады. Сумен жабдықтау көздерінің жер үсті су қоймалары төмендегіше жіктеледі: тұздардың құрамы 200 мг/л дейін – минералдығы аз; 200-500мг/л – орташа және 500-1000 г/литрден көп – минералдылығы жоғары су қоймалары. Табиғи сулар аниондардың құрамына байланысты үш классқа жіктеледі: гидрокарбонатты, сульфатты және хлоридті. Класстың ішінде басым катиондардың мөлшеріне байланысты натрий, кальций және магний топтарына жіктеледі.

*Табиғи сулардың сапасы* әр түрлі көрсеткіштермен сипатталады, ең негізгілері – температура, ортаның реакциясы, түсі, исі, дәмі, лайлығы. Сонымен қатар, иондық құрамы, темір және марганец қосылыстарының болуы, қаттылығы, тотығуы, еріген газдардың болуы, фтор, йод, улы заттардың болуы, санитарлық-бактериялық және гидробиологиялық көрсеткіштері де маңызды. Су сапасының көрсеткіштері ГОСТ арқылы белгіленеді (регламенттеледі).

*Температура* – су сапасының физикалық көрсеткіші. Жер үсті су қоймаларының температурасы жыл мезгілдеріне байланысты  $0 - 30^{\circ}\text{C}$  арасында өзгеріп отырады, жер асты су көздерінің температурасы салыстырмалы тұрақты болып табылады. Ауыз судың температурасы  $7 - 15^{\circ}\text{C}$  арасында болғаны дұрыс.

*Ортаның реакциясы.* Шаруашылық-ауыз су мақсатына қолданылатын су үшін  $\text{pH} = 6,5 - 8,5$  болуы қажет. Бұл талап адамның физиологиялық мұқтаждарын қанағаттандыру үшін және құбырлар мен қондырғылардың материалдарының коррозиясын болдырмау үшін керек. Көптеген табиғи су көздерінің  $\text{pH}$  шамасы бұл шектен аспайды.  $\text{pH}$  шамасы ортаның активті реакциясының, немесе судағы бос сутек иондарының әсерінен болатын активті қышқылдығының өлшемі.

*Судың түсі.* Судағы гумин және фульвоқышқылдары, олардың еріген тұздары, сондай-ақ темір қосылыстары суға түс береді. Суға түс беретін қосылыстар дисперстік дәрежесі бойынша екінші және үшінші топқа жатады. Суға түс беретін қосылыстардың мөлшері көптеген факторларға, негізінен су көзі бассейнінде торфяниктердің болуына байланысты.

Түстің дәрежесін белгілі бір заттың мг/л мөлшерімен емес, ерекше бірлікпен – градус арқылы өлшейді. Өзен суы түсінің шамасы үлкен аралықта өзгереді –  $35 - 55$  градус аралығында, жекелеген жағдайларда 200 градустан және одан да жоғары асып кетуі мүмкін.

*Судың исі мен дәмі* – су сапасының органолептикалық көрсеткіштері. Ұшқыш иісті заттар суға иіс береді. Табиғи судың исі мен дәмі оның құрамында табиғи заттардың болуынан, немесе ағынмен бірге ластаушы заттардың түсуінен. Табиғи иіске жер, шірік, батпақ, күкірттісутек және т.б.иістері жатады. Олар судағы балдырларға, актиномицеттерге және басқа да

судағы тірі организмдерге байланысты. Жасанды иістер хлор, фенол, аптека иістері болып жіктеледі. Судың дәмі тұзды, тәтті, ащы және қышқыл болып жіктедеді. Ерекше дәмдер де бар – сілтілік, метал және басқа дәмдер. Шаруашылық ауыз сумен жабдықтау көздерінің дәмі мен иісі әдетте 3 – 4 балдан аспайды.

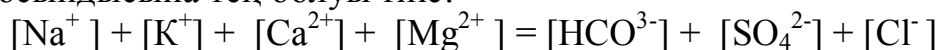
Ауыз судың дәмі жоқ. Жер асты су көздерінің суларының дәмі, құрамындағы тұздардың концентрациясы үлкен болғандықтан, тұзды және ащы тұзды болуы мүмкін.

Судағы ерімеген және коллоидты заттар суға лайлылық береді.

Судық лайлығын зерттелетін пробаны стандартты ерітіндімен салыстырып бағалауға негізделген әр түрлі әдістермен өлшейді. Стандартты ерітіндіні дистелденген суға кремний диоксидінің стандартты суспензиясын қосу арқылы дайындайды. Судың лайлығы мг/л арқылы өлшенеді. Өзен суларының лайлығы жер асты суларына қарағанда жоғары. Су тасқыны кезінде өзен суының лайлығы бір литрде ондаған мың миллиграмға жетуі мүмкін. Санитарлық нормаларға сәйкес ауыз судың лайлығы 1,5 мг/л аспауы керек.

*Құрғақ қалдық.* Іс жүзінде құрғақ қалдық деп судағы еріген және коллоидты түрдегі бейорганикалық және органикалық заттардың қосындысын түсінеді. Құрғақ қалдықты суды буландыру, пробаны филтрлеп, 105<sup>0</sup>С кептіру арқылы анықтайды. Шаруашылық ауыз су мақсатындағы су көздерінің суының құрғақ қалдығы 1000 мг/л аспауы керек, себебі суда тұздардың құрамы көп болса, адам әртүрлі ауруларға шалдығады.

*Иондық құрам.* Табиғи сулардағы тұздардың жалпы құрамы көптеген жағдайларда Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> катиондарының және HCO<sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup> – аниондары арқылы жоғары дәлдікпен анықталады. Қалған иондар суда өте аз мөлшерде болады, бірақ кейде олар судың қасиеттері мен сапасына әсер етеді. Су электронейтральды болғандықтан, оң иондардың қосындысы теріс иондардың қосындысына тең болуы тиіс:



*Санитарлық-бактериялық және гидробиологиялық көрсеткіштер.* Табиғи сулардың микроб бірлестіктері ерекше алуан түрлі. Оның сандық және сапалық құрамы ең алдымен судың құрамына байланысты. Тереңде жатқан, өте таза артезиан суларында бактериялар мүлдем болмайды, себебі су қабаты жоғарыда жатқан горизонттардан жақсы қорғалып тұр.

Ашық су қоймаларының ерекшелігі, суының құрамы жыл мезгіліне байланысты өзгеріп тұрады, осыған байланысты микроорганизмдердің саны мен түрлері де өзгереді. Жер үсті су қоймаларының бактериялық ластануы, негізінен су қоймасына құрамында органикалық, минералды заттар және микроорганизмдер бар лас, ағынды сулардың түсуінен болады. Санитарлық микробиология тұрғысынан алғанда, су сапасын бағалау оның санитарлық-эпидемиологиялық қауіптілігін немесе адам денсаулығына қауіпсіздігін анықтау үшін жүргізіледі. Су көптеген инфекцияны, негізінен іш ауруын таратуда негізгі роль арқарады. Патогенді микроорганизмдер суға адамдар мен жануарлардың нәжістерімен, сондай-ақ кір жуу, мал суару кезінде түседі. Тиф, дизентерия, холера, жұқпалы гепатит және т.б. аурулар су арқылы таралады.

Су сапасын бақылау кезінде барлық жұқпалы аурулардың қоздырғыштары түрлерінің аса көптігінен және анализдің күрделілігінен, олардың санын тікелей анықтау мүмкін емес. Сондықтан санитарлық биологияда, судың патогенді микроорганизмдерді потенциалды жұқтыруын анықтауға мүмкіндік беретін қосалқы әдістер қолданылады. Судың сапасын санитарлық-бактериологиялық бағалау негізгі екі көрсеткішті, микроб саны мен Coli тобы бактерияларының санын анықтауға негізделген.

Бірінші көрсеткіш судың аэробты сапрофиттермен жалпы ластанғандығын көрсетеді, сондықтан көбінесе аэробты сапрофиттердің жалпы саны деп аталады. Аэробты сапрофиттер судағы микробтардың жалпы санын ғана құрайды, бірақ су сапасының маңызды көрсеткіші болып табылады, себебі судың органикалық заттармен ластану дәрежесі мен микроб саны арасында тікелей байланыс бар. Сонымен қатар микроб саны үлкен болған сайын, суда патогенді микроорганизмдердің болу мүмкіндігі де жоғары. Су құбырындағы судың микроб саны 100-ден аспауы тиіс. Табиғи суларда бұл көрсеткіш әр түрлі су қоймалары үшін және бір су қоймасы үшін әр түрлі мезгілде өте үлкен аралықта өзгеріп отырады. Таза су қоймаларында аэробты сапрофиттер саны ондап немесе жүздеп саналады, ал ластанған су қоймаларында ондаған мың немесе миллиондаған болады.

Екінші көрсеткіш – Coli тобы бактериялары (іш ауру қоздырғышы) суда патогенді микроорганизмдер болу мүмкіндігін бағалайды.

Coli тобы бактериялары энтеробактерияларға жатады. Олар үнемі адам мен жануарлардың шегінде тіршілік етеді; сыртқы ортаға үнемі көп мөлшерде бөлініп отырады және осы ортада өзінің тіршілілік қабілетін жақсы сақтайды; басқа жұқпалы қоздырғыштарға қарағанда хлордың әсеріне тұрақты. Осы қасиеттеріне байланысты Coli тобы бактериялары санитарлық-көрсеткіш ретінде қолданылады. Суда коли-форманың болуы ол судың фекальды ластанғандығын көрсетеді, ал оның мөлшері осы ластану дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.

Су құбырындағы және табиғи судың анализін суды мембранды фильтрлерде алдын ала қоюлап алған соң жүргізіледі. Нәтижесін коли-индекс – 1 л судағы бактериялардың саны арқылы көрсетеді. Кейде коли-титр арқылы анықтап, қайтадан есептейді, коли-титр – құрамында 1 іш ауру таяқшасы бар судың ең аз мөлшері (мл). Коли-титр = 1000/ коли индекс.

Су құбырындағы судың коли-индексі үштен аспауы тиіс. Сумен жабдықтау көздерінің коли-индексінің шамасы ұсынылатын тазарту әдісіне байланысты. Егер су тек хлорланатын болса, су көзіндегі судың коли-индексі 1000-нан, ал толық тазаланатын болса 10000-нан аспауы тиіс.

Сумен жабдықтаудың жер үсті көздері санитарлық-бактериологиялық тесттен басқа, гидробиологиялық байқаулардың нәтижелерімен де сипатталады. Су пробасын микроскоп арқылы зерттеудің көмегімен фито-, зоопланктондардың клеткаларының санын анықтауға болады. Бұл көрсеткіштер де организмдердің саны бойынша да, түрлері бойынша да мезгіл бойынша көп өзгереді.

Көктем-жаз мезгілінде балдырлар шапшаң дамиды (су қоймасының гүлденуі), жер үсті су қоймаларындағы фитопланктондар саны 1 мл суда 50 мың клеткаға дейін жетуі мүмкін. Жазда фитопланктондар түрлері өте көп болады, шаян тәрізділер, моллюска дрейссендердің личинкалары және т.б. суда бентостар да болуы мүмкін: құрттар, насекомдардың личинкалары. Қыс мезгілінде суда негізінен шаян тәрізділер ғана кездеседі.

Ауыз суда планктондар, сондай-ақ қаруланбаған көзге көрінетін микроорганизмдер болмауы тиіс.

Негізгі әдебиет: 1[14-38], 2[9-30], 3[18-48], 5[17-48].

Қосымша әдебиет: 10[9-14], 11[25-34], 25[1-10], 26 [1-8].

Бақылау сұрақтары:

1. Су пайдаланудың қандай түрлерін білесіз?
2. Әр түрлі су пайдалану категорияларына жататын су қоймаларының суының сапасы қалай нормаланады?
3. Ауыз сумен жабдықтау көзіне қандай талаптар қойылады?
4. Табиғи су қоймалары үшін анықталатын су сапасының негізгі көрсеткіштерін атаңыздар.
5. Негізгі су организмдерінің түрлері және су қоймаларының өзін өзі тазарту процесіндегі олардың ролі.

### **Дәріс тақырыбы 3. Су сапасын жақсартудың негізгі әдістері. Табиғи суды тазарту технологиясында реагенттер қолдану.**

Адамның мұқтаждарына қолданылатын су әдетте сапалық көрсеткіштері арқылы, яғни судағы қоспалардың түрлерімен және концентрациясымен сипатталады. Сондықтан су сапасын бағалағанда қоспалардың табиғаты ғана емес, физика-химиялық жағдайы да үлкен роль атқарады.

Су тазартудың технологиялық процестерінде дисперстік түсінігі судағы қоспалар бөлшектерінің размерін көрсетеді. Размерлері  $10^{-7}$  кіші қоспалар сумен нағыз ерітінділер түзеді, бұл системалар бір фазалы гомогенді. Табиғи және ағынды сулар көпшілік жағдайда кем дегенде екі фазадан тұратын гетерогенді система болып табылады.

Бір зат екінші заттың ортасында өте ұсақ бөлшектер түрінде таралған болса, ол система дисперсті деп аталады. Дисперсті системалардың барлығы да гетерогенді. Ұсақ бөлшектердің жиынтығы дисперсті фазаны құрайды, ал олар таралған орта дисперсті орта деп аталады.

Кез келген осындай системаның қасиеті дисперсті фазаның бөлшектерінің размеріне көп байланысты. Дисперстілікті сандық сипаттау үшін, дисперстік дәрежесі  $D$  түсінігі енгізілген,  $D$  бөлшектердің размеріне кері шама. Дисперсті орта сұйық болып табылатын гетерогенді системалар, дисперстік дәрежесі бойынша жүзгіндерге (суспензиялар мен эмульсиялар),  $D < 10^5 \text{ см}^{-1}$  және коллоидты ерітінділерге ( $10^7 > D > 10^5 \text{ см}^{-1}$ ) бөлінеді.

Дисперсті системалар сондай-ақ, лиофильді, бөлшектері дисперсті ортаның молекулаларының көп мөлшерін байланыстыруға қабілетті, және лиофобты, дисперсті ортамен байланысы нашарлар болып бөлінеді. Егер

системадағы дисперсті орта су болса, онда гидрофильді және гидрофобты терминдері қолданылады.

Су қоспаларының әр түрлі фазалық дисперстілік жағдайы, қоспаларды жіктеуге мүмкіндік береді. Қазіргі кезде академик Л.А.Кульский ұсынған классификация кең қолданылады, ол заттардың дисперстілігімен анықталатын, физика-химиялық жағдайларына негізделген. Бұл принцип табиғи және ағынды сулардың құрамындағы, физикалық және химиялық сипаттамалары бойынша айырмашылықтары бар алуан түрлі қоспаларды төрт топқа бөлуге мүмкіндік берді.

Размерлері  $10^{-1} - 10^{-5}$  аралығындағы, қоспалардың бірінші тобы суспензия және эмульсия түзетін судағы жүзгін бөлшектерден тұрады. Бұл топқа әр түрлі планктон организмдері, бактериялар да жатады.

Қоспалардың екінші тобын размерлері  $10^{-5} - 10^{-6}$  аралығындағы, коллоидты қоспалар мен жоғары молекулалы органикалық заттар құрайды.

Қоспалардың үшінші тобын размерлері  $10^{-6} - 10^{-7}$  аралығындағы, молекулалық еріген заттар, вирустар мен бактериофагтар, сондай-ақ суда еріген газдар – оттегі, көміртек диоксиді және т.б. құрайды.

Қоспалардың үшінші тобын размерлері  $10^{-7}$  –ден кем, суда иондарға диссоциацияланатын заттар құрайды.

Бірінші және екінші топтың қоспалары гетерогенді системалар түзеді, ал үшінші және төртінші тобы – гомогенді системалар.

Әр топтың қоспаларының өздеріне тән ерекшеліктері бар, сондықтан оларды судан бөліп алу үшін, белгілі бір технологиялық әдістер қажет. Суды тазарту кезінде, қажеттілігі болса, ластаушы заттарды бір фазалық дисперстілік жағдайдан басқасына өткізеді.

Дисперстілігінің өсуіне байланысты системалар мен топтардың таңдап алынған орналасуы технологиялық тұрғыдан алғанда өте тиімді, себебі суды тазарту әдетте оның құрамындағы ірі дисперсті және коллоидты-дисперсті қоспаларды бөліп алудан басталады.

Бірінші және екінші топтың қоспаларын бөліп алу әдістері ең кең тараған және өндірістік, коммуналдық ағынды сулардың барлық тазарту құрылыстарында, сондай-ақ өндірістік науаларды тазарту станцияларында кеңінен қолданылады. Судан молекулалық және иондық қоспаларды (3-4 топтар) бөліп алу процестері тазартудың арнайы әдістеріне жатады, және тазарту құрылыстарының негізгі технологиялық комплексіне қажет болған кезде қосымша ретінде қолданылады.

Су ластануының бірінші тобына майда жүзгіндерден бастап ірі бөлшектерге дейінгі жүзгін заттар жатады, бактериалды жүзгіндер мен биологиялық ластану да осы топқа жатады. Бұл қоспаларды бөліп алу, яғни суды ағарту мына әдістер арқылы жүргізіледі:

- 1) реагент қолданылмайтын әдіс;
- 2) реагентті әдіс.

Суды ағарту немесе аздап ағарту суды тұндырғыштарда және ағартқыштарда тұндыру арқылы, түйіршікті материалдар, торлар,



микрофильтрлер, барабанды торлар арқылы фильтрлеу және т.б. арқылы жүзеге асырылады.

Жүзгіндерді тұндыру процесін тездету үшін, коагуляция әдісі қолданылады, ол үшін суға арнайы реагенттер – коагулянттар қосылады. Осының нәтижесінде бетіне қоспалар адсорбцияланатын ірі агрегаттар, сондай-ақ тез тұнатын және өзімен бірге қоспа бөлшектерін де бірге тұндыратын ұлпақтар түзіледі. Ағарту процесі шапшаң фильтрлерде фильтрлеу процесімен немесе контакталық ағартқыштарда контакталық коагуляция әдісімен аяқталады.

Суды ағарту процесінде, су бірен-сарандап залалсызданады, яғни бактериялардың біразынан арылады.

Судың толық залалсыздануы көбінесе реагентті әдістер арқылы – хлорлау, озондау – жүзеге асырылады. Дезинфектанттар (тотықтырғыштар) микроорганизмдерді өлтіреді.

Қоспалардың екінші тобы гидрофобты және гидрофильді коллоидты системалардан, жоғары молекулалы заттардан және СБАЗ-дан тұрады. Бұл қоспаларды бөліп алу үшін және суды түссіздендіру үшін сорбенттермен және тотықтырғыштармен (хлор, озонмен) өңдейді. Осы кезде судың түсі азаяды, микроорганизмдер жойылады, гидрофильді коллоидтар бұзылады.

Судағы коллоидты бөлшектерді бөліп алуға мүмкіндік беретін негізгі реагенттерге коагулянттар (алюминий сульфаты, темір хлориді, сульфаты және т.б.) жатады. Аралас алюмотемірлі (АТК) коагулянттармен ластаушы заттардың көбін бөліп алуға болады. Бұл жағдайда коагуляция процесі рН пен температураның кең аралығында жүреді.

Флокулянттар (полиакриламид ПАА, активті кремний қышқылы АК және т.б.) қосу арқылы коагуляция процесінің тиімділігін арттыруға болады. Бұл реагенттерді тіпті аз мөлшерде қосқанның өзінде, ұлпақ түзілу процесін тездетеді, оның структурасын жақсартады, суды тез және тиімді ағартуға мүмкіндік береді.

Контакталық коагуляция, яғни коагулянттармен өндегеннен соң, тұндырмастан фильтрлеу әдісі суды коллоидты бөлшектерден тазартуда өте жақсы нәтижелер береді.

Қоспалардың молекулалық ерітінділерге жататын үшінші тобын судан бөліп алуға аэрирование, тотықтыру, адсорбция әдістері мүмкіндік береді.

Суда еріген газдар және ұшқыш органикалық заттарды (жеңіл бензиндер, органикалық күкіртті қосылыстар, төменгі молекулалы эфирлер, карбонийді қосылыстар және т.б.) бөліп алу суды аэрирования жасау немесе белгілі бір химиялық заттармен өндеу арқылы жүзеге асырылады.

Осы топқа кіретін көптеген заттар, активті көмірдің көмегімен бөліп алынады, суда еріген қоспалар көмірдің жақсы дамыған бетімен молекулалық әсерлеседі де, оған бекітіледі. Гидрофобты қосылыстар, мысалы, мұнайдың көмірсутектері, хлорланған көмірсутектер, ароматты көмірсутектер және олардың туындылары көмірмен жақсы сіңіріледі.

Электролиттер болып табылатын қоспалардың төртінші тобын бөліп алу, суға қосылған реагенттердің көмегімен иондарды аз еритін немесе мүлдем

ерімейтін қосылыстарға байланыстыру арқылы жүзеге асырылады. Реагентті, түзілетін қосылыстардың ерігіштігі көбейтіндісі мәніне байланысты таңдап алу қажет.

Қоспалардың төртінші тобын бөліп алу үшін сондай-ақ, қатты ион алмастырғыш шайырдың бетінде жүретін ион алмасу реакциялары да қолданылады.

Бұл әдісті бөлінетін иондарды сорбентте ұстап қалып, суды ары қарай қолдануға зиянсыз иондармен алмастыруға болатын жағдайларда қолданған тиімді.

Судағы иондарды көптеген әдістермен, мысалы буландыру, мұзға айналдыру, экстракция, электродиализ және т.б арқылы бөліп алуға болады.

Сонымен, су қоймаларын және ағынды суларды ластайтын қоспалардың барлығы, Л.А.Кульский ұсынған классификацияның төрт тобының ішіне кіреді.

Су тазарту станцияларын жобалаған кезде классификацияның осы принципін қолдану тазарту қондырғыларының негізгі элементтерін анықтауға, оларды жинақтауға, сондай-ақ судағы қоспалардың бүкіл жиынтығын бөліп алуға мүмкіндік беретін реагенттер мен қоспаларды таңдап алуға мүмкіндік береді.

Технологиялық процесті жасағанда тазартылған ағынды сулар төгілетін су қоймасының сипаттамаларын есепке алу қажет, немесе егер сумен жабдықтаудың тұйық циклі қолданылатын болса, қоспалардың қалдық мөлшеріне өндірістің технологиясымен қойылатын талаптарды есепке алу қажет.

Тазарту ғимараттарының кешенін жобалағанда, негізгі және қосалқы жабдықтардың түрлері суды өңдеудің таңдап алынған әдісі бойынша анықталады. Жекелеген ғимараттардың көлемі тазартылатын суда физика-химиялық процестердің өтуіне қажетті уақытқа байланысты есептеледі. Бұл ғимараттардың үздіксіз жұмысы кезінде көлем, тазарту процесінің қалыпты өтуіне мүмкіндік беретіндей жылдамдықпен, тазартылатын судың технологиялық схеманың әр түрлі элементтерінде (аппараттарында) болу уақытын табу арқылы есептеледі.

Реагенттер тазартылатын суға, суды өңдеу жобаланған қондырғылар кешенінде аяқталатындай және тазарып шыққан су қойылатын талаптарға сәйкес келетіндей етіп, және су ары қарай өзінің құрамы мен қасиеттерін өзгертпейтіндей етіп беріледі. Сондықтан реагенттерді әдетте тазарту процесінің басында береді және арнайы құрылғылардың көмегімен қосылған реагенттердің тазартылатын судың бүкіл көлемінде тез және толық араласуын қамтамасыз етеді.

Жоғарыда атап өтілген процестердің көпшілігінің жүруін қамтамасыз ететін тазарту құрылыстарының кешеніне – араластырғыштар, реакция камералары, тұндырғыштар (ағартқыштар), фильтрлер кіреді.

*Су қоспаларын коагуляциялау.* Суды жүзгіндерден тазартудың, судың түсін және лайлығын азайтудың практикада кең тараған әдістерінің біріне арнайы реагенттер (коагулянттар мен флокулянттар) қосу арқылы су қоспаларын коагуляциялау жатады.

Қоспалардың коагуляциясы деп ұсақ коллоидты бөлшектердің молекула аралық тарту күшінің әсерінен бір-біріне жабысу арқылы ірілену процесін айтады.

Коагуляция қаруланбаған көзге көрінетін агрегаттар (ұлпақтар) түзілуімен және оны сұйық ортадан бөліп алумен аяқталады.

Коагуляцияның екі түрі бар: еркін көлемдегі коагуляция (ұлпақ түзілу камераларында) және контакталық коагуляция (түйіршікті жүзгіршеде немесе жүзгіндер тұнбасының ішінде).

Суды тазартуға қолданылатын негізгі реагенттер мыналар:

- *Тазартылмаған күкірт қышқылды алюминий*  $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O + SiO_2$ , құрамында 33% сусыз күкірт қышқылды алюминий және 23% ерімеген қоспалар бар.

- *Тазартылған күкірт қышқылды алюминий*  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , құрамында 1%-тен көп емес ерімеген қоспалар бар.

- *Алюминий оксихлориді*  $[Al_2(OH)_5Cl] \cdot 6H_2O$ , (ОХА), жаңадан тұндырылған алюминий гидроксидін 1% тұз қышқылы ерітіндісінде еріту арқылы дайындалады. 35% ерітінді түрінде шығарылады.

- *Күкірт қышқылды темір* (темір купоросы)  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , құрамында кем дегенде 53 және 47% сусыз  $FeSO_4$  бар екі марка – «А» және «Б» түрінде шығарылады.

- *Хлорлы темір*  $FeCl_3$ , құрамында кем дегенде 98% сусыз  $FeCl_3$  бар.

Суды ағарту және түссіздендірудің қазіргі заманғы технологиясында, сондай-ақ коагуляция процесін тездететін, флокулянттар деп аталатын заттар қолданылады. Бұларға негізінен табиғи және синтетикалық органикалық жоғары молекулалы қосылыстар жатады.

- *Полиакриламид*. (амид және акрил қышқылы тұздарының сополимері), 8% -ті гель түрінде немесе 100% гранулалы ұнтақ түрінде шығарылады. ПАА анион типті флокулянтқа жатады, оның судағы ерітіндісінің теріс заряды бар, сондықтан ПАА әдетте минералды коагулянттармен бірге қолданылады, себебі дисперсті және коллоидты қоспалар да теріс зарядталған.

- *Амфотерлі флокулянттар*, сериялары «К-4» және «К-5». Бұлар – амфотерлі полифункциональды полимерлер, полиакрилонитрилдің натрий гидросидімен (К-4) немесе натрийдің моносилкатымен (К-6) әрекеттесуінің өнімі болып табылады.

*Катиондар сериясының флокулянттары «ВА»* (ВА-2, ВА-3, ВА-2Т, ВА-3М, ВА-102; ВА-212, ВА-400). Бұлар – төртіншілік аммоний негіздерінің тұздары болып табылады, өз бетінше әсер ететін органикалық коагулянттар ретінде де және сонымен бірге коагулянттар ретінде де қолданылады. Минералды коагулянттарға (алюминий мен темірдің тұздарына) қарағанда, «ВА» сериясының коагулянттарының тіпті аз мөлшерінің өзінің ағарту тиімділігі өте үлкен.

Негізгі әдебиет: 1[44-101, 155-177], 2[42-69, 81-100], 4 [7-25], 5[49-95,118-140].

Қосымша әдебиет: 9[50-56, 105-129], 16[5-20].

Бақылау сұрақтары:

1. Дисперсті система деген не?
2. Кульский бойынша су қоспаларының жіктелуі неге негізделген?
3. Суды әр түрлі қоспалардан тазарту технологиясы қалай таңдап алынады?
4. Су тазарту станцияларында қолданылатын негізгі аппараттар мен қондырғыларды атаңыздар.

**Дәріс тақырыбы 4. Суды тұндыру және мөлдірлеу процестерінің теориялық негіздері. Суды залалсыздандыру және жұмсартудың әдістері мен жабдықтары.**

Судағы жүзгін бөлшектерді және коагуляцияланған ұлпақтарды бөлу ауырлық күші әсерінен жүреді. Жүзгіндердің негізгі бөлігін тығыздығы судың тығыздығынан артық бөлшектерді гравитациялық тұндыру арқылы судан бөліп алу үшін арнайы қондырғылар – тұндырғыштар қолданылады.

Тұндырғыштардың қазіргі конструкцияларының барлығы да (горизонтальды, вертикальды және радиальды) ағысты болып табылады, себебі жүзгіндердің тұнуы кірістен шығысқа дейінгі судың үздіксіз қозғалысы арқылы жүзеге асырылады. Сондықтан, тұндырғыштардағы судың жылдамдығы үлкен болмауы керек, мысалы, вертикальды тұндырғыштарда мм/с –тың ондық үлесімен өлшенеді, ал горизонтальды және радиальды тұндырғыштарда - бірнеше мм/с.

Тұндырғыштарды жобалағанда басты міндет – тазартылатын судың құрамындағы жүзгіндердің негізгі массасын тұндыру. Тұндырғышта ұсталған жүзгіндердің пайызы (тұндырғыштардың жұмысының тиімділігі) төмендегі формула арқылы анықталады:

$$y = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Мұндағы,  $M_1$  – тұндырғышқа түсетін судағы жүзгіндердің құрамы, мг/л;

$M_2$  – тұндырғыштан шығатын тазартылған судағы жүзгіндердің құрамы, мг/л. СНиП 2.04.02 – 84 бойынша тұндырғыштан шыққан судағы жүзгіндердің құрамы 8 – 12 мг/л-ден аспауы тиіс.

$M_1$  шамасы төмендегі формула арқылы анықталады:

$$M_1 = M_{\text{баст.}} + K \cdot D_k + 0,25 \cdot Ц + Щ \quad (2)$$

$M_{\text{баст.}}$  – тазарту қондырғысына түсетін бастапқы судағы жүзгіндердің ең көп мөлшері, мг/л;

$D_k$  – сусыз өнімге қайта есептегендегі коагулянттың дозасы, мг/л.

$K$  – түзілетін тұнбаның құрғақ затының салмағына коагулянттың салмағын ауыстыру коэффициенті.

Тазартылған күкірт қышқылды алюминий үшін  $K = 0,8$ ; тазартылмаған күкірт қышқылды алюминий үшін  $K = 1$ ; күкірт қышқылды темір және хлорлы темір үшін  $K = 0,8$ ;

$Ц$  – судың түсі, град;

$Щ$  – СаО бойынша активтілігі 50% техникалық известьтің құрамындағы ерімеген қоспаларды есепке алғандағы известь дозасы ( $D_{\text{изв.}}$ ).

$$Щ = D_{\text{изв.}} \cdot (1 - 0,5).$$

*Фильтрлеу* де судың сапасын белгілі бір талаптарға немесе ауыз суға қойылатын ГОСТ талаптарына сәйкестендіруге мүмкіндік беретін, суды тазартудың негізгі әдістерінің біріне жатады. Фильтрация әдісінің мәні – құрамында қоспалары бар сұйықты өткізетін, бірақ қатты бөлшектерді жібермей ұстап қалатын фильтрлегіш материалдар арқылы өткізуде.

Фильтрлеу процесі жүргізілетін су тазарту қондырғыларын фильтрлер деп атайды. Су тазарту станцияларында көбінесе түйіршікті фильтрлер қолданылады. Бұл фильтрлер көптеген белгілері бойынша жіктеледі: 1) фильтрлеу жылдамдығына байланысты: баяу фильтрлер, жылдамдығы 0,1 – 0,3 м/сағ; шапшаң филтрлер, жылдамдығы 5 – 12 м/сағ; аса шапшаң фильтрлер, жылдамдығы 36 – 10 м/сағ; 2) жұмыс істейтін қысымдарына байланысты: қысымсыз фильтрлер, қысымды фильтрлер;

3) фильтрлейтін материалдардың ірілігіне байланысты: ұсақ түйіршікті, орташа түйіршікті, ірі түйіршікті; 4) фильтрлейтін қабаттардың санына байланысты – бір қабатты, екі қабатты, көп қабатты.

Фильтрлейтін қабат сортталған қатты материалдан жасалады. Бұрын ірілігі 0,5 - 2,0 мм аралығындағы өзеннің кварц құмы қолданылатын. Соңғы кезде санитарлық талаптарды қанағаттандыратын және химиялық, механикалық тұрақтылығы жеткілікті басқа материалдар – ұсақталған антрацит, ұсақталған және ұсақталмаған керамзит, вулкан шлагы, ұсақталған шунгизит, домна шлагы, пенополистирол және т.б. қолданылуда.

Жүзгін және коллоидты заттардың судан бөлініп шығып, фильтрлейтін қабаттың түйіршіктеріне бекітілуі жабысу күшінің (адгезия) әсерінен жүреді. Түйіршік қабатында түзілген тұнбаның структурасы тұрақсыз. Су қозғалысымен пайда болатын гидродинамикалық күштердің әсерінен, бұл структура бұзылады, және бекітілген бөлшектердің бір бөлігі түйіршіктерден ұсақ ұлпақтар түрінде бөлініп шығады да, келесі қабатқа өтеді, қайтадан ұсталады. Фильтрдің жеткілікті ұзақ жұмысынан кейін, түйіршіктердің тұнбаны ұстауы шегіне жетеді, ол одан ары суды ағарта алмайды, филтрден шыққан суда жүзгіндердің концентрациясы өсе бастайды.

Берілген түйіршіктің қажетті тазарту дәрежесіне дейін суды ағарта алу қабілеті филтрдің қорғаныс әсерінің уақыты (ұзақтығы) деп аталады. Осы уақыт өтпегенше, филтрден шығатын судың сапасы қажетті талапқа сай келеді. Қорғаныс әсерінің ұзақтығы түйіршіктер қабаты қалындаған сайын өседі, фильтрлеу жылдамдығы және түйіршіктердің размерлері өскен сайын азаяды.

Суспензияларды филтрлеген кезде түйіршіктерде жиналған тұнба, түйіршіктер саңылауларының геометриялық структурасын өзгертеді. Бұл өз кезегімен, түйіршікті қабаттың гидравликалық кедергісінің өсуіне және ондағы қысымның азаюына әкеледі.

*Суды залалсыздандыру.* Суды коагуляция, ары қарай ағарту және түссіздендіру әдістерімен өндеген кезде, ондағы бактериялардың 95 пайызы жойылады. Алайда олардың қалған бөлігі ауру таратушы вирустар мен бактериялар болуы мүмкін. Сондықтан филтрленген суды, ол ары қарай

шаруашылық – ауыз су мақсатында қолданылатын болса, міндетті түрде залалсыздандыру қажет.

Суды залалсыздандырудың көптеген әдістері бар, олар негізгі төрт топқа бөлінеді:

- термиялық әдіс – суды 12-20 минут бойы қайнату, осы кезде ұрықсыз микроорганизмдердің барлығы өледі; ал микроорганизмдердің ұрығын жою үшін суды 120<sup>0</sup>С дейін қыздыру керек;

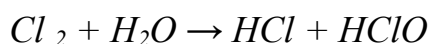
- суды тотықтырғыштармен залалсыздандыру – күшті тотықтырғыштар, бактериалдық клеткалардың энзимдерін (ферменттерін) тотықтыра отырып, бактерияларды өлтіреді. Суды залалсыздандыру үшін хлор, бром, иод, хлор диоксидін, озон, калий перманганатын, сутектің асқын тотығын қолданады;

- асыл металдардың иондарының әсерімен залалсыздандыру – мысалы, суды күміс иондарымен өңдеу;

- Физикалық әдістер – ультракүлгін және иондағыш сәулелердің әсерімен, ультрадыбыстың әсерімен залалсыздандыру.

Залалсыздандырудың кең тараған әдістерінің бірі хлорлау. Суға хлор қосқанда бактерия протоплазмаларының құрамына кіретін заттар тотығады да, бактерия жойылады. Суды хлорлау әдісі эпидемия болуын тоқтататын сенімді әдіс. Патогенді бактериялардың көпшілігі тиф және дизентерия бациллалары, холера вибриондары, энцефалит вирустары хлор әсеріне өте тұрақсыз. Алайда бұл әдістің кемшілігі, ұрық түзетін бактериялар хлор арқылы жойылмайды. Хлорлау әдісінің тиімділігі енгізілген хлордың мөлшеріне және оның сумен контакт уақытына байланысты. Микроорганизмдерді тотықтыруға қосылған хлордың аз мөлшері жұмсалады, басым бөлігі судың құрамындағы органикалық және минералды қоспаларды тотықтыруға кетеді. Сондықтан енгізілген хлордың мөлшері судың хлор сіңіргіштігінен, судағы бактериялар мен органикалық заттардың тотығуы аяқталғандығын көрсететін, қалдық хлор мөлшерінен үлкен болуы тиіс. ГОСТ 2874 – 82 «Ауыз су» бойынша қалдық хлор мөлшері 0,5 мг/л-ден көп болмауы және 0,3 мг/л-ден аз болмауы керек. Су тарату жүйелерінде бактерицидті тиімділікпен суды хлорлау жалғыз сенімді әдіс болып табылады. Хлордың суды залалсыздандыру әсері хлорды қосқан жерден бастап, тұтынатын жерге дейін сақталады. Суды сапалы хлорлау үшін жақсы араластыру керек, одан соң суды тұтынушыларға берместен бұрын, сумен 30 минуттың контактада болуы керек. Контакт фильтрленген судың резервуарында, немесе су құбырының ұзындығы жеткілікті болса, су құбырында болады.

Суды хлорлаудың негізі, хлорды суға қосқан кезде оның гидролизі жүретіндіктен:



Түзілген хлорлы қышқыл гипохлорит ионын түзіп диссоциацияланады (Ю.Ю. Лурьенің қызметкерлерімен бірге гипотезасы). Хлорлы қышқылдың өзі де, гипохлорит ионы да (OCl<sup>-</sup>) микроорганизмдерге тотықтырғыш әсер етеді.

Хлордың орнына хлорлы известь қолданса төмендегі реакция жүреді:



Хлорлы қышқылдың ары қарай диссоциациясы жоғарыдағы механизм бойынша жүреді. Хлорды хлораторларда дозалайды. Олар жұмыс істеу принциптері бойынша вакуумды және қысымды болып бөлінеді. Қысымды хлораторлардың кемшілігі, мұнда газ түріндегі хлор атмосфералық қысымнан жоғары қысымда болады, сондықтан өте улы газ сыртқа шығып кетуі мүмкін. Вакуумды хлораторлардың мұндай кемшілігі жоқ.

Хлор станцияға баллондарда сұйытылған түрде жеткізіледі, сосын аралық баллондарға құйылып, газ күйіне өтеді. Хлоратордың көмегімен газ күйіндегі хлор құбырдағы жалпы су құбырына қосылатын, хлорлауға арналған тасымалданатын суда хлор суын түзіп, ериді.

*Суды озондау* – суды озонмен залалсыздандыру процесі, озон ыдырағанда түзілетін атомарлық оттегі бактерияларды тотықтырады. Озон сонымен қатар, судың түсін, иісін және әр түрлі дәмдерін азайтады, судың дәмдік сапасын жақсартады. Озон бір мезгілде бактерияларды, ұрықтар мен вирустарды жоятын күшті тотықтырғыш. Озон судың табиғи қасиеттерін өзгертпейді, себебі оның артық мөлшері (реакцияға түспеген озон) бірнеше минуттан соң ыдырап, оттегіне айналады.

Жер асты су көздерінің 1 л суын залалсыздандыру үшін 0,75 – 1 мг озон қажет, ал жер үсті су қоймаларының фильтрленген 1 л суы үшін 1 – 3 мг озон қажет. Озонды озон-ауа қоспасы түрінде электрлік озонаторларда ауадағы оттегінен алады. Озонатор қондырғыларының құрамына озонды синтездейтін және оны сумен араластыратын қондырғылар кіреді. Ауаны синтезге дайындағанда, ауадағы жүзгіндерді фильтрлейді, адсорберлерде силикагелмен немесе алюмогелмен құрғатады. Дайын болған ауа озон алу үшін озонаторға жіберіледі. Алынған озон-ауа қоспасын тазартылатын сумен араластыру, барботаж колонналарында және резервуарларда жүреді.

Суды бактерицидті залалсыздандыру. Бұл әдіспен суды залалсыздандырғанда бактерицидті қасиеті бар ультракүлгін сәулелер қолданылады. Әдетте бұл әдіс жер асты суларының аздаған көлемін, сондай-ақ фильтрленген жер үсті суларын залалсыздандыру үшін қолданылады. Лайлығы жоғары сулар бұл әдіспен залалсыздандырылмайды.

Сәулелену көзі ретінде жоғары және төменгі қысымды сынап-кварц лампалары қолданылады. Қазіргі кезде су тазартатын техникалар жасайтын басты фирмалар, ультракүлгін сәулелердің үлкен ағынымен сипатталатын, қондырғылардың жана түрлерін шығара бастады.

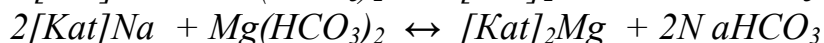
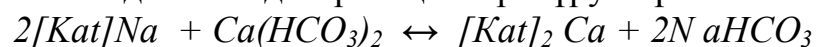
АОР (Advanced Oxidation Processes) деп аталатын, ең перспективалы әдістердің тобына, тазартылған су ары қарай озондалатын, ультракүлгін сәулелермен өңдеу процесі жатады. Табиғи суды осылайша өңдеу, бұл дезинфектанттардың әрқайсысын жеке қолдануға қарағанда сіңірілетін озонның мөлшерін және УФ-сәулеленуді 2,5-3 есеге азайтуға мүмкіндік береді. Бактерияларды залалсыздандыру процесі осы  $O_3/УФ$  әдісінде неғұрлым жоғары.

*Суды жұмсарту.* Су дайындау практикасында, судың құрамындағы қаттылық беретін катиондарды (Са және Mg) аз еритін қосылыстарға

айналдыру мақсатымен суды реагенттер арқылы өңдеу әдістері қолданылады, соңынан тұндыру немесе фильтрлеу арқылы бөлініп алынады.

Реагентті әдістердің әр түрлі варианттарын қолдану, бастапқы судың сапасына және қажетті жұмсарту тиімділігіне байланысты. Мысалы, судың карбонатты қаттылығын известеу арқылы жою әдісі (судың декарбонизациясы) судың әрі қаттылығын, әрі сілтілігін азайту қажет болған жағдайларда қолданылады. Әдістің мәні суды известпен немесе известь сүтімен  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  арқылы өңдеу, сонымен қатар жұмсартудың известь-сода әдісі де қолданылады, яғни известпен бірге сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  қосылады. Суды термохимиялық жұмсарту әдісі  $100^\circ\text{C}$  жоғары температурада жүргізіледі. Жоғары жылыту кезінде түзілген тұнбалардың ұлпақтары ірі болады және олар кәдімгідей жақсы тұнады. Жоғары температурада жұмсарту әдісі негізінен бу қазандарында су дайындаған кезде қолданылады, яғни осы кезде суды жылытуға жұмсалған жылу ұтымды пайдаланылады. Суды термохимиялық жұмсарту әдісінде қолданылатын негізгі реагенттер – известь және сода, кейде известь орнына күйдіргіш натр қолданылуы мүмкін.

Суды катиониттермен жұмсарту – суда ерімейтін материалдардың (катиониттердің) судағы еріген суға қаттылық беретін катиондарда өзіне сіңіріп, эквивалентті мөлшерде ерітіндіге өтетін, ион алмасу қабілетіне негізделген. Су тазарту практикасында көбінесе жасанды шайырлардың негізінде күшті қышқылды катиониттер қолданылады. Суды катионит қабаты арқылы фильтрлеген кезде төмендегі реакциялар жүруі мүмкін:



$[\text{Kat}]$  – символы арқылы катионит полимерінің матрицасы белгіленген. Суды фильтрдегі катионит қабаты арқылы фильтрлеген сайын, активті топтың негізгі бөлігі судағы кальций және магний иондарымен алмасады. Соңында, катиониттің алмасу қабілеті біткен кезде, яғни активті топтардың барлығы кальций және магний иондарымен алмасып біткенде, катионит фильтрін тоқтатып, оны ас тұзы ерітіндісімен регенерация жасайды (жуады). Осының нәтижесінде катиониттегі кальций және магний иондары натрий иондарымен алмасады, катиониттен ығыстырып шығарылған кальций және магний иондары элюатқа өтеді. Суды  $\text{Na}$  – катионит фильтрінде жұмсарту, судағы кальций және магний иондарының мөлшерін өте аз шамаға дейін азайтуға мүмкіндік береді.

Негізгі әдебиет: 1[188-340, 472-484], 2 [132-220], 4[36-41], 5[227-278].

Қосымша әдебиет: 9 [335-362], 21[1-25].

Бақылау сұрақтары:

1. Табиғи суларды ағарту және түссіздендіру кезінде жүретін негізгі процестер.
2. Суды реагентсіз ағарту процесінің принциптері.
3. Суды фильтрлеу процесі неге негізделген?
4. Күшті тотықтырғыштарды қолдану арқылы суды залалсыздандыру әдісінің принциптері.



5. Суды жұмсартудың негізгі әдістері, катионит фильтрлерінің құрылысы мен жұмысы.

## **2-модуль. Ағынды суларды тазарту технологиясы**

**Дәріс тақырыбы 5. Су шығару. Елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындардың су шығару жүйелері. Өндірістік ағынды суларды тазартудың комплекті және локальды жүйелері.** Пайдаланылып шыққан сулар ағынды сулар деп аталады. Тұрмыс немесе өндіріс мұқтаждарына пайдаланылып, ластанған, өздерінің бастапқы химиялық құрамын және физикалық қасиеттерін өзгерткен және елді мекеннің, өндірістің территориясынан шығаруды қажет ететін сулар – ағынды сулар деп аталады. Шығу тегіне, қоспалардың түріне және сандық мөлшеріне байланысты олар үш негізгі топқа бөлінеді тұрмыстық (шаруашылық-фекальді), өндірістік және атмосфералық (жауын-шашын) ағынды сулар.

Тұрмыстық ағынды суларға ас және туалет бөлмелерінен, моншалар мен кір жуатын жерлерден шыққан және т.б сулар жатады. Олар тұрғын үйлерден, қоғамдық ғимараттардан және өндірістік кәсіпорындардың тұрмыстық бөлмелерінен шығады. Ластаушы заттардың табиғатына байланысты олар фекальді, негізінен адамдардың физиологиялық шығарымдарымен ластанған, шаруашылық, әртүрлі шаруашылық қалдықтарымен ластанған болуы мүмкін. Тұрмыстық ағынды сулардың орагникалық ластануының негізгі бөлігін белокты заттар, майлар, углеводтар және олардың ыдырау өнімдері құрайды. Ластанудың бейорганикалық бөлігін ауыз суға тән және адам организмінде алмасу процесі нәтижесінде түзілген тұздар құрайды. Зат алмасу өнімдеріне негізінен фосфаттар және мочевина гидролизінің өнімі – аммоний тұздары жатады. Ағынды судың құрамындағы бейорганикалық қоспаларға суға жеміс-жидектерді жуу, бөлмелерді тазалау кезінде түсетін құм және саз жатады. Органикалық табиғаты бар ластану тұрмыстық ағынды сулардың барлық ластануының 58%-ін құрайды. Биологиялық ластану ерекше категория құрайды: әр түрлі, патогенді микроорганизмдер, гельминттердің жұмыртқалары. Бұл ластану су шығару жүйесіне ванналар мен ас бөлмелерінен дамдардың физиологиялық шығарымдары арқылы түседі.

Тұрмыстық ағынды сулардың ерекшелігі – олардың құрамының салыстырмалы тұрақтылығы, себебі әр тұрғыннан су шығару жүйесіне ластаушы заттардың белгілі бір тұрақты мөлшері шығарылады (г/тәулік).

Жалпы алғанда тұрмыстық ағынды сулардың ластануы гетеротрофты бактериялар үшін бағалы субстрат болып табылады, сондықтан шаруашылық-тұрмыс ағынды суларын тазарту үшін, әдетте биологиялық әдістер қолданылады.

Өндірістік ағынды суларға әр түрлі технологиялық процестерде, пайдалы қазбалар өндіргенде түзілген, сондай-ақ өндірістің ластанған территорияларынан ағып шыққан, қайтадан қолдануға жарамайтын сулар жатады. Технологиялық процестерде қолданылған сулар әр түрлі химиялық реакциялардың жүруінен, шикізатты, өнімді және қондырғыларды жуған кезде, судай-ақ қондырғыларды салқындатқан кезде ластанады. Өндірістік ағынды

сулар екі үлкен категорияға бөлінеді: ластанған және ластанбаған (шартты таза). Ластанған ағынды суларды әдетте төрт топқа бөледі: негізінен органикалық заттармен ластанған, негізінен минералды қоспалармен ластанған және олардың қоспасымен ластанған өндірістік ағынды сулар.

Өндірістік ағынды сулардың мөлшері мен құрамы бірнеше факторларға: технологиялық процеске, оны жүргізу режиміне, шикізаттың құрамына, аралық заттар мен өнімдерге, бастапқы таза судың құрамына байланысты.

Мысал ретінде әр түрлі машина жасау заводтарының ағынды суларын қарастырайық. Ағынды сулар болатлительлі, шойынлительлі, термиялық, механикалық және инструментальды, сондай-ақ гальваникалық цехтар мен участоктардан түзіледі. Литейлі цехтардың негізгі ластаушы заттары механикалық қоспалар (шаң, известь, саз, құм бөлшектері). Термиялық цехта металл бұйымдарды суда немесе майда шынықтырады. Термиялық цехтардың негізгі ластаушы заттарына май жатады. Өңдеу бөлімдерінің ағынды суларының құрамында күкірт және тұз қышқылы, темір және ауыр металдар бар. Гальваникалық цехтардың ағынды сулары хром, цианидтер, мырыш, мыс, никель, басқа да ауыр металдармен ластанған. Механикалық және инструментальды цехтарда ағынды сулар бұйымдарды жуған және шынықтырған кезде, бұйымдарды термиялық және гальваникалық бөлімшелерде өндегенде, бұйымдарды бояғанда, станоктарды эмульсиямен салқындатқан кезде түзіледі. Ұста цехтарында ағынды сулар инструменттерді, сварка агрегаттарын, пештердің арматураларын салқындатқанда, скрубберлерде ауаны шаңнан тазартқанда түзіледі.

Автокөлік заводтарында ағынды сулар негізінен аппаратураны салқындатқанда, гальваника жабынымен өндегенде және жапқанда түзіледі, бұйымдарды жуған кезде түзіледі.

Суды химиялық ластаушыларды 5 топқа жіктеледі: 1) биологиялық тұрақсыз органикалық қосылыстар, 2) улылығы аз бейорганикалық қосылыстар, 3) мұнай өнімдері, 4) биогенді қосылыстар, 5) ерекше улылық қасиеттері бар заттар, ауыр металдар, биологиялық қатты ыдырамайтын органикалық жасанды қосылыстар.

Ағынды сулардың құрамында минералды және органикалық қосылыстардың әр түрлі жиынтығы барлығын атап өткен жөн.

Ағынды сулар құрамындағы ластаушы заттары еріген, коллоидты және ерімеген түрде болатын күрделі системалар болып табылады.

Өндірістік ағынды сулардың құрамы алуан түрлі және өндірістің түріне, қабылданған технологиялық процеске байланысты болады. Өндірістік ағынды сулардың құрамы алуан түрлі болғандықтан, оларды тазарту үшін физика-химиялық, химиялық және биологиялық әр түрлі әдістер қолданылады.

Жауын-шашын сулары – атмосфералық жауын-шашындардан түзіледі. Оларға мұз және қар ерігенде түзілген сулар да жатады. Атмосфералақ ағынды сулардың ерекшелігі оның үздіктілігінде және су шығыны мен су сапасы қатты өзгеріп отырады. Көшелерді жуған сулар, фонтандардың сулары сапасы жағынан атмосфералық ағынды суларға жақын, сондықтан осы сулармен бірге шығарылады.

Атмосфералық ағынды сулардың құрамында қала көшелерінен шайылып түскен құм, саз, мұнай өнімдері көп. Өндірістік кәсіпорындардың территорияларынан ағып шыққан ағынды сулардың құрамында, сол өндіріске тән спецификалық заттар бар.

Арнайы әдебиеттерде «қалалық ағынды сулар» термині жиі кездеседі. Қалалық ағынды сулар деп бір канализацияға құйылған ағынды судың барлық үш түрінің немесе өндірістік және тұмыстық сулардың жиынтығын айтады. Қалалық су тазарту станцияларында су механикалық, биологиялық тазартудан кезекпен өтеді және дезинфекцияланады. Бұл ғимараттардың қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін, қалалық ағынды суларға арнайы талаптар қойылады. Бұл талаптардың орындалуы өндірістік кәсіпорындардың қалалық су шығару жүйесіне қосылған ағынды суларын үнемі қадағалау арқылы жүзеге асырылады.

Канализация деп ластанған ағынды суларды құбырлар арқылы қабылдауға және елді мекеннің территориясынан бөлек шығарып әкетуге, сондай-ақ утилизация жасау, су қоймасына төгу алдында тазартуға арналған қондырғылардың, ғимараттардың кешенін түсінеміз.

Тұрмыстық, өндірістік және атмосфералық сулар қалай шығарылатындығына қарай, канализация жүйелері үш түрге бөлінеді: жалпы, бөлек және жартылай бөлек. Жалпы канализация түрінде ағынды сулардың барлық түрлері тазарту құрылыстарына немесе су қоймасына бір канализация жүйесі арқылы шығарылады. Бөлек канализация түрінде ағынды сулардың әрбір түрі канализация жүйесіне бөлек шығарылады. Канализацияның жартылай жүйесінде жеке канализация жүйелерінің ағынды сулардың барлық түрін шығаруға арналған бірге су жинайтын камералары болуы мүмкін.

Өндірістік кәсіпорындарда жалпы және бөлек канализация жүйелері қолданылады. Өндірістік ағынды суларды тазарту үшін, өндірістік кәсіпорындарда канализация жүйесіне локальды тазарту қондырғылары қосылады. Бұл тазарту құрылыстары кәсіпорынның территориясында орналасады және өндірістік ағынды суларды канализация жүйесіне шығару алдында улылығы жоғары компоненттерден тазартуға арналған.

Өндірістік кәсіпорындарды сумен қамтамасыз ету жүйелері тұтынушыларды қажетті мөлшерде, талап етілетін сапамен және қысыммен сумен жабдықтауға арналған құрылыстардың жиынтығынан тұрады. Өндірістік кәсіпорындардың су шығару жүйесі деп ағынды суларды ұйымдастырылған қабылдауға және өндіріс территориясынан шығаруға, сондай-ақ утилизация жасау мен су қоймасына төгу алдында тазартуға және залалсыздандыруға арналған қондырғылар мен құрылыстардың кешенін түсінеміз.

Өндірістік сумен жабдықтау жүйелеріндегі сулар әдетте төрт категорияға бөлінеді:

- I категориялы су – жылу алмастырғыш аппараттарда, өнімге жанастырмай сұйық заттарды салқындатуға және газ тәрізді заттарды конденсациялауға қолданылады; берілген технологиялық процестерді жүргізгенде су тек жылытылады және іс жүзінде ластанбайды;

- II категориялы су - әр түрлі ерімейтін заттарды (механикалық) және еріген қоспаларды сіңіретін орта ретінде қолданылады; су жылытылмайды (пайдалы қазбаларды байыту, гидротранспорт), бірақ механикалық және еріген қоспалармен ластанады;

- III категориялы су – екінші категориялы су сияқты қолданылады, бірақ жылытылады (скрубберлерде газдарды ұстау және тазалау, коксты сөндіру және т.б.);

- IV категориялы су реагенттерді еріту үшін және экстрагент ретінде қолданылады (мысалы, табиғи қазбаларды флотациялық байыту кезінде, технологиялық ерітінділерді дайындағанда және т.б.).

Түзілетін өндірістік ағынды сулардың мөлшерін өнеркәсіптің әр түрлі салалары үшін су тұтынудың және су шығарудың нормалары арқылы анықтауға болады. Шығарылатын судың жалпы мөлшері кәсіпорынның өнімділігіне де байланысты.

Су шығару жүйелерін есептегенде, судың тәуліктік шығынын білу ғана маңызды емес, сондай-ақ олардың тәулік бойына түсу режимін де білу қажет. Өндірістік ағынды сулар смена бойы біркелкі немесе біркелкі емес түсуі мүмкін. Су шығару жүйесіне біркелкі емес түсуі ағынды су түсуінің біркелкі еместігінің жалпы коэффициенттерімен сипатталады, мәндері СНиП 2.04.03 – 85 берілген.

Өнеркәсіптің әр түрлі салалары үшін, сағаттық біркелкі еместік коэффициенттерінің мәндері мынадай: металлургия өнеркәсіптерінің кәсіпорындары үшін – 1-1,1; химия – 1,3-1,5; тамақ – 1,5-2 және т.б.

Ағынды сулардың тәулік бойындағы құрамын да есепке алу қажет. Өндірістік кәсіпорындардың сумен қамтамасыз ету жүйелерін жасағанда, су берудің екі схемасын қолданады: тұйық және айналымды. Өндірістік кәсіпорындарда суды екінші схемамен берген дұрыс. Түзілген ағынды сулар су қоймасына немесе канализация жүйесіне төгілместен бұрын локальды тазарту құрылыстарында тазартылуы тиіс.

Соңғы кезде өндірістік кәсіпорындарды айналмалы сумен жабдықтау жүйесі кең таралды. Бұл схеманы сумен жабдықтау көзі өндірістен алыс орналасқан жағдайда қолдану ұсынылады. Сонымен қатар, көрсетілген схема сумен жабдықтау күшінің қуаты шектелген жағдайда, ағынды сулардың құрамында тазартылуы қиын улы заттар болғандықтан, басқа схемалар қолдану мүмкін емес жағдайда жалғыз мүмкін схема болып табылады. Өндірістің кейбір салаларында (мысалы, металлургия, мұнай өңдейтін) айналмалы сумен жабдықтау жүйесінде ағынды сулардың 90-95 пайызы қолданылады, ал қалған бөлігі тазартылған соң су қоймасына төгіледі.

Айналмалы сумен жабдықтау жүйесінде қолданылатын су не жылынуы, не ластануы, сондай-ақ жылынуы да, ластануы да мүмкін. Осыған сәйкес, суды қайтадан қолданар алдында салқындатады немесе тазартады, немесе салқындатады және тазартады.

Кебір жағдайларда өндірістік ағынды суларды қалалық канализация жүйесіне төгеді, тұрмыстық ағынды сулармен араласады. Өндірістік және

тұрмыстық ағынды сулардың алынған қоспасын бір тазарту құрылыстарында тазартады.

Канализацияға төгілетін өндірістік ағынды суларға бірнеше талаптар қойылады:

- 1) құрылыстардың және жүйенің жұмысын бұзбауы керек;
- 2) жүзгіндердің және қалқыма заттардың мөлшері 500 мг/литрден аспауы керек;
- 3) канализация жүйесінің құбырларын ластайтын немесе құбырда тұрып қалатын заттар болмау керек;
- 4) құбырдың материалдарына және канализация құрылысының элементтеріне бұзу әсерін тигізбеу керек;
- 5) құрамында жанғыш заттар және канализация жүйесінде, қондырғыларда жарылыс қаупі бар қоспалар түзетін еріген газ түріндегі заттар болмауы керек;
- 6) Құрамында биологиялық тазарту әдісіне немесе су қоймасына төгуге кедергі келтіретіндей мөлшерде улы заттар болмау керек (тазартудың тиімділігін ескергенде);
- 7) Температурасы 40<sup>0</sup>С аспауы керек.

Егер өндірістік ағынды сулар жоғарыда көрсетілген талаптарға сай келмесе, оларды алдын ала салқындатады және тазартады.

Канализацияға концентрациялы өндірістік ағынды суларды дүркіндетіп төгуге, сондай-ақ құрамында радиоактивті, улы және бактериялық ластанған суларды төгуге болмайды. Осындай ағынды сулар алдын ала тазартылуы тиіс.

Тазарту құрылысының құрамы тазартылуға түсетін ағынды сулардың сипаттамасына және мөлшеріне, оларды қажетті тазарту дәрежесіне, тазартылған ағынды суларды және тұнбаларды қолдану әдістеріне және тұрғылықты жағдайларға байланысты екендігін атап өткен жөн. Су қоймасына төгілетін өндірістік ағынды суларды тазартудың қажетті дәрежесін анықтағанда, жүзгіндердің мөлшеріне, ОБҚ<sub>толық</sub> шамасына, ағынды сулардың еріген оттегін пайдалану шамасына, су қоймасының температурасына, зиянды заттардың шектелген рұқсат етілген концентрациясына, қышқылдар мен сілтілердің су қоймасына төгілетін ағынды сулардағы рұқсат етілген мөлшеріне және де басқа да көрсеткіштеріне байланысты есептейді.

Жалпы түрде су қоймаларына ағынды суларды төгу жағдайларына қойылатын санитарлық талаптар мен оларды қажетті тазарту дәрежесінің арасындағы байланыс төмендегі теңдеу бойынша анықталады:

$$C_1 * q + C_2 * \alpha * Q \leq (\alpha * Q + q) * C_3,$$

Мұндағы  $C_1$  – ағынды судағы рұқсат етілген нормадан аспайтын зиянды заттың концентрациясы;  $C_2$  – ағынды судың су қоймасына төгілетін жерінен жоғары суындағы осы зиянды заттың концентрациясы (фондық концентрация);  $C_3$  – су қоймасында зиянды заттың шектелген рұқсат етілген мөлшері;  $\alpha$  – араластыру коэффициенті, бақылау нүктесінде ағынды сумен су қоймасының қанша суы араласатынын көрсетеді;  $Q$  – су қоймасындағы судың шығыны;  $q$  – су қоймасына төгілетін ағынды судың шығыны.

Жоғарыда келтірілген теңдеу арқылы, тазартылғаннан кейін ағынды судағы зиянды заттың концентрациясын анықтауға болады:

$$C_1 = \alpha * Q / q(C_3 - C_2) + C_3$$

Ағынды судың рұқсат етілген құрамын есептегенде, су қоймасындағы ағынды суды сұйылту еселік коэффициенті қолданылады. Ағынды суларды сұйылту – су қоймасына ағынды су төгілгендіктен жоғарылаған қоспалардың концентрациясын азайту. Ақпайтын су қоймалары (көлдер) үшін сұйылту еселігі төмендегі теңдеу бойынша анықталады:

$$n = (C_1 - C_4) / (C_3 - C_4),$$

мұндағы  $C_4$  – ақпайтын су қоймасындағы ағынды су төгілмегенге дейінгі зиянды заттың концентрациясы.

Негізгі әдебиет: 3[48-66, 241-256], 4[70-89].

Қосымша әдебиет: 8[80-99], 14 [11-29], 20[3-25, 39-59].

Бақылау сұрақтары:

1. Шаруашылық тұрмыс ағынды суларының негізгі түзілу көздері.
2. Ағынды сулардың анықтамасы және жіктелуі.
3. Қалалық ағынды суларды тазарту үшін қандай негізгі құрылыстар қолданылады?
4. Өндірістік сумен жабдықтау жүйесін сипаттаңыздар.
5. Өндірістік кәсіпорындардың айналмалы сумен жабдықтау жүйесінің сипаттамалары.
6. Өндірістік ағынды суларды қалалық канализация жүйесіне төгу үшін қойылатын негізгі талаптарды атаңыздар.
7. Ағынды суларды су көздеріне төгу үшін қойыларын негізгі талаптар.

**Дәріс тақырыбы 6. Ағынды суларды тазартудың флотациялық әдісі. Су тазартудың сорбциялық әдісі. Су тазартуға қолданылатын сорбенттердің сипаттамалары.**

*Ағынды суларды тазартудың флотациялық әдісі.* Флотация әдісі ағынды суларды мынадай қоспалардан: беттік активті заттардан, мұнай және мұнай өнімдерінен, майлардан және әр түрлі талшықты материалдардан тазарту үшін қолданылады. Тазарту процесі «бөлшек – ауа көпіршігі» комплексі түзілуінен тұрады, бұл комплекс ластаушы заттармен бірге, сұйықтың бетіне көбік түзіп қалқып шығады, одан соң көбікті сұйықтың бетінен бөліп алып тастайды. Егер сұйық бөлшекке жұқпаса ғана, оған ауа көпіршігі жақсы жабысады. Суда диспергирленген қатты немесе газ бөлшектерінің сумен жұғысу дәрежесі жұғылудың шеткі бұрышы арқылы сипатталады.

Жұғылудың шеткі бұрышы неғұрлым үлкен болған сайын, бөлшектердің беті соғұрлым гидрофобты болады, нәтижесінде оған ауа көпіршіктерінің жабысу және бекітілу мүмкіндігі өседі, сондықтан мұндай бөлшектер көбікті қабатқа оңай өтеді.

Өндірістік ағынды суларды флотация әдісімен өндеудің бірнеше түрлері бар:

- Ерітіндіден ауа бөліну арқылы жүретін флотация (вакуумды, қысымды және эрлифтті);

- ауаны механикалық диспергирлеу арқылы жүретін флотация (қысымды, қысымсыз және пневматикалық флотациялық қондырғылары);

- электрофлотация;

- көбікті флотация;

- химиялық, биологиялық және иондық флотация.

Бір камералы және екі камералы флотациялық қондырғылар бар. Бір камералы қондырғыларда сұйықтың ауамен қанығуы және ластаушы заттардың қалқып шығуы бір бөлімде (камерада) жүреді. Екі камералы қондырғыларда, бірінші камерада ауа көпіршіктері және «бөлшек – ауа көпіршігі» агрегаттары түзіледі, ал екіншіде – ластаушы заттар сұйықтың бетіне қалқып шығады, сұйық тазаланады.

*Ерітіндіден ауа бөліну арқылы жүретін флотация.* Бұл әдістің мәні, бөлінген кезде макрокөпіршіктер түзіліп, күшті диспергирленген ластаушы заттарды бөліп алуға мүмкіндік беретін, ағынды суда ауаның аса қаныққан ерітіндісін жасауда. Ерітіндіден бөлінетін және флотацияның тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін ауа мөлшері, өңделетін су көлемінің 1-5 пайызын құрайды.

*Вакуумды флотация* құрамындағы ластаушы заттардың мөлшері 250 мг/литрден аспайтын ағынды суларды тазарту үшін қолданылады. Флотация процесін жүргізуге энергия шығыны аз жұмсалады, қалқып шыққан «бөлшек – ауа көпіршігі» агрегаттарының тұрақтылығы өте жоғары (бұзылу мүмкіндігі минимальды). Жүзгіндердің құрамына қойылатын шектеулі талаптан басқа, осы әдістің кемшіліктерінің бірі – вакуум жүйесін жасаудың аса күрделілігі болып табылады. Вакуумды флотатордың жұмыс істеу принципі төмендегідей. Ағынды суды бірнеше минут ішінде ауамен қанықтырады, одан соң деаэраторға жібереді, ерімеген ауаны бөліп алып тастайды да, (0,02-0,03МПа) қысыммен сұйытылған ағынды су флотация камерасына түседі. Бұл камерада ауа вакуум әсерінен макрокөпіршіктер түрінде бөлінеді, ластаушы заттардың бөлшектерімен әрекеттесіп, оларды сұйықтың бетіндегі көбікті қабатқа алып шығады. Соңында көбік айналмалы қырғыштар арқылы судан көбік жинағышқа бөліп шығарылады. Камерада судың өңделу ұзақтығы 20 минут, 1 м<sup>2</sup> флотатор бетінің өнімділігі – 200 м<sup>3</sup>/тәулігіне дейін жетеді.

*Қысымды флотация.* Қысымды флотация ластаушы заттардың бастапқы концентрациясы 4 – 5 г/л және артық ағынды суларды тазарту үшін қолданылады.

Қысымды флотация кезінде тазарған су сатураторда артық қысым 0,3 – 0,5 МПа арқылы ауамен қанықтырылады. Қанықтыру ұзақтығы – 1-3 минут. Сатураторда еріген ауаның мөлшері өңделетін су көлемінің 3-5 пайызын құрайды. Ауамен қаныққан су флотация камерасына бағытталады да, одан ластаушы заттармен әрекеттесіп, оларды судың бетіндегі көбікті қабатқа алып шығатын ауа көпіршіктері бөлінеді. Түзілген көбік көбік жинағышқа жинақталады. Флотация ұзақтығы 20 минутқа созылады. Камераның 1 м<sup>2</sup> ауданына жүктеме 6-10 м<sup>3</sup>/сағат.

*Ауаны механикалық диспергирлеу арқылы жүретін флотация.* Ауаны механикалық диспергирлеу арқылы жүретін флотация қондырғыларына

флотациялық импеллерлік, қысымсыз және пневматикалық флотация қондырғылары жатады.

Флотациялық импеллерлік қондырғыларда ағынды суды импеллер арқылы интенсивті араластырады, импеллер сорылған ауа ағынын белгілі бір размерлері бар жеке көпіршіктерге бөледі. Импеллерде араластырылған ауа мен су қоспасы статор арқылы шығарылады, оның айналасында орналасқан тордан өтеді, осы кезде ауа көпіршіктерінің размерлері ластаушы заттармен контакт кезінде көбік түзіп, судың бетіне қалқып шығатындай етіп кішірейеді. Көбік көбікті жинағышпен (әдетте қалақты көбік жинағышпен) бөліп алынады. Ағынды суларды тазарту практикасында екі камералы тура ағатын, Механообр институты (Санкт-Петербург) конструкциясының флотациялық қондырғылар кеңінен таралған.

Импеллерлі қондырғылардың кемшілігі көбік көп мөлшерде түзіледі, бұл көбікті өңдеу процесін және бүкіл тазарту процесін қиындатады.

Қысымсыз флотациялық қондырғыларды қолданған кезде, ауа көпіршіктері центробежді насостың жұмыс дөңгелегінің әсерінен түзіледі. Қысымсыз флотациялық қондырғының схемасы қысымды флотация қондырғысына өте ұқсайды, айырмашылығы сатураторы бар, және түзілетін ауа көпіршіктері ірілеу. Сондықтан бұл әдіс судың құрамындағы ұсақ бөлшектелген ластаушы заттарды бөліп алуға ұсынылмайды. Бұл әдіс ағынды суларды майлардан және талшықты ластаушы заттардан тазартуға тиімді.

Қысымды флотация қондырғылары құрамында агрессивті ластаушы заттар (насосы, арматураларды тез істен шығаратын, және т.б.) бар ағынды суларды тазартуға қолданылмайды.

Саңылаулы материалдар арқылы ауа беру арқылы жүретін флотация. Бұл әдісте флотациялық қондырғыға ауаны камераның түбінде орналастырылған, әр түрлі саңылаулы пластиналар, тесіктері бар құбырлар, толықтырғыштар және басқа да барботажды қондырғылар арқылы береді.

Көрсетілген технологиялық процестің негізгі параметрлері мынадай: ауа шығатын тесіктердің мөлшері – 4 – 20 мкм, флотация ұзақтығы – 20-30 минут, өңделетін ағынды судың жұмыс деңгейі 1,5-2м.

Флотация камерасында көбіктердің көтерілу жылдамдығы олардың размерлеріне байланысты. Камерадағы ауа шығыны эксперимент жүзінде анықталады. Берілген әдістің жетістігі оның қарапайымдылығында және процесті жүргізу үшін энергия шығыны аз кетеді. Ал негізгі кемшіліктеріне ауаны диспергирлейтін қондырғының бітеліп қалу ықтималдығы үлкен, саңылаулы материалдарды (саңылаулары бірдей немесе бірдейге жақын) таңдап алу қиын.

*Химиялық, биологиялық және иондық флотация.* Химиялық флотация әдісі көпіршіктері өздеріне ластаушы заттарды жабыстырып және көбікті қабатқа алып шығатын газдар ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $Cl_2$  және т.б. газдар) бөлінуі арқылы жүретін реакцияларға негізделген. Құрамында ластаушы бөлшектері бар көбік, судың бетінен шламқабылдағышқа шығарылады. Биологиялық флотация әдісін тұрмыстық ағынды суларды тазарту кезінде түзілген тұнбаны тығыздау үшін қолданады. Көрсетілген тұнбаларды 35-55<sup>0</sup>С-ға дейін жылытып, осы



температурада бірнеше тәулік бойы ұстайды. Өңделетін тұнбаларға микроорганизмдердің әсерінің нәтижесінде, тұнба бөлшектерін көбікті қабатқа шығаратын газ көпіршіктері бөлінеді. Бұл тұнбаны сусыздандыруға, тығыздауға мүмкіндік береді, тұнбаны ары қарай өңдеуге – механикалық сусыздандыру, ащыту, термиялық кептіру және жағуға жұмсалатын шығындардың мөлшерін азайтады.

Иондық флотация әдісі ағынды судан Mo, W, V және т.б. металдарды бөліп алу үшін қолданылады.

Әдістің мәні ағынды суларға, бөлініп шығарылатын металдарға суды жұқтырмайтын және ластаушы заттарды көбік қабатына алып шығатын ауа көпіршіктеріне жабысу қасиеттерін беретін, беттік активті заттар (жинағыштар) енгізуде. Көбікті флотациялық камерада шығарады да, ондағы бөлініп алынған металдардың концентрленген катиондарын бөліп алады.

*Су тазартудың сорбциялық әдісі.* Сорбция – заттардың қоршаған ортадан сорбенттер деп аталатын, сұйық немесе қатты денелермен сіңірілу процесі. Сіңірілетін заттар сорбаттар деп аталады. Абсорбция кезінде сіңірілу сұйық абсорбенттің бүкіл көлемінде жүреді. Абсорбция диффузия және еру процестеріне негізделген.

Адсорбция газ немесе сұйықтың құрамындағы заттардың (адсорбаттардың) қатты денелердің (адсорбенттердің) бетіне сіңірілу процесі. Сорбенттің сіңірілетін затпен химиялық реакциясы арқылы жүретін адсорбция процесі хемосорбция деп аталады.

Сорбциялық тазарту әдісі ароматты қосылыстармен, әлсіз электролиттермен немесе электролит еместермен, бояулармен, қанықпаған қосылыстармен, гидрофобты алифатты қосылыстармен ластанған ағынды суларды тазарту үшін ұсынылады. Сорбция әдістері ағынды сулардан бағалы компоненттерді бөліп алуға және утилизация жасауға, ал тазартылған ағынды суларды өндірістің сумен жабдықтау жүйелерінде қолдануға мүмкіндік береді. Сорбциялық тазарту әдісі бейорганикалық қосылыстарды және төменгі бір атомды спирттерді ағынды судан бөліп алуға ұсынылмайды.

Отандық практикада сорбциялық тазарту әдісі целлюлоза-қағаз, химия, мұнай-химиясы және өндірістің басқа да салаларының ағынды суларын тазартуға қолданылады. Бұл әдіс жеке әдіс ретінде немесе биологиялық әдіспен бірге қолданылады.

Сорбенттер ретінде әртүрлі материалдар қолданылады: әртүрлі маркалы активті көмірлер, селикагельдер, алюмогельдер, күл, майда кокс, торф, шлак, активті саздар және т.б. Бұл аталған сорбенттердің өздеріне тән ерекшеліктері – олардың саңылаулары бар. Мысалы, активті көмір сияқты ең тиімді сорбенттің саңылаулары 60-75 пайыз, ал олардың бетінің меншікті ауданы 400-900 м<sup>2</sup>/г аралығында болады.

Барлық активті көмірлер саңылауларының размерлеріне байланысты ірі және ұсақсаңылаулы, сондай-ақ аралас типті болып үш түрге бөлінеді, макросаңылаулар – 0,1 – 2 мкм, аралық саңылаулардың размерлері 0,004 – 0,1 мкм және микросаңылаулар – размерлері 0,004 мкм. Көмірлердің сорбцияға қабілеттілігі негізінен микросаңылаулы структурасымен анықталады. Мысалы,

бөлшектерінің размерлері 0,001 мкм-нен кіші еріген органикалық заттар, толық сиымдылығы оның сіңіру қабілетіне сәйкес келетін сорбенттің микросаңылауларын толтырады.

Отандық активті көмірлердің АГ-2, БАУ, АР-3, КАД, СКТ маркаларының микропорларының сиымдылығы 0,19 - 0,51 см<sup>3</sup>/г аралығында.

Сорбенттің активтілігі сорбенттің бірлік көлемімен немесе массасымен (кг/м<sup>3</sup> немесе кг/кг) сіңірілетін заттың мөлшерімен сипатталады. Сорбция процесі статикалық және динамикалық режимдермен жүруі мүмкін. Статикалық режимде сұйықтың және сорбенттің бөлшектері ағыс бойымен (мысалы, сұйықты араластыратын аппараттарда) бірге қозғалады, ол динамикалық режимде сұйық сорбентке байланысты қозғалады (псевдооживленный қабаты бар фильтрлер, аппараттар). Сондықтан сорбенттің сиымдылығын сипаттайтын екі түсінік – сорбенттердің статикалық және динамикалық активтілігі енгізілген. Сорбенттердің статикалық активтілігі – сорбенттің бірлік көлемімен немесе массасымен тепе-теңдік басталатын уақытқа дейінгі сұйықтың тұрақты температурасында және заттардың бастапқы концентрациясында сіңірілген заттың максимальды мөлшері. Сорбенттің динамикалық активтілігі ағынды суды сорбент қабаты арқылы өткізгенде, фильтратта сорбцияланатын зат пайда болғанға дейін, сорбенттің бірлік көлемімен немесе массасымен сіңірілетін заттың максимальды мөлшері. Өндірістік адсорберлердің динамикалық сиымдылығы әдетте тепе-теңдіктегі мәннің 45 – 90 пайызын құрайды.

Сорбенттің адсорбциялық қасиетін сипаттайтын, тазарту кезінде сіңірілген ластаушы заттың мөлшерін анықтау үшін, Ленгмюр немесе Фрейндлих теңдеулерімен жазылатын сорбция изотермаларын қолданады. Ленгмюр теңдеуі беті бір текті және адсорбцияланған молекулалардың әлсіз әрекеттесу күші бар системаларды бейнелейді, ал Фрейндлих теңдеуі бір текті емес беттегі адсорбцияны бейнелейді. Сорбциялық процестер қайтымды екендігін атап өту керек, яғни сорбат сорбенттен қайтадан ерітіндіге өтуі мүмкін. Сорбциялық және десорбциялық процестердің жүру жылдамдығы ерітіндідегі заттардың концентрациясына және сорбенттің бетіне пропорционал. Ең қарапайым адсорберге себілген фильтр жатады.

Бұл фильтрлер арқылы фильтрлеу жылдамдығы 1 – 6 м/сағ. аралығында, сорбенттер түйіршіктерінің ірілігі 1,5 – 5мм құрайды.

Әдетте сорбциялық қондырғы 3-5 кезекпен орналастырылған фильтрлерден тұратын, бірнеше жұптасып істейтін секциялардан тұрады.

Сорбция процесін статикалық жағдайда жүргізген кезде, адсорбенттерді біртіндеп және қарама-қарсы енгізетін қондырғылар қолданылады. Сорбентті қарама-қарсы енгізетін қондырғының тиімділігі жоғары және ағынды суларды тазартуда кеңінен қолданылады.

Регенерациялық сорбция қондырғылары бар. Сорбцияланған заттарды бөліп алу үшін, төмендегі процестер қолданылады: органикалық еріткіштер арқылы экстракциялау, тепе-теңдік жағдайындағы ерітіндідегі әлсіз электролиттің диссоциациялану дәрежесін өзгерту, адсорбцияланған затты су буымен шығару және т.б.

Оңай ұшатын органикалық заттар (бензол, толуол, этил спирті және т.б.) 120 – 140<sup>0</sup>С температурада ауамен, жылытылған бумен (t = 200 – 300<sup>0</sup>С), инертті немесе түтін газдарымен (t = 300 – 500<sup>0</sup>С) десорбцияланады. Деструктивті тазарту кезінде термиялық әдістер қолданылады, бірақ көміртек сорбенті ішінара жоғалады (5 -10%).

Негізгі әдебиет: 3[66-80,155-164], 4[29-31.83-89].

Қосымша әдебиет: 8 [5-30], 13[4-38], 14[59-78], 20[33-43].

Бақылау сұрақтары:

1. Флотациялық тазарту әдісінің негізгі классификациясы.
2. Қысымды флотация әдісінің негізгі ерекшеліктері және қолдану облыстары.
3. Биологиялық және иондық флотация әдістерінің мәні және қолдану облыстары.
4. Ағынды сулардан ластаушы заттарды бөліп алудың сорбциялық әдісіне анықтама беріңіз.
5. Сорбенттер ретінде қолданылатын негізгі материалдарды атаңыздар.
6. Ағынды суларды тазартуға қолданылатын сорбциялық қодырғылардың түрлерін атаңыздар.

**Дәріс тақырыбы 7. Ион алмасу әдістері және оларды өндірістік ағынды суларды тазарту процесінде қолдану. Су тазартудың электрохимиялық әдістері (электрокоагуляция, электрофлотация және т.б.).**

*Ион алмасу әдісі.* Гетерогенді ион алмасу немесе ион алмасу сорбциясы ерітіндінің қатты фазамен (ионитпен) әрекеттесуінен тұрады. Иониттің өзінің иондарын ерітіндідегі иондармен ауыстыратын қабілеті бар.

Ағынды суларды тазартудың ион алмасу әдісі төмендегі ластаушы заттарды бөліп алуға және утильдеуге мүмкіндік береді: ауыр түсті металдар (мыс, никель, мырыш, қорғасын, кадмий және т.б.), хром, БАЗ, цианды қосылыстар және радиоактивті заттар. Бұл кезде ағынды су өте жоғары дәрежемен (ШРК деңгейіне дейін) тазартылады және оны технологиялық процестерде және айналмалы сумен жабдықтау жүйесінде қайтадан қолдану мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, иониттер су дайындау процесінде суды тұзсыздандыру үшін де қолданылады.

Бейорганикалық (минералды) және органикалық иониттер бар. Алмасатын ионның зарядына байланысты катиониттер, қышқылдық қасиет көрсететіндер және аниониттер, сілтілік қасиет көрсететіндер болып бөлінеді. Иониттер табиғи заттар немесе жасанды (синтетикалық) материалдар болуы мүмкін.

Табиғи бейорганикалық иониттерге мынадай заттар жатады: цеолиттер, сазды материалдар, далалық шпат, слюдалар және т.б. Структурасында  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  типті алюмосиликаттар болғандықтан, олардың катион алмастырғыш қасиеттері бар. Сонымен қатар фторапатиттің  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$ , гидроксилapatиттің  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$ , бейорганикалық синтетикалық иониттердің (силикагель, нашар ерітін оксидтер және кейбір металдардың (алюминий,

хром, цирконийдің) гидроксидтерінің) және басқа да заттардың ион алмастырғыш қасиеттері бар.

Органикалық табиғи иониттерге әлсіз қышқылдық қасиеттері бар, көмір мен топырақтың гумин қышқылдары жатады. Қышқылдық қасиетін күшейту және ауысу сиымдылығын өсіру үшін көмірлерді концентрлі күкірт қышқылымен өңдейді, осы кезде сульфокөмірлер түзіледі.

Ағынды суларды тазарту үшін және су дайындау процестері үшін қазіргі кезде, ион алмасу шайырлары деп аталатын синтетикалық иониттер маңызды роль атқарады. Бұл шайырлар қышқылдық немесе негіздік қасиеттері бар жоғары молекулалы қосылыстар болып табылады, бастапқы мономерлердің поликонденсациясы немесе олардың сополимеризациясы арқылы алынады.

Иониттің кеңістіктік көмірсутектік торы (каркас) матрица деп аталады. Алмасатын иондарды «қарама қарсы» иондар дейді. Иониттің құрамында ион алмасу қабылеті бар, активті топ кіреді. Оның құрамына қарама-қарсы ион және бекітілген, немесе анкерлер деп аталатын кері зарядталған иондар бар.

Ион алмасу реакциясының теңдеуін құрастырғанда, иониттің матрицасын жалпы түрде R әріпімен белгілейді, ал активті топты толық жазады. Мысалы, сульфокатионит  $RSO_3H$  формуласында, R – матрица, H-қарама-қарсы ион,  $SO_3^-$  – анкерлік ион.

Катиондарды алмастыратын қабылеті бар иониттер – катиониттер, ал аниондарды алмастыра алатын материалдар – аниониттер деп аталады.

Диссоциациялану дәрежесіне байланысты катионитті шайырлар күшті-, әлсіз негізді болып бөлінеді.

Иониттердің өздеріне тән ерекшеліктері олардың қайтымдылығында, яғни қаныққан соң, өзінің алмасу сиымдылығын қайтадан қалпына келтіру қабілеті бар, ион алмасу реакциясын кері бағытта жүргізу арқылы жүзеге асырылады. Бұл процесс регенерация деп аталады. Регенерациялық ерітінділерді элюаттар деп атайды. Элюаттардың құрамында ағынды судан иониттер арқылы бөлініп алынған катиондар немесе аниондар бар. Катиониттерді әдетте 2 - 8% қышқылдар ерітінділерімен (оларды H-формаға өткізгенде) немесе натрий хлор ерітіндісімен (Na – формаға өткізгенде) регенерациялайды.

Жұмысы аяқталған аниониттерді 2 - 6% сілті ерітінділерімен (NaOH,  $NH_4OH$ ) немесе 2 - 4%  $Na_2CO_3$  ерітіндісімен регенерация жасайды. Алынған элюаттарды нейтралдайды, бағалы компоненттерді бөліп алу үшін өңдейді, немесе тікелей өндірісте қолданады.

Ағынды суларды тазартудың ион алмасу әдісінің технологиялық схемалары. Периодты және үздіксіз жұмыс істейтін ион алмасу қондырғыларының түрлері бар. Периодты қондырғылар – әр түрлі ионитті фильтрлер және бағаналар, сондай-ақ сұйықты араластыру үшін қолданылатын құрылғылар (насосстар), сұйықты сақтайтын ыдыстар және бақылау-өлшеу аппаратуралары.

Алмасатын ионға байланысты фильтрлер катионитті, анионитті және аралас болып бөлінеді, технологиялық пайдаланылуына байланысты – әр түрлі сатылы – бірінші, екінші және т.б. фильтрлерге бөлінеді. Онымен қатар,

регенерация жүргізу әдісіне байланысты параллель ағатын, қарама қарсы ағатын және сатылы болып бөлінеді.

*Су тазартудың электрохимиялық әдістері.*

Ағынды суларды электрохимиялық тазарту әдістерін, олардың құрамындағы органикалық, сондай-ақ бейорганикалық әр түрлі еріген және диспергирленген қоспаларды бөліп алу үшін қолданылады. Әдіс технологиялық схемасының қарапайымдылығымен, тазарту кезінде реагенттер қолданылмайтындығымен сипатталады. Электр энергиясының шығыны көп жұмсалатындығы – әдістің кемшілігіне жатады.

Су тазартудың барлық электрохимиялық әдістерін негізгі үш топқа бөлуге болады: айналу әдісі, бөлу әдісі және аралас әдістер.

Әдістердің бірінші тобы залалсыздандыру және судан тезірек бөліп шығару мақсатымен, ластаушы заттардың физика-химиялық және фазалық-дисперстік сипаттамаларын өзгертеді.

Әдістердің екінші тобы бөліп алынатын заттың физика-химиялық және фазалық-дисперстік қасиеттерін айтарлықтай өзгертпей, қоспаларды электролиттің локальды көлемінде қоюландыруға арналған.

Үшінші топқа бір аппаратта ластаушы заттарды айналдырудың және бөліп алудың бірнеше әдістерін біріктіретін әдістер жатады.

Электрохимиялық процестердің жүруі зарядталған бөлшектердің екі фаза арасында алмасуына, фазалардың бөліну шекарасында электр потенциалының кенет өзгеруіне негізделген. Егер мысал ретінде теріс зарядталған электродты алсақ, оның бетінде оң иондардан тұратын қабат пайда болады, яғни электр потенциалы кенет өзгереді де, электр тогы түзіледі.

Табиғи және ағынды суларды тазартудың электрохимиялық әдісі электролиттердің судағы ерітінділерінің электролиз процесін жүргізгендегі электр энергиясына негізделген.

Электролиз келесі элементтерден тұратын системаларда жүргізіледі:

- электролит ерітіндісінен – иондарға диссоциацияланған екінші текті өткізгіштен, (ластанған сулар негізінен электролиттер ерітіндісі болып табылады, себебі оның құрамында ылғи да әр түрлі концентрациялы иондар болады);

- электродтардан – электролиттер ерітіндісіне батырылған бірінші текті өткізгіштерден;

- сыртқы ток күшінен;

- ток өткізгіштерден – электродтарды ток көзімен жалғастыратын, бірінші текті металл өткізгіштерден;

Металл өткізгіштердегі электр тогы – бұл ток көзінің теріс полюсынан оң полюсына қарай жылжитын электрондардың ағыны. Егер ток көзінің полюстарын металл өткізгіштермен жалғастырсақ, онда ток көзі оң полюс арқылы насос сияқты электрондарды өзіне сорады да, теріс полюс арқылы өткізгішке итеріп отырады.

Егер электролит ерітіндісіне ток көзінің полюстарымен жалғастырылған екі электрод батырылған болса, олардың біреуі оң (анод), екіншісі теріс зарядталады (катод).

Су өзі нашар өткізгішке жатады, электрондар суда металл өткізгіштегідей қозғала алмайды, алайда электролиттердің диссоциациясы кезінде түзілген иондар, екі бағытта қозғалады: оң иондар (катиондар) катодқа қарай, теріс иондар (аниондар) анодқа қарай жылжиды. Катиондар катодқа жетіп, өздеріне жетіспей тұрған электрондарды қосып алып, нейтраль атомдарға немесе атомдар тобына (молекулаға) айналады. Сонымен қатар, аниондар өздерінің «артық» электрондарын анодқа беріп, олар да нейтральды атомдар мен атомдар тобына айналады. Электрондардың катиондардан катодқа, және аниондардан анодқа үздіксіз ауысуы электрондардың электродтарды ток көзінің полюстарымен жалғастыратын өткізгіштегі қозғалысын ұстап тұрады.

Электродтардың бөліну шекарасында – ерітінді электр өткізгіштіктен иондық өткізгіштікке ауысады, және де электр тогының екінші текті өткізгіштер арқылы өтуі, электродтарда электрохимиялық реакция өнімдерінің, яғни иондар мен электродтардың әрекеттесуінің өнімдерінің түзілуімен қатар жүреді. Электродтардың электрод – ерітінді бөліну шекарасындағы ион мен электрон арасындағы реакция, электр энергиясының химиялық энергияға айналуын анықтайды.

Электролиз кезінде тотығу-тотықсыздану процестері жүреді: анодта электрон беру (тотығу), катодта – электрон қосып алу (тотықсыздану). Алайда электрохимиялық реакциялардың механизмі заттардың әдеттегі химиялық айналымынан мүлдем өзгеше.

Электролиз процесін жүргізудің, химиялық реакциялардың жүруіне қарағандағы айырмашылығы, реагенттерді және электрондар атомдар немесе молекулалардың бір тобынан екіншісіне металл электрод-өткізгіштер арқылы жүзеге асырылатын, түзілген гетерогенді системаларды бөлу қажет.

Кез келген электролиздің негізі – электр тогының көмегімен электрод-ерітінді шекарасында заттардың ыдырау процестері немесе жаңа өнімдер алу процестері болып табылады. Электролиз кезінде, ерітіндінің құрамындағы компоненттердің фазалық-дисперстік жағдайына байланысты, коллоидтардың электрокинетикалық қасиеттерімен байланысты құбылыстар да байқалуы мүмкін. Осы кезде қатты немесе газ тәрізді өнімдердің түзілуімен жүретін, немесе жеке фазалар мен процестердің бөлінуінсіз, электрод материалының еруі арқылы жүретін, тотығу және тотықсызданудың электрохимиялық реакциялары жүруі мүмкін.

Электролиз жүретін ерітіндінің көлемінде электрод процестерінің әсерінен ортаның активті реакциясы (рН) және системаның тотығу-тотықсыздану потенциалы (Еh) өзгеруі, сондай-ақ су қоспаларының фазалық –дисперстік айналымы (өзгеруі) жүреді.

Су ерітінділері электролизінде электродтардағы негізгі процестерге: катодта – сутек бөлінеді, металл иондарының разряды металдың электрохимиялық бөлінуімен жүреді (тұнуы), немесе жеке фаза бөлінуімен жүретін заттардың тотықсыздануы, немесе металл электродтарының еруі.

Электрохимиялық процестерді су дайындау жүйесінде және ағынды суларды тазартуға қоолданудың кейбір мысалдарын қарастырайық.

Катодта бөлінген сутек көпіршіктерінің сұйықтың құрамындағы ерімеген қоспаларды сұйықтың көлемінен оның бетіне тасымалдайтын қабілеті бар: сутек көпіршіктері су ағынымен көтеріле отырып, қоспа бөлшектерімен кездесіп, оларға жабысады да судың бетіне флотациялайды. Электролизді газ көпіршіктерін алу үшін пайдалану, ағынды суларды жүзгіндерден, коллоидты ластанудан электрофлотациялық тазарту әдісінде, сондай-ақ беттік активті заттардың көбікті сепарациясында қолданыс тапты.

Металл иондары разрядының қатты фаза бөліну арқылы жүретін, катодтық процестеріне ағынды суларды цинк, никель, мыс, кадмий және т.б. иондардан (мысалы гальваника өндірісінің ағынды суларын) тазарту үшін қолданылатын металлдардың электрокристаллизация процестері жатады.

Катодтық процестер органикалық заттарды да тотықсыздандыру үшін қолданылуы мүмкін. Органикалық заттардың катодтық тотықсыздануы сутек иондарының атомарлық сутек және органикалық қосылыстардың атомарлық сутекпен химиялық тотықсыздануынан тұратын екі бірінен кейін бірі жүретін разрядынан тұрады.

Анодтық процестерді екі процеске бөлуге болады: еритін және ерімейтін анодта жүретін процестер.

Еритіндінің тұздық құрамына және электролиз жағдайларына байланысты электрохимиялық еру процесіне ұшырамайтын материалдардан жасалған анодта жүретін типтік процестерге оттегі және хлор бөлінуі жатады. Сутектің асқын тотығы, озон, басқа да қосылыстар түзілуі мүмкін. Осы кезде түзілген анодтық өнімдердің түзілген моментінде химиялық энергияның ерекше үлкен қоры бар, өте күшті тотықтырғыштарға жатады, сондықтан олар табиғи және ағынды суларды органикалық қосылыстардан залалсыздандыру және тазарту үшін кең қолданылады.

Ас тұзы еритіндісін немесе табиғи хлоридтер еритіндісін – жер асты минералды суларын және теңіз суларын – натрий гипохлориді еритіндісі сияқты судың жоғары тиімді дезинфектанттарын алу үшін қолданады.

Ағынды суларды ерімейтін электродтар пайдалану арқылы жүретін электрохимиялық тазарту процесінде органикалық қоспалардың анодтық тотығу процестерінің үлкен маңызы бар, олардың көпшілігі көмір қышқыл газын, азот, аммиак және басқа да газ тәрізді өнімдер түзіп терең деструктивті ыдырауы мүмкін.

Темір, алюминий, мыс, мырыш және басқа да металдардан жасалған анодтарды қолданған кезде еритіндіде осы металдардың иондары өтуімен, электролиттік еруі жүреді, соңынан гидролиз арқылы ерімейтін гидроксидтер түзеді. Жаңадан түзілген гидроксидтердің коллоидты және жүзгін бөлшектеріне адсорбциялық активтілігі жоғары. Жалпы түрде электрокоагуляция деп аталатын осы процесс, суды ерімеген қоспалардан, кейде электрогенерирленген коагулянттардың ұлпақтарында сорбциялану қабілеті бар еріген қосылыстардан да тазарту үшін кеңінен қолданылады.

Суды электрохимиялық өңдеу процесінің бір түріне электродиализ жатады – электродтар арасын бөлек камераға бөліп тұратын жартылай өткізгіш мембраналар қолдану арқылы жүретін электролиз процесі; осы кезде тұздардың

иондарын бөліп алуға, концентрлі минералды және органикалық қышқылдар, сондай-ақ күйдіргіш сілті алуға болады. Электродиализ тұзды және тұздырақ суларды тұщыландыру үшін, сондай-ақ шахта суларынан, басқа да ағынды сулардан еріген тұздарды бөліп алу үшін қолданылады. Электрохимиялық активті ион алмасу мембраналары қолданылатын электродиализаторлар жоғары концентрлі өндірістік ағынды сулардан бағалы компоненттерді бөліп алу үшін ұсынылады.

Сонымен электрохимиялық процестер су дайындау технологиясында және ағынды суларды тазартуда қазіргі кезде кең қолданыс тауып отыр және болашақта да табуы мүмкін.

Электрохимиялық әдістер су жүйелерін тазартудың физика-химиялық әдістеріне жатады. Ол көп сатылығымен және су тазарту аппараттарында жүретін физика-химиялық құбылыстардың салыстырмалы күрделілігімен ерекшеленеді. Жекелеген стадияларының механизмі мен жүру жылдамдығы көптеген факторларға байланысты. Ол факторларды электроөңдеу аппараттарын оптималды құрастыру және су тазартудың технологиялық процесін ұтымды жүргізу үшін тауып, ескеру қажет.

*Ағынды суларды тазартуда электрохимиялық әдістерді қолдану.* Ағынды суларды тазарту практикасында кең тараған әдістерге анодтық тотығу және катодтық тотықсыздану, электрокоагуляция, электрофлотация, электродиализ әдістері жатады.

Анодтық тотығу және катодтық тотықсыздану. Электрохимиялық тотығу-тотықсыздану процестерін электродиализерлерде жүргізеді. Ерітінді арқылы электр тогын өткізгенде электролиз жүреді, электродтарда тотығу-тотықсыздану өнімдері түзіледі. Оң электродта (анодта) – тотығу, ал теріс электродта (катодта) – тотықсыздану процестері жүреді. Сонымен, анод – электрохимиялық тотықтырғыш, ал катод – электрохимиялық тотықсыздандырғыш. Кей жағдайларды анод пен катод кеңістігін саңылаулы диафрагма арқылы бөледі. Диафрагма мақсаты ерітіндінің араласуын болдырмау, диффузияға кедергі келтіру, иондардың ауысуына кедергі келтірместен, ерімейтін бөлшектердің ауысуын болдырмау. Электролиз кезінде байқалатын сандық тәуелділіктер М.Фарадейдің заңдарына бағынады.

Ағынды судың құрамындағы заттар, анодтық тотығу процестерінде не толық ыдырайды (көмір қышқыл газын, аммиак және су түзу арқылы), немесе басқа әдістермен бөліп алынатын улылығы аз қосылыстар түзеді.

Осылайша ағынды сулар улы цианидтерден, формальдегидтерден, сульфидтерден, меркаптандардан және басқа да улы қосылыстардан тазартылады.

Анод ретінде электрохимиялық ерімейтін төмендегі материалдарды қолданады: графит (С), магнетит ( $\text{Fe}_2\text{O}_4$ ), қорғасын және оның қосылыстары ( $\text{Pb}$ ,  $\text{PbO}_2$ ) кремний құймалары және т.б. Катодтарды графиттен, молибденнен, вольфрамның темір және никельмен құймасынан, таттанбайтын болаттан және басқа да заттардан дайындайды.

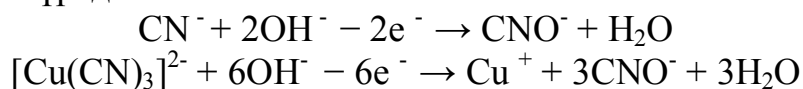
Анодты тотығу процесінің ең кең тараған мысалын қарастырайық. Мысалы, ағынды суларды цианидтерден электрохимиялық тазарту, ағынды



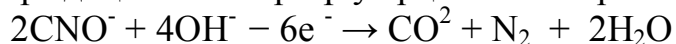
суларды үздіксіз және периодты жұмыс істейтін ашық, диафрагмалық электролизерлерде өңдеуге негізделген. Графиттелген анодтар, немесе магнетит және қорғасын диоксидінен (титанның негізінде) жасалған анодтар қолданылады. Катодтар болаттан жасалған.

Көрсетілген әдіс арқылы әр түрлі өндірістердің құрамында цианидтері бар ағынды сулары және ерітінділері, әсіресе, гальваника цехтары мен участкторының ағынды сулары өңделеді және цианидтердің концентрациясы 200 мг/л-ден артық болғанда, бұл әдістің тиімділігі өте жоғары.

Құрамында цианды қосылыстар бар сілтілік ағынды сулардың электролизі кезінде (ерітіндідегі рН мәні әдетте 8 – 12 аралығында), цианид ионының, сондай-ақ құрамында цианид тобы бар комплексті аниондардың ( $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$ ,  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$  және т.б.) ерітіндіде цианат-иондарын түзу арқылы анодтық тотығуы жүреді:

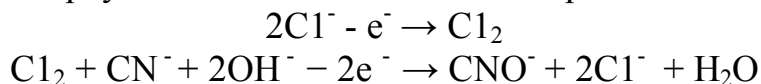


Жоғарыда көрсетілген реакциялар бойынша түзілген цианат-иондары, анодта улы емес газ тәрізді қосылыстар түзу арқылы ішінара тотығады:



Катодта газ түріндегі сутек түзу арқылы  $\text{H}^+$ -иондарының разряды, сондай-ақ құрамында цианид тобы бар комплексті иондардың диссоциациясы кезінде түзілген  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  иондарының разряды жүреді.

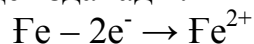
Ағынды сулардың электролизін анод тогының тығыздығы 0,5 -2 А/дм<sup>2</sup> мөлшерімен жүргізеді. Ағынды суларға концентрациясы 5 – 10 г/л натрий хлоридін қосады. Осы кезде цианидтер анодта натрий хлоридінің электрохимиялық ыдырауы нәтижесінде бөлінген хлормен қосымша тотығады:



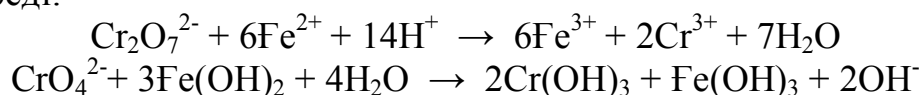
Ағынды суларды цианидтерден тазарту дәрежесі 100 пайызға жетеді. Сонымен қатар, катодтық тұнбалар түрінде түзілген металдардың жалпы мөлшерінің 80 -100 пайызы утиленеді. Ал, металдардың жалпы мөлшерінің қалған 20 пайызы металл гидроксиді түрінде бөлінеді. рН мөлшерін 8 -9 аралығында ұстау ұсынылады.

*Электрокоагуляция.* Ағынды суларды электрокоагуляциялық тазарту әдісі отандық практикада хромды бөліп алу үшін қолданылады. Сонымен қатар кей жағдайларды бұл әдіс ағынды суларды ауыр металдардан тазарту үшін қолданылады. Электрокоагуляция әдісін жүзеге асырғанда төмендегідей физика-химиялық процестер жүреді: судың электролизі, бөлшектердің поляризациясы, электрофорез, тотығу-тотықсыздану процестері, электролиз өнімдерінің бір-бірімен әрекеттесуі.

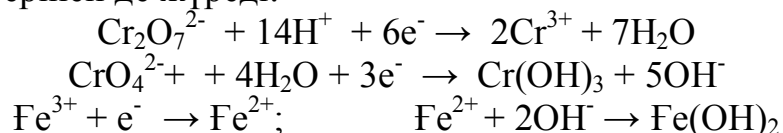
Ағынды судағы хром қосылыстары хромат-иондары ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) және хромат-иондары ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) түрінде болады, электрокоагулятор аппараттарында болат анодтың еруі нәтижесінде түзілген екі валентті темірдің катиондарымен төмендегі реакция бойынша тотықсызданады:



Екі валентті темірмен  $\text{Cr}^{6-}$  катионының тотықсыздануы, жеткілікті жоғары жылдамдықпен, қышқыл, нейтралды және сілтілік ортада төмендегі теңдеулер бойынша жүреді:



Сонымен қатар,  $\text{Cr}^{6+}$  тотықсыздануы төмендегі электрохимиялық реакциялардың әсерінен де жүреді:



Соңғы екі электрохимиялық реакциялардың өнімдері алдыңғы реакцияларға қатысады.

Хромы бар ағынды суларды электрокоагуляциялық тазарту әдісінде рН-тың оптималды мәндері 3 – 6 шамасында болады. Өңделіп шыққан судың рН мәнін бақылаудың маңызы зор, ол 5,5-тен аспауы керек, ал асып кеткен жағдайда,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  толық тұнбаға түсірілмейді және өңделген судың құрамында  $\text{Cr}^{3+}$  иондары болады.

Электрохимиялық әдісті бастапқы судағы хром мөлшері 0,3 мг/литрден артық кезде қолданған тиімді. Егер тұздардың концентрациясы көрсетілген шамадан аз болса, ағынды суларға электр өткізгіштігін арттыру үшін электролиттер (әдетте  $\text{NaCl}$ ), қосады, нәтижесінде оларды өңдеуге жұмсалатын меншікті шығынның мөлшері азаяды. Жүзгіндердің мөлшері электрокоагуляция процесіне өте қатты әсер етеді, егер бұл параметрдің мәні 100 мг/литрден артық болса, электрокоагуляция процесінің тиімділігі төмендейді. Электрокоагуляция процесін әдетте ток тығыздығы 10 А/м<sup>2</sup> артық емес, электродтардың ара қашықтығы 20 мм артық емес және судың жылдамдығы 0,5 м/с кем емес болған жағдайларда жүргізеді.

*Электрофлотация.* Электрофлотациялық тазарту әдісі ағынды сулардың электролизі кезінде түзілген газдардың ластаушы заттарды сұйықтың бетіне алып шығуына негізделген. Осы процесті жүргізетін қондырғы электрофлотатор деп аталады. Газдардың түзілуі электрохимиялық теңдеулерге сәйкес жүреді: катодта сутек бөлінеді, ал анодта оттегі бөлінеді. Негізгі флотациялық процестер сутектің қатысуымен жүреді. Электрофлотациялық тазарту әдістерімен мұнай өңдейтін заводтардың, целлюлоза-қағаз комбинаттарының және басқа да кәсіпорындардың ағынды суларын тазартады.

Электрофлотациялық тазарту қондырғыларында әдетте еритін электродтар (алюминий немесе темір) қолданылады. Олар еріген кезде, темір немесе алюминий катиондары (гидроксидтер түрінде) суға өтетін реакциялар жүреді. Бұл электрофлотациялық тазарту процестерінің тиімділігі, ластаушы заттар бір мезгілде коагулянттардың әсерінен және газ көпіршіктерінің әсерінен тазалатын кезде өте жоғарылайды. Бұл процестер электрофлотокоагуляция қондырғыларында жүргізіледі.

Бір және екі камералы, горизонтальды немесе вертикальды электрофлотациялық қондырғылар бар.

*Электродиализ.* Электр тогының әсерінен иондарды мембрана арқылы өткізу процесі электродиализ деп аталады. Ағынды суларды электродиализ әдісімен тазарту үшін электрлік активті ионитті мембраналар қолданылады. Бұл әдісті тұзды суларды тұщыландыру үшін, сондай-ақ өндірістік ағынды суларды және технологиялық ерітінділерді тазарту үшін қолданады.

Электролиз ваннасына орналастырылған, ионитті мембрана, ионитті фильтр сияқты әсер етеді, ол тек мембрана жасалған ион алмастырғыш шайырлардың қозғалатын (алмасатын) иондарының зарядының белгісімен бірдей зарядталған иондарды ғана өткізеді. Ионитті мембраналардың екі түрі бар, катионитті және анионитті. Біріншісі өзі арқылы тек қана катиондарды, ал екіншісі тек қана аниондарды өткізеді. Ионитті мембраналар арнайы регенерацияны қажет етпейтіндігін атап өту керек.

Ағынды суларды тазарту процесі, жазық мембраналары параллельді орналасқан көп камералы аппараттарда (электродиализаторларда) жүргізіледі.

Электродиализ процесі былай жүреді. Катиондар электр тогы әсерінен катодқа қарай қозғала отырып, катионит мембраналарынан өтеді, бірақ анионит мембраналарынан өте алмайды. Анионит мембраналары анодқа қарай бағытталған аниондарды ғана өткізеді, катиондарды жібермейді. Осы процестердің жүруінің нәтижесінде, тұздар «жұп» камералардан «тақ» камераларға ауысады, «жұп» камералардағы су тұщыланады, ал «тақ» тұз ерітінділері камераларында тұз жинақталады. Судың құрамындағы тұздар осылай тазаланады.

Өнеркәсіпте электродиализаторлардың екі типі шығарылады: (ЭДУ-50, «Родник-3») электр өрісінің горизонтальды осы бар, өткізу сыйымдылығы – 2 -20 м<sup>3</sup>/сағ; лабиринт типті (Э-400М, ЭДУ-1000, АЭ-25) электр тогының вертикальды осы бар (өткізу сыйымдылығы – 1-25 м<sup>3</sup>/сағ).

Суды тұзсыздандыру және тазарту практикасында қондырғылардың келесі түрлері қолданылады: тіке ағысты, циркуляциялық, циркуляциялық үздіксіз жұмыс істейтін және т.б.

Үздіксіз жұмыс істейтін циркуляциялық электродиализ қондырғыларында ағынды судың бір бөлігі толық тұзсызданбаған судың (диллюаттың) бір бөлігімен үздіксіз араласып тұрады, электродиализатор арқылы өткен соң, тазартқан судың резервуарына жіберіледі.

Жұмыс істеп шыққан концентрлі электролит ерітінділерінен хром қышқылын регенерациялаудың, жұмыс істеп шыққан өндеу ерітінділерінен қышқылдарды (күкірт, азат, тұз, фосфор қышқылдарын) және күйдіргіш сілтіні бөліп алудың электродиализдік әдістері жасалған. Осы әдіс арқылы ағынды судың құрамынан көптеген металдарды (мысалы, мысты) бөліп алуға болады.

*Ағынды суларды гальванокоагуляциялық тазарту әдісі.* Қазіргі кезде көптеген заводтарда қышқыл ағынды суларды ауыр металдардың иондарынан тазарту үшін және нейтралданған суларды ары қарай тазарту үшін, тазартылатын ерітіндіге батырылған «темір-кокс» және «темір-мыс» гальваника элементтерінің эффектiсін пайдалануға негізделген гальванокоагуляция әдісі (әдіс «Казмеханобр» институтында жасалған) қолданылады.

Электрохимиялық потенциалдарының айырмашылығы есебінен темір анодтық поляризацияланады, сыртқы көзден ток берместен, ерітіндіге өтеді. Кокс немесе мыс гальваникалық буда катодтық поляризацияланады.

Процесс барабан тәрізді, ағысты аппараттарда жүргізіледі. Гальваникалық будың барабанның айналуынан болатын ерітіндімен және ауадағы оттегімен ауыспалы контактасы нәтижесінде темірдің еру жылдамдығы өседі. Екі валентті темір шапшаң үш валенттіге дейін тотығады, үш валентті темірдің гидроксидті қосылыстарының, сондай-ақ оксидті қосылыстарының – магнетит және гематиттің гальванокоагуляциялық барабан қондырғыларында түзілуіне жағдай пайда болады.

Алынған нәтижелер гальванокоагуляция әдісінің ағынды суларды түсті металдардың иондарынан тазартуда тиімділігі өте жоғарылығын көрсетті. Гальванокоагуляция әдісінде тазартылатын суға жұмсалатын темірдің шығыны 0,1- 0,2 кг/м<sup>3</sup> шамасын құрайды. Гальванокоагуляция әдісімен тазартылған қышқыл немесе сілті суларды, түсті металдарды және құймаларды өңдеу процесінен соң, айналмалы жүйемен жууға қолдануға болады.

Гальванокоагуляциялық қондырғыларды қолдану, бұл әдістің негізгі жетістігі қондырғыларының қарапайымдығы мен тазартудың жоғары тиімділігінде екендігін көрсетті.

Негізгі әдебиет: 3[149-1556 175-196], 5[379-392].

Қосымша әдебиет: 7[7-26, 63-96], 13[154-166], 22[1-25], 29[48-65].

Бақылау сұрақтары:

1. Ағынды суларды тазартудың ион алмасу әдісінің принциптері мен технологиялық схемалары.

2. Негізгі ион алмастырғыш материалдарға сипаттама беріңіздер.

3. Ағынды суларды тазартудың электрохимиялық әдістерінің негізгі топтарын атаңыздар.

4. Суды электрохимиялық тазарту процесі негізделген, электродиализ процесінің өтуі үшін қажетті системаның негізгі элементтерін атаңыздар.

5. Су электролизі кезінде ағынды сулардың құрамындағы ластаушы заттардың фазалық-дисперстік жағдайына байланысты жүретін негізгі тотығу-тотықсыздану процестері.

6. Ағынды сулардың қоспаларының анодтық тотығу процесіне анықтама беріңізде, анодтық тотығу процесін ағынды суларды тазарту үшін қолдануға мысал келтіріңіздер.

7. Электродиализ процесіне анықтама беріңіз, қолдану облыстарын атаңыздар.

**Дәріс тақырыбы 8. Ағынды суларды тазартудың биологиялық әдістері. Ағынды суларды мембраналық әдістермен тазарту және деминерализациялау.**

*Ағынды суларды биологиялық тазарту әдістері.* Бактериялардың өздерінің тіршілігі үшін қорек ретінде ағынды судың құрамындағы әр түрлі органикалық және минералды заттарды пайдалану қабілеттері, биологиялық тазарту әдісінің негізі болып табылады.

*Ағынды суларды биологиялық тазарту әдісінде жүретін негізгі процесс – биологиялық тотығу.* Бұл процесс әр түрлі бактериялардан, қарапайымдардан, балдырлардан, саңырауқұлақтардан және т.б. құралатын, өзара күрделі ара қатынастар (метабиоз, симбиоз, антагонизм) арқылы біріккен микроорганизмдер бірлестігі (биоценоз) арқылы жүзеге асады. Бұл бірлестікте бактериялар басты роль атқарады.

Биологиялық тазарту әдістері табиғи және жасанды болып бөлінеді. Биологиялық тазартудың табиғи әдістеріне ағынды суларды топырақ арқылы тазарту әдістері және биологиялық тоғандарда тазарту жатады. Бұл әдістерде су топырақ микрофлорасының, күннің, ауаның және микроорганизмдердің тіршілігінің әсерлерінен тазарады. Жасанды су қоймалары болып табылатын биологиялық тоғандарда да табиғи процестер қолданылады. Тоғандарда табиғи және жасанды аэрация түрлері бар. Биологиялық тоғандарда өңделген ағынды суларды арнайы тұндырғыштарда қосымша тазарту немесе құм фильтрлерінен өткізу ұсынылады.

Аталған ғимараттардың кемшіліктері тотығу қабілеттері төмен, сезон бойынша ғана жұмыс істейді, қыс мезгілінде тоқтап тұрады, сондай-ақ бұл ғимараттарды орналастыру үшін үлкен территориялар қажет.

Биологиялық тазартудың жасанды әдістеріне, оларды арнайы ғимараттарда – аэротенктерде, окситенктерде, және биофильтрларда тазарту жатады.

Биологиялық тазарту құрылыстары активті биомассаның орналасуына байланысты әдетте үш топқа бөлінеді:

1) активті биомасса қозғалмайтын материалға бекітілген, ал ағынды су жұқа қабатпен толықтырғыштың (биофильтрдің) материалы арқылы қозғалады;

2) активті биомасса суда жүзгін түрінде болады (аэротенктер, окситенктер, циркуляциялық тотығу каналдары);

3) биомассаның орналасуының бірінші және екінші варианттарының жиынтығы.

Ағынды суларда дамитын, тіршілігі ағынды сулармен үнемі қоректік заттар және ауаның оттегін беріп тұру арқылы жүзеге асатын активті биомассалар, активті ил немесе биопенка түзеді.

Активті ил мен биопенка микроорганизмдердің бірлестігінен тұрады, негізгі бөлігін бактериялар құрайды, аздаған мөлшерде әр түрлі қарапайымдар, құрттардың бірнеше түрлері бар. Биопенка биофильтрдің толтырғышында өседі, ол қалыңдығы 1,3 мм шамасындағы шырышты қабат. Биопенкада активті илге қарағанда, микроорганизмдер саны аз. Биофильтрлерде ағынды судың биопенкамен контактасы бірнеше минут ішінде жүзеге асады. Бұл уақыт арасында негізінен органикалық заттардың сорбциясы жүреді, еріген органикалық қосылыстарды судан терең бөліп шығаруға мүмкіндік жоқ. Биофильтрлерде тазартылған сулардың сапасы қазіргі талаптарға сай келмейді. Ең кең таралған және тиімді әдіске активті илді аэротенктерде аэрация жасау әдісі жатады.

Фазалық-диспестілік жағдайы бойынша активті ил – амфотерлі коллоидты система. Аэротенктерде бактериялардың жеткілікті жоғары биомассасын ұстап тұруға мүмкіндік беретін, активті илдің ең маңызды қасиеті – олардың

екіншілік тұндырғыштарда тұндырған кезде жақсы тұнатын ұлпақ тұзу қабылеті болып табылады. Биологиялық тазарту тазартылатын судың температурасы 20-25<sup>0</sup>С, рН = 6,5 -7,5 болғанда ең тиімді жүреді.

Аэротенкке түсетін еріген оттегінің мөлшері органикалық заттарды тотықтыруға және бактериялардың тыныс алуына жететіндей болуы қажет. Қолайлы жағдайда тазарту үшін ил қоспасындағы оттектің мөлшері 2 мг/литрден кем болмауы тиіс. Сонымен қатар, тазартылатын суда органикалық көміртектің концентрациясы (ОБҚ бойынша), азот және фосфор да қажетті мөлшерде болуы керек. Қалалық ағынды суларды тазарту үшін ОБҚ<sub>толық</sub>: N : P қатынасы 100 : 5 : 1 кем болмауы тиіс.

Соңғы кезде ағынды суларды бекітілген микрофлорасы бар аэротенктерде тазартудың жетілдендірілген технологиясы кеңінен қолданылуда. Мұнда микроорганизмдердің толықтырғыш материалдарға (әр түрлі қатты сорбенттерге) бекітілу қабілеті қолданылады. Сонымен, биофильтр мен аэротенктің жақсы жақтарын біріктіре отырып, тазартылған судың өте жоғары сапасын қамтамасыз ететіндей микроорганизмдердің биомасса қоры үнемі бар болатын ғимараттар алуға болады. Осындай құрылыстарға бекітілген микрофлорасы бар немесе саңылаулы беттерден, талшықты синтетикалық материалдардан жасалған, суға батып тұратын толықтырғышы бар аэротенктер жатады.

*Мембрандық процестер туралы түсінік.* Кері осмос және ультрафилтрация – диализ және электродиализ әдістері де жататын, сұйық системаларды бөлудің мембранды әдістері. Көрсетілген әдістердің кез келгенін қолданғанда, бөлу процесі төмендегіше жүзеге асырылады. Бөлінетін ерітінді жартылай өткізгіш мембранамен беттесу үшін, оның бір жақ бетінен беріледі. Мембрананың ерекше қасиетінің нәтижесінде, ол арқылы өткен қоспаның құрамында компоненттердің біреуінің мөлшері өседі. Кей жағдайда процестің толық жүретіндігі соншалықты, өнімде мембрана жібермей ұстап қалатын қоспа мүлдем болмайды.

Кері осмос процесін әр түрлі кәсіпорындардың су дайындау жүйелерінде және ағынды суларды тазартуға да қолданады. Кері осмос әдісі ерітіндіні қысым арқылы, еріткішті ғана өткізетін, еріген заттардың молекулаларын толық немесе біртіндеп ұстап қалатын, жартылай өткізгіш мембраналармен филтрлеу арқылы жүреді. Көрсетілген процесс осмос құбылысына – еріткіштің жартылай өткізгіш мембрана арқылы ерітіндіге өздігінен өтуіне негізделген. Тепе-теңдік пайда болатын қысым осмос қысымы деп аталады. Ерітінді жағынан осмос қысымынан артық қысым берілсе, еріткіш кері бағытқа қарай өтеді. Сондықтан процесс «кері осмос» деп аталады.

Кері осмос және ультрафилтрация әдістерінің ағынды суларды тазартуда қолданылуы. Кері осмос және ультрафилтрация әдістері ағынды сулардан эмульгирленген майларды, фенолдарды, ауыр металдардың иондарын және басқа да ластаушы заттарды тазарту үшін қолданылуы мүмкін.

Ағынды сулардан эмульгирленген майларды бөліп алу үшін, ультрафилтрация әдісі қолданылады. Физикалық-химиялық тұрғыдан бұл системалар «судағы май» түріндегі эмульсия болып табылады. Шығу тегіне

байланысты бұл сулардағы рН мәні 4 – 13 аралығында ауытқиды, температурасы жоғары (60<sup>0</sup>С дейін), ластаушы заттардың химиялық және фазалық-дисперстік құрамы алуан түрлі болып келеді. Бұлар өздігінен эмульгирленетін, кинетикалық және термодинамикалық тұрақты коллоидты системалар болып табылады.

Ультрафилтрация эмульгирленген майдың, және басқа да заттардың бөлшектерін ұстауға мүмкіндік береді. Құрамында 30 -50 пайыз май бар, алынған концентрат қосымша тұндырылғаннан кейін, өртеуге немесе утилизацияға жіберіледі.

Сумайлы эмульсияны ультрафилтрация әдісімен тазартудың типтік схемасының құрамына алдын ала өңдеу, ультрафилтрация стадиясы және соңғы стадия кіреді. Алдын ала өңдеу процесінде су майлы эмульсияны және жұмыс істеп шыққан жуғыш ерітінділерді ұстағыштар, тор немесе магнитті фильтрлерден өткізеді. Ультрафилтрация стадиясында май ағынды суда берілген шекке дейін қоюланады. Концентраттың көлемі әдетте бастапқы ерітіндінің көлемінің 10 пайызынан аспайды. Көбінесе құбыр тәрізді фильтрлеу элементтері қолданылады. Ағынды сулардың концентратын өңдеудің соңғы сатысы оны тұндырудан және бөлуден тұрады.

Ультрафилтрация әдісін судан эмульгирленген майларды бөліп алу үшін қолданғанда су, жуғыш заттар, химиялық реагенттер, жылу, жаңа жуу ерітінділерін дайындауға жұмыс шығыны үнемделеді, тұйық циклді экологиялық қолайлы технологиялық схема жасалады. Мембранды әдістерді ағынды сулардан ауыр металдардың иондарын бөліп алу үшін де қолдануға болады.

Осындай ағынды суларды, еріген төменгі молекулалы компоненттерді жаңа ассоциацияланған молекулалық немесе коллоидтық жағдайға өткізуге негізделген, реагентті немесе мицеллярлік-күшейтілген ультрафилтрация әдістерімен тазартқан тиімді. Ассоциацияланған форма арғарай саңылаулы мембранада бөлініп алынады. Берілген әдіс өзіне төменгі жұмыс қысымында жоғары өнімділікті және селективті бөлу арқылы суды иондық компоненттерден тазарту қабілетін біріктірген.

Негізгі әдебиет: 1[540-589], 2[332-340], 3[196-232], 5[408-418].

Қосымша әдебиет: 6[8-28, 108-124, 159-215], 13[89-94], 17[1-15], 28[206-219].

Бақылау сұрақтары:

1. Ағынды суларды биологиялық тазарту әдісі неге негізделген?
2. Ағынды суларды аэротенктерде тазарту әдістерінің жетістіктері.
3. Ағынды суларды аэротенкте және биофильтрде биологиялық тазартудың тиімділігін арттырудың негізгі жолдары.
4. Активті ил дегеніміз не?
5. Ағынды суларды аэротенкте тазартудың технологиялық схемалары.
6. Ультрафилтрация және кері осмос әдістерін ағынды суларды тазартуда қолдануға мысал келтіріңіздер.

### 2.3 Тәжірибелік сабақтардың жоспары

**1-тақырып. Горизонтальды және вертикальды тұндырғыштардың параметрлерін есептеу.**

**Тапсырма 1.** 5-кестеде берілген бастапқы мәндері бойынша горизонтальды тұндырғыштың ұзындығын, енін және ауданын есептеңіздер.

2. Вертикальды тұндырғыштың көлденең кесілген қимасының ауданын, ұлпақ түзілу камерасының ауданын және тұну бөлімінің көлемін анықтаңыздар.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Судағы жүзгін қоспалар мен коагуляцияланған ұлпақтарды бөлу – ауырлық күшінің әсерінен жүреді. Суды тазартуда қолданылатын барлық қазіргі тұндырғыштардың конструкциялары (горизонтальді, тік, радиальды, сөрелі, т. б.) су толассыз болып келеді. Өйткені жүзгіндердің тұнуы, кірісі мен шығысына дейін тоқтамайтын су қозғалысымен жүргізіледі. Сондықтан тұндырғыштардағы су қозғалысының жылдамдығы азырақ болу тиіс, мәселен тік тұндырғыштарда ол ондық үлес мм/с-пен өлшенеді, ал горизонтальды, радиалды және жұқа қабаттыларда бірнеше мм/с.

Тұндырғыштарды жобалағанда өңделетін судағы жүзгіндердің негізгі массасын тұндыру – басты ақсат болып табылады. Тұндырғышта ұсталынатын жүзгіндер пайызы (тұндырғыштың жұмысының нәтижелілігі) мына формуламен анықталады:

$$y = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Мұндағы  $M_1$  - тұндырғышқа түсетін судағы жүзгіндердің құрамы, мг/л;

$M_2$  - тұндырғыштан шығатын ағарған судағы жүзгіндердің құрамы, мг/л. СНиП 2.04.02-84 [7] сәйкес тұндырғыштан шығар кездегі жүзгіндер мөлшері 8-12 мг/л-ден көп болмауы керек.

$M_1$  мөлшері мына формуламен анықталады:

$$M_1 = M_{\text{исх.}} + K \cdot D_k + 0,25 \cdot \text{Ц} + \text{Щ} . \quad (3)$$

Мұндағы  $M_{\text{исх}}$  - тазарту қондырғыларына түсетін бастапқы судағы жүзгіндер құрамы, мг/л;

$D_k$  – сусыз өнімге қайта есептегендегі коагулянт мөлшері, мг/л;

$K$  – коагулянттың салмағын, түзілетін тұнбаның құрғақ зат салмағына аудару коэффициенті. Тазаланған күкірт қышқылды алюминий үшін  $K=0,8$ ; тазаланбаған күкірт қышқылды алюминий үшін  $K=1$ ; күкірт қышқылды темір мен хлорлы темір үшін  $K=0,8$ .

$\text{Ц}$  – судың түсі, град.;

$\text{Щ}$  – активтілігі СаО бойынша 50%-ке тең техникалық әктас құрамындағы ерімеген қоспаларды есептегендегі әктас дозасы ( $D_{\text{әкт}}$ ).

$$\text{Щ} = D_{\text{әкт}} (1-0,5).$$

*Горизонтальды тұндырғыш параметрлерін есептеу*

Горизонтальды тұндырғыш есебі, оның ұзындығы ( $L$ ) мен енін ( $B$ ) анықтаудан құралады.

СНиП [7] сәйкес тұндырғыштың жиынтық ауданы ( $F$ ) мына формуламен анықталады ( $m^2$ ):



$$F = \frac{\alpha \cdot q}{3,6 \cdot U_0} . \quad (4)$$

Мұндағы  $q$  – тұндырғышқа түсетін судың есептелген шығыны, м<sup>3</sup>/сағ;

$U_0$  – тұнатын қоспалардың есептелген жылдамдығы, мм/с;

$\alpha$  - ағын жылдамдығын тік құраушысының жүзгіндік ықпалын есепке алатын коэффициент мына формуламен анықталады:

$$\alpha = \frac{U_0}{U - \frac{v_{cp}}{30}} . \quad (5)$$

Мұндағы  $v_{cp}$  - тұндырғыштағы су қозғалысының орташа горизонтальды жылдамдығы, мм/с,

$$v_{cp} = K \cdot U_0 .$$

Есепке қажетті  $v_{cp}$  коэффициентінің мөлшері – тұндырғыш ұзындығының  $L$  тереңдігіне  $H$  қатысы (бұл қатынас 10-нан кем болмауы керек) арқылы анықталады:

L/H	10	15	20	25
K	7,5	10	12	13,5

Жүзгіндердің тұну жылдамдығының мәні  $U_0$  технологиялық тәжірибелер негізінде тұну процесін модельдеу арқылы тәжірибелік түрде анықталады. Жүзгіндердің тұну жылдамдығының мәндері болмаған кезде, бағдарлық есеп үшін  $v_{cp}$ ,  $U_0$  мен  $\alpha$  коэффициентінің мәндері, өңделетін су сипаттамасына және оның өңделетін тәсіліне сәйкес 2-кестеден алынады.

Тұндырғыш ұзындығы  $L$  (м) мына формуламен анықталады:

$$L = \frac{F}{B \cdot n} . \quad (6)$$

Мұндағы  $B$  – тұндырғыштың ені, 3 ÷ 6 м аралығында алынады.

Бір тұндырғыш ауданы 100 м<sup>2</sup>-тан аспайтындай етіп алынады, сондықтан  $F$  есебінен кейін (4-формуламен) тұндырғыштардың санын  $n$  анықтайды.

Флокулянттар қолдану кезінде  $U_0$  мөлшері 25 ÷ 30% - ке көбейеді.

2-кесте

Бағдарлық мәндер  $v_{cp}$ ,  $U_0$ ,  $\alpha$

Өңделетін су сипаттамасы және өңдеу тәсілі	$U_0$ , мм/с	$v_{cp}$ , мм/с	$\alpha$
– құрамында 250 г/л-ге дейін жүзгін заттар ( $M_1$ ) бар түсті сулар; коагулянтпен өңделінген су	0,3 ÷ 0,45	3 ÷ 6	1,3 ÷ 1,8
– құрамында 250 мг/л-ден көп жүзгін заттары бар лайлы су, коагулянтпен өңделінген су	0,5 ÷ 0,6	4 ÷ 8	1,3 ÷ 2,0
– коагулянтпен өңделінбеген лайлы су	0,12 ÷ 0,15	2 ÷ 3	1,8 ÷ 3,5

Тұндырғыш енін  $B$  (м) мына формуламен анықтайды:

$$B = \frac{q}{3,6 \cdot v_{cp} \cdot H \cdot n} \quad (7)$$

Мұндағы  $H$  – тұндырғыштың тұну бөлімінің орташа тереңдігі, тазарту станциясының биіктік схемасына байланысты 2,5-3,5 м аралығында алынады.

Горизонтальды тұндырғыштарды өңделетін судың кез келген сапасы әрі өнімділігі тәулігіне 30 мың м<sup>3</sup>-тан кем емес станция үшін қолдану ұсынылады. Ұлпақтардың ыдырауын азайту үшін, тұндырғыш алдында ұлпақ түзілу камерасы орналасады.

Камерада су жоғарыдан төменге қарай қозғалады, бірақ осы кезде оның қозғалыс жылдамдығы азаяды, сол себептен ұлпақтардың негізгі массасы ұлпақ түзілу камерасында тұнып үлгереді.

Ұлпақ түзілу камерасының ұзындығы  $L_{к.х}$  (м) мына формуламен анықталады:

$$L_{к.х} = \frac{q}{3 \cdot H \cdot B} \quad (8)$$

Алайда су онда 20 минуттан кем тұрмау керек деп есептелінеді.

#### *Вертикальды тұндырғыштың параметрлерін есептеу*

Вертикальды тұндырғыш есебі судағы ұлпақ түріндегі қоспаларды бөліп алуға арналған тұндыру бөлімінің көлденең қима аудандарын, сонымен қатар тұну бөлімінің көлемі мен ұлпақ түзілу камерасының керекті ауданын анықтаудан тұрады.

Тұндырғыштың көлденең қимасының жиынтық ауданы, оның ортасында орналасқан тұндыру бөлімі мен ұлпақ түзілу камерасы аудандарынан құралады. Тұндыру бөлімінің ауданы  $F$  (м<sup>2</sup>) мына формуламен анықталады:

$$F = \frac{\beta \cdot q}{3,6 \cdot v_{cp} \cdot n} \quad (9)$$

Мұндағы  $v_{cp}$  – өрлеп келе жатқан ағын жылдамдығы, 0,5÷0,6 мм/с-тан аспауы керек;

$\beta$  – тұндырғыштың көлемін пайдалану коэффициенті, 1,3÷1,5 аралығында қабылданады;

$n$  – тұндырғыштардың саны, дана.

Ұлпақ түзілу камерасының ауданы  $f$  (м<sup>2</sup>) мына формуламен шығарылады:

$$f = \frac{q \cdot t}{60 \cdot H \cdot n} \quad (10)$$

мұндағы,  $t$  – ұлпақ түзілу камерасында судың болу уақыты, мин;

$H$  – камераның биіктігі, м, тұндыру бөлімінің биіктігінен 0,9-ға тең қабылданады.

Тұндырғыштың жалпы ауданы  $F_{жалпы}$  (м<sup>2</sup>) мынаған тең:

$$F_{общ} = F + f \quad (11)$$

Бір тұндырғыштың ауданы 100 м<sup>2</sup>-тан аспау керек, сондықтан бір тұндырғыштың ауданы мынаған тең:

$$F_{отст} = F_{общ} / n .$$

Тұндырғыштың диаметрін D, м, мына формуламен есептейді:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{общ}}{\pi \cdot n}} . \quad (12)$$

Тұндырғыш тұндыру бөлімінің биіктігін 4-5 м аралығында қабылдайды. Сонымен қатар тік тұндырғыш диаметрінің D оның тұну бөлімінің биіктігіне H қатынасы 1,5-тен аспауы керек. Вертикальды тұндырғыштардың тұну бөлімі жантайған қабырғалармен орналастырылады. Тұнбалардың жылжуын қамтамасыз ету үшін, тұну бөлімінің конустық бұрышы 70<sup>0</sup>-тан көбірек болуы керек. Тұндырғыштағы ағарған суды жинау периферийлі және радиалды науалармен іске асады. Тұнба шығару аралығындағы тұндырғыш жұмысының ұзақтығы 8 сағаттан кем болмау керек.

*Тұндырғыштардың тұну бөлімін есептеу*

Горизонтальды және вертикальды тұндырғыштардың тұну бөлімінің көлемі, егер онда тұнбаны толассыз тазалап тұру құрылғылары қарастырылмаған болса, 8-24 сағат аралығында тұнбаны қабылдау мен нығыздауды қамтамасыз ететіндей болуы керек.

Тұндырғыштың тұну бөлігінің көлемі W (м<sup>3</sup>) мына формуламен есептелген шамадан үлкен болуға тиісті:

$$W = \frac{T \cdot q \cdot (M_1 - M_2)}{\delta_{cp}} . \quad (13)$$

мұндағы T – тұнбаның шығарылуына дейінгі жиналу ұзақтығы, 8-ден 24 сағатқа дейінгі аралықта қабылданады;

$\delta_{cp}$  – нығыздалған тұнбадағы жүзгіндердің орташа концентрациясы, мг/л, тұнбаның жиналу уақытына T байланысты 3- кестеден алынады;

q – тұндырғыштағы ағарған судың шығыны, м<sup>3</sup>/сағ.

3-кесте

Нығыздалған тұнбадағы жүзгін заттардың концентрациясы

Судағы жүзгін заттардың құрамы, мг/л	1 сағат уақыт аралығында тұнбаның су астында нығыздалуынан кейінгі тұнбадағы жүзгіндердің концентрациясы $\delta$ (мг/л)						
	2	4	6	8	12	24	24 - тен жоғары
50-ге дейін	5000	5500	6000	6500	7500	10000	15000
50-ден 100-ге дейін	6500	7500	8000	8500	9500	15000	30000
100-ден 400-ге дейін	17000	21000	24000	25000	27000	30000	50000
400-ден 1000-ға дейін	20000	25000	27000	29000	31000	50000	70000
1000-нан 2500-ге дейін	25000	31000	33000	35000	37000	70000	90000

*Нығыздалған тұнбаның мөлшерін есептеу*

Тұндырғыш жұмысының берілген тиімділігінде ұсталған тұнбаның теориялық массасы M<sub>oc</sub> (т/тәулік) мына формуламен есептеледі:

$$M_{oc} = \frac{M_1 \cdot y \cdot K \cdot Q}{10^6} . \quad (14)$$

мұндағы M<sub>oc</sub> – құрғақ тұнбаға есептегенде ұсталған тұнба массасы, т/сут;

$M_1$  - тұндырғышқа түсетін судағы жүзгін заттардың құрамы, мг/л;

$У$  - (0,9÷0,96), 2-формуламен есептелген, тұндырғыш жұмысының салыстырмалы тиімділігі (пайыз үлесінде);

$K$  – 1,2-ге тең коэффициент;

$Q$  – тұндырғышқа түсетін су шығыны, м<sup>3</sup>/тәулік.

Тұндырғыш бірыңғай қалпында жұмыс істегенінде тұнба ылғалдылығының 95%-ке дейінгі азаятындығын ескере отырып, тұнба көлемін  $V_1$  (м<sup>3</sup>/тәулік) мына формуламен есептейміз:

$$V_1 = \frac{100 \cdot M_{oc}}{(100 - P_1) \rho} \quad (15)$$

мұндағы  $P_1$  – тұнбаның тұндырғышта нығыздалғаннан кейінгі ылғалдылығы, 95% деп қабылдаймыз;

$\rho$  – тұнба тығыздығы, 1÷1,8 т/м<sup>3</sup> аралығында таңдаймыз.

Тұндырғышта түзілген  $V_1$  - есептелген тұнба көлемін,  $W$  - тұндырғыштың тұндыру бөлімінің көлемімен салыстыра отырып,  $T$  - тұнбаны жинаудың ұзақтығының мүмкіндігі туралы қорытынды шығаруға болады.

Нығыздалған тұнбаны одан әрі құрғату үшін (ылғалдылығы 95%) дымқылдығын 75% дейін азайтатын вакуум - фильтрлерді қолданады ( $P_2$ ).

Құрғатылған  $V_2$  (м<sup>3</sup>/тәулік) тұнбаның көлемін мына формула бойынша есептейді:

$$V_2 = \frac{V_1(100 - P_1)}{100 - 75} \quad (16)$$

Осы жағдайда  $\phi = V_1 - V_2$ , м<sup>3</sup>/тәулік мөлшерінде фильтрат түзіледі.

Тапсырма: Жоғарыда келтірілген формулалардың негізінде төмендегі бастапқы мәндермен (5-кесте) сипатталатын суды тазартуға қажетті горизонтальды және вертикальды тұндырғыштардың параметрлерін есептеңіздер.

5-кесте

Тұндырғыштардың параметрлерін есептеуге арналған тапсырмалар:

Су сапасының көрсеткіштері	Есептердің варианттары			
	1	2	3	4
1. Судың шығыны, М <sup>3</sup> /тәулік	35000	100000	60000	40000
2. Бастапқы судағы жүзгіндердің концентрациясы	250,0	40,0	150,0	60,0
3. Судың түсі, град	50	80	40	30
4. Коагулянттың дозасы, мг/л	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 80,0	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 60,0	FeCl <sub>3</sub> 40,0	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 25,0
5. Әк сүтінің дозасы (50%), мг/л	100,0	80,0	90,0	40,0
6. Флокулянт дозасы ПАА, мг/л	1,5	1,0	1,2	-
7. Бастапқы ортаның рН-ы	7,2	6,5	6,8	7,0

**Әдебиеттер:** қос.16 [14-19].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Тұндырғыштарда жүзгіндерді тұндыру процесі неге негізделген?
2. Қандай жағдайларда горизонтальды, ал қандай жағдайда вертикальды тұндырғыштарды пайдаланған тиімді?

## 2-тақырып. Радиалды тұндырғыштың параметрлерін есептеу

**Тапсырма:** 5-кестеде берілген мәндер бойынша радиалды тұндырғыштың ауданын және диаметрін анықтаңыздар.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Радиалды тұндырғыштарды есептеу – жүзгін заттардың берілген пайызын тұндырғыштың ұстау жағдайына байланысты, оның диаметрін есептеуден тұрады.

Есеп мына формуламен шығарылады:

$$F_{p.o.} = \alpha \frac{q}{3,6 \cdot U_0} + f_{u.z.} \quad (17)$$

мұндағы  $F_{p.o.}$  – радиалды тұндырғыштың жалпы ауданы,  $m^2$ ;

$\alpha$  - вертикалды ағын жылдамдығының жүзгіндердің тұну тиімділігіне әсерін ескеретін коэффициент 0,2-ге тең етіп көрсетіледі;

$q$  – тұндырғыштың өнімділігі,  $m^3/сағ$ ;

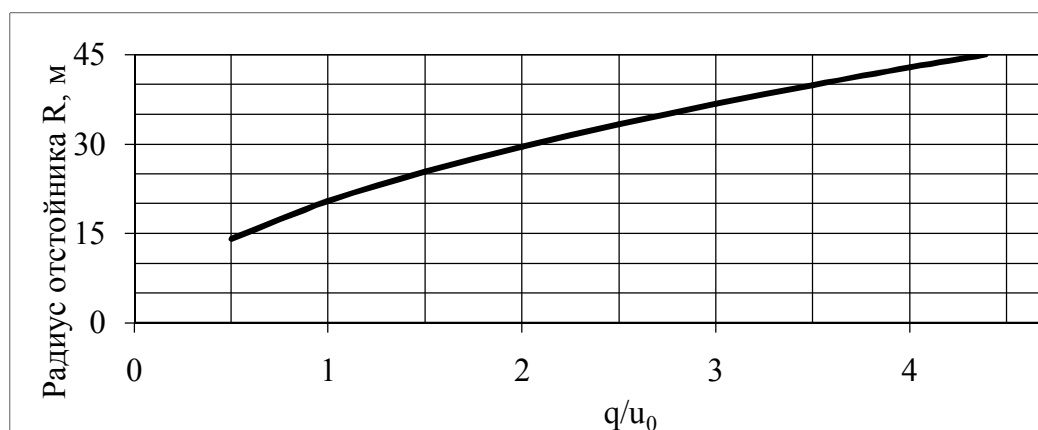
$U_0$  – жүзгіндердің тұнуының есептелген жылдамдығы,  $mm/c$ , 2-кестеден алынады;

$F_{ц.з}$  – орталық аймақтың ауданы, мұнда ағынның жоғары жылдамдығының (турбуленттіліктің) әсерінен жүзгіндер тұнбайды,  $m^2$ .

Тұндырғыштың жалпы ауданын ( $F_{p.o.}$ ) табу үшін радиусі –  $R$  басты шеңбер ауданын, орталық аймақ ауданына қосу керек:

$$F_{p.o.} = \pi R^2 + f_{ц.з} = 0,2 \left( \frac{q}{U_0} \right)^{1,07} + f_{ц.з} \quad (18)$$

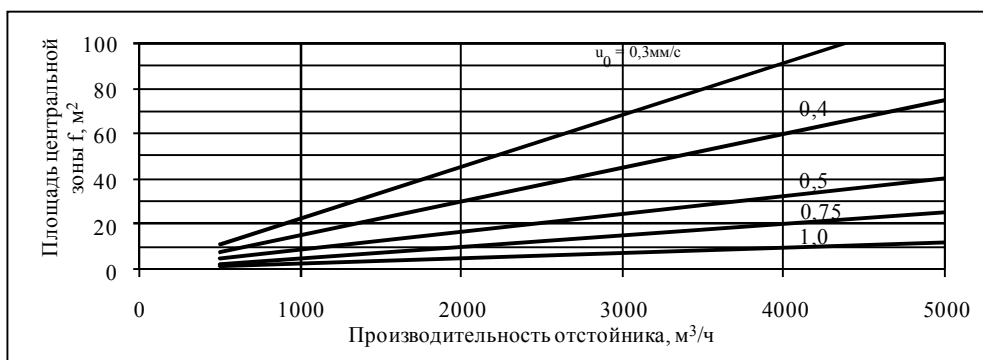
Радиустің жеңілдетіп есептеу үшін, (18)-формулаға сәйкес,  $R$ -дың  $q/U_0$ -ға тәуелділігімен график саламыз, мұнда  $q$   $m^3/c$  – пен, ал  $U_0$  –  $mm/c$ -пен берілген (1-сурет).



$Q$  – тұндырғыштың өнімділігі,  $m^3/сағ$ ;

$u_0$  - жүзгіндердің тұнуының жылдамдығы,  $mm/c$ .

1-сурет. Радиалды тұндырғыштың радиусін анықтауға арналған график



2-сурет. Радиалды тұндырғыштың орталық аймақ ауданын анықтауға арналған график.

Тұндырғыш өнімділігіне және жүзгіндер тұнуының есептелген жылдамдығына тәуелді болатын орталық аймақ ауданының мөлшерін 2-суретте көрсетілген график бойынша анықтауға болады.

Тұндырғыштың есептелген радиусін (жалпы) мына формуламен анықтауға болады:

$$R_{расч} = \sqrt{R^2 + \frac{f_{цз}}{\pi}} \quad (19)$$

(19) формуламен анықталған радиустің мөлшерін 4-кесте бойынша жақын арадағы мөлшерге дейін шеңберлеу керек. Егер кестелік пен есептелген мәндердің арасында біршама айырмашылық болса, тұндырғыштың басқа өнімділігі мен оның басқа санын алып, есепті қайтадан шығару керек.

Радиалды тұндырғыш су бөлістіргіш және су жинағыш құралдармен, сондай-ақ тұндырғыштан түскен жүзгіндерді шығаруға арналған скребкалы (таракты) механизммен жабдықталған. Таракты ферманың айналу жылдамдығын, радиалды тұндырғыштың диаметрін, тереңдігін және түп еңісін, қоюлағыштардың 4-кестеде көрсетілгендей мөлшерлеріне сәйкес қабылдайды.

Қоюлағыштың түбінің еңіс жері  $8^{\circ}$  болады, П –50, П –75, П-100 қоюлағыштарында орталық бөлім еңісі  $8^{\circ}$ , ал периферийде  $5^{\circ}$  болады. П индексі периферийді келтіруді көрсетеді.

Тұндырғыштың биіктігін есептегенде,  $D/h_1=6\div 12$  болатындығы ескеріледі, мұндағы  $D$  – тұндырғыштың диаметрі, м;  $h_1$  – тұндырғыштың конустық бөліміне дейінгі тереңдігі, ол  $3\div 4$  метрге тең.

4- кесте

Қоюлағыштардың өлшемдері мен негізгі параметрлері

Қоюлағышты белгілеу	Негізгі ішкі ерекшеліктер		Таракты ферма айналымының ұзақтығы, мин	Электродвигательдің қуаттылығы, кВт
	диаметр	биіктік		
П – 18	18	3,6	10	2,8
П – 24	24	3,6	12	4,5
П – 30	30	3,6	10	4,5
П – 50	50	4,5	26	7
П – 75	75	6	39	10
П – 100	100	7	52	14

Тұндырғыштың орталығындағы тереңдікті мына формуламен есептейміз:

$$h_2^I = h_2 + i \cdot R, \quad (20)$$

мұндағы  $h_2^I$  – тұндырғыштың ортасындағы тұну бөлімінің тереңдігі, м;

$h_2$  – ішкі қабырғадағы тұндырғыш тереңдігі, 0,3÷0,5 м болады;

$i$  – тұндырғыштың түбінің еңіс жері, 0,05÷0,2.

Тұндырғыштың жалпы тереңдігі былай есептелінеді:

$$H_{\text{общ}} = h_1 + h_2 + h_2^I + h_3. \quad (21)$$

Мұндағы  $h_3$  – құрама айналма жиегінің үстіндегі тұндырғыш бортының жоғарылауы, 0,5 м-ге тең деп алынады.

**Әдебиеттер:** қос.16 [20-22].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Радиальды және вертикальды тұндырғыштардың ұқсастығы мен айырмашылықтары.
2. Радиальды тұндырғыштардың диаметрі қалай анықталады?

### **3-тақырып. Фильтрлеу әдісі.**

**Тапсырма:** Фильтрлердің түрлерімен және жұмыс істеу принциптерімен танысу.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Фильтрлеу – судың сапасын берілген талапқа немесе ГОСТ бойынша ауыз суға қойылатын талапқа жеткізуге мүмкіндік беретін суды тазарту әдістерінің бірі болып табылады.

Әдістің негізі құрамында қоспалары бар суды сұйықты өткізетін және қатты бөлшектерді ұстап қалатын фильтр материалдан өткізеді. Сүзу процесі жүретін су тазалау қондырғыларын – фильтрлер (фильтрлер) деп атайды.

Су тазарту станцияларында көбінесе түйіршіктер салынған фильтрлерді қолданады. Осы фильтрлер бірнеше белгілеріне байланысты былай топтастырылады:

1) сүзу жылдамдығына қарай: 0,1-0,3 м/сағ жылдамдығымен – баяу; 5-12 м/сағ жылдамдығымен – шапшаң; 36-100 м/сағ жылдамдығымен – аса шапшаң;

2) жұмыс істейтін қысымы бойынша: қысымсыз сүзгілер; қысымды сүзгілер;

3) сүзуші материалдың ірілігіне байланысты – ұсақ түйіршіктілер, орташа түйіршіктілер, ірі түйіршіктілер;

4) сүзуші қабаттардың санымен – бір қабатты, екі қабатты, көп қабаттылар.

Сүзуші қабаттар сортталған қатты материалдан жасалынады. Бұрын ірілігі 0,5-тен 2,0 мм-ге дейінгі өзеннің кварц құмы қолданылған. Соңғы жылдары санитарлық талаптарды қанағаттандыратын және қажетті химиялық тұрақтылығы мен механикалық мықтылықтары бар басқа материалдар қолданылады. Олар – ұсақталынған антрацит, ұсақталынған және ұсақталынбаған керамзит, жанартау күйінділер, ұсақталынған шунгизит, домналық күйінділер, пенополистирол, т.б. Судан жүзгіндер мен коллоидты бөлшектердің бөлінуі және олардың фильтрге салынған түйіршіктерге бекітілуі, жабысу күштерінің әсері (адгезия) нәтижесінде болады. Түйіршіктер қабатында

пайда болған тұнбаның құрылымы тұрақсыз. Судың қозғалысы әсерінен пайда болған гидродинамикалық күштердің ықпалынан осы құрылым ыдырап, жабысқан бөлшектердің бір бөлігі түйіршіктерден ұсақ ұлпақ түрінде бөлініп, түйіршіктердің келесі қабаттарына өтеді де, қайтадан ұсталынады. Біраз уақыттан соң фильтрдің түйіршіктерінде тұнба жиналған сайын, бұрын жабысқан бөлшектердің бөліну құбылысы жоғары әсерін тигізе бастайды. Фильтрдің ұзаққа созылған жұмысынан кейін, түйіршік қабатының тұнбамен толуы шегіне жетеді де фильтр су тазартуды тоқтатады. Сондай-ақ, фильтрден шыққанда жүзгіндердің концентрациясы көбейеді.

Берілген дәрежеге дейінгі осы түйіршіктер қабаты арқылы суды тазартуға кететін уақытты фильтрдің қорғаныс әрекет уақыты деп атаймыз. Уақыт әлі бітпеген кезде фильтртен қажетті сапасы бар су тазарып шығады. Қорғаныс әрекетінің ұзақтығы, түйіршіктер қабаты қалыңдығының ұлғаюымен көбейеді де, сүзу жылдамдығының өсуімен азаяды.

Суспензияларды сүзу кезіндегі түйіршіктер қабатында жиналатын тұнба түйіршікті қабаттың ұсақ саңылаулы ортасының геометриялық структурасын өзгертеді. Бұл түйіршектелген қабаттың гидравликалық кедергісін ұлғайтуына және қысымның азаюына әкеліп соғады.

Әдебиеттер: нег.2 [132-179].

#### **Бақылау сұрақтары:**

1. Фильтрлердің жіктелуінің негізгі принциптерін атаңыздар.
2. Қандай фильтрлегіш материалдар қолданылады?
3. Фильтрлер қалай жуылады?

#### **4-тақырып. Тез қысымсыз фильтрлердің параметрлерін есептеу**

**Тапсырма:** 5-кестеде келтірілген шарттар бойынша, суды соңына дейін тазартуға қажетті фильтрлердің параметрлерін және санын есептеңіздер (1-тақырып).

**Әдістемелік ұсыныстар:** Сүзу қабатындағы ( $H_{ф.с.}$ ) қысымның жоғалуын эмпирикалық формуламен есептейміз:

$$H_{ф.с.} = (a + b \cdot w) \cdot H_{ф.}, \quad (1)$$

мұндағы  $H_{ф.с.}$  – фильтр қабатының қалыңдығы, м;

$a, b$  – түйіршіктер қабатының тереңдігіне тұнбаның ену жылдамдығын сипаттайтын параметрлер: размерлері  $0,5 \div 1$  мм болатын түйіршіктер үшін бұл параметрлер  $0,76$  мен  $0,017$ -ге тең, ал размерлері  $1 \div 2$  мм түйіршіктер үшін  $0,85$  және  $0,004$ -ке тең болады;

$w$  – жуатын судың температурасы ең жоғары болған кездегі фильтрді тазарту (жуу) интенсивтілігі,  $л/м^2 \cdot с$ .

Сүзу қабатының тазартылуы сумен төменнен жоғарыға қарай  $5 \div 7$  мин ұзақтықпен, сүзу қабатының ұлғаюын  $30 \div 50\%$  қамтамасыз ететіндей жылдамдықпен жүргізіледі. Осы орайда өтпеген лас заттар сүзу қабатынан жақсы бөлінеді, қалған лас заттар салынған түйіршіктер салмағының  $1 \div 1,5\%$ -нен аспайды. Фильтрлерді арнайы жуғыш сорғыштарымен (насостарымен) немесе фильтрлердің жоғары жағында орналасқан бак арқылы жууға болады.



Барлығы 14-тен асатын фильтрлер үлкен фильтр станцияларында, суды жуғыш сорғыштарымен сүзілген су каналдарынан алады.

Төменгі тарату жүйесінен фильтрге берілетін жуатын судың  $Q_n$  ( $m^3/сағ$ ) мөлшері мына формуламен есептелінеді:

$$Q_n = 3,6 \cdot F \cdot w. \quad (2)$$

мұндағы  $F$  – фильтр ауданы,  $m^2$ ;

$w$  – тазарту жылдамдығы,  $л/м^2 \cdot с$ . Жуудың есептелген жылдамдығы 1-кестеден алынады.

Фильтрдің есептеуі – сүзгілеудің керекті ауданы мен фильтрдің санын анықтаудан және сүзгілеу қабатының қалыңдығы мен түйіршіктердің диаметрін анықтаудан тұрады.

5- кесте

Әр түрлі түйіршікті фильтрлердің жуылу жылдамдығы мен ұзақтығы

Фильтрдің түрі	Түйіршіктердің салыстырмалы кеңейуі, %	Жуудың жылдамдығы, $л/м^2 \cdot с$	Жуудың ұзақтығы, мин
түйіршіктері бар шапшаң сүзгілер, $d_{эқв}$ : - 0,7÷0,8 мм - 0,9÷1,0 мм - 1,1÷1,2 мм	45 30 20	12÷14 14÷16 16÷18	6÷5
Екі қабатты түйіршіктері бар шапшаң фильтрлер	50	13-15	7-8

Фильтрдің жуылу кезінде тоқтап тұру уақыты мен жуатын судың шығынын ескере отырып, фильтрдің керекті қосынды ауданы  $F$  ( $m^2$ ) мына формуламен шығарылады:

$$F = Q / (T \cdot v_p - 3,6 \cdot n \cdot w \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot v_p - n \cdot t_3 \cdot v_p) \quad (3)$$

мұндағы  $Q$  – фильтрдің пайдалы өнімділігі,  $m^3/тәулік$ ;

$T$  – станцияның тәуліктегі жұмыс мерзімі,  $2000 m^3/тәулік$  өнімділігінде, тәулігіне 3 кезекпен жұмыс істеу қолайлы;

$v_p$  – станцияның бірқалыпты жұмысы кезіндегі сүзудің есептелген жылдамдығы, фильтрдің түріне және түйіршіктердің ірілігіне байланысты 6-12  $m/сағ$  арасында алынады;

$N$  – бір тәуліктегі әр фильтрдің жуылу саны, 2÷3 тең;

$W$  – жуудың есептелген жылдамдығы, сүзу қабаты түйіршектерінің үлкендігі мен жуатын судың температурасына байланысты алынады (1-кесте),  $л/м^2 \cdot с$ ;

$t_1$  – фильтрдің жуылу уақыты, сағат;

$t_2$  – жуылған кездегі фильтрдің тоқтап тұру уақыты, әдеттегідей жылдам және екі қабатты фильтрлер үшін 0,33 сағатқа тең;

$t_3$  – бірінші фильтраттың канализацияға құйылу уақыты, сүзілген судың лайлығына байланысты 0,17 ÷ 0,20 сағатқа тең.

Сайып келгенде, 24-формуладағы бөлшектің бөлімінің екінші мүшесі бір тәулікте барлық фильтрлерді жууға кететін судың мөлшерін көрсетеді. Бөлшек

бөлімінің үшінші мүшесі сүзгілердің  $t_2$  уақыт аралығында  $n$  рет жууға тоқтатылу себебінен, фильтрлердің жеткізбей берген барлық суының қосындысын есепке алады; бөлшек бөлімінің соңғы мүшесі,  $t_3$  уақыт аралығында әрбір жуылғаннан кейін фильтраттың канализацияға төгілу себебінен фильтрлердің қаншалықты жеткізбей берген суының қосынды мөлшерін ескереді.

Фильтрлердің қосынды ауданының осы табылған мәні ( $F$ ) арқылы барлық фильтрлердің қажетті санын ( $N$ ) келесі формуламен анықтайды:

$$N = \frac{1}{\alpha \cdot F^{0.5}} = \frac{\sqrt{F}}{2} . \quad (4)$$

мұндағы  $\alpha$ -ның мәнін шапшаң және екі қабатты фильтрлер үшін 2-ге тең деп алады. Өнімділігі 3000 м<sup>3</sup>/тәулікке дейінгі фильтрлер кешендері үшін ең аз дегенде 2 фильтр, ал 3000 м<sup>3</sup>/тәуліктен көп фильтрлер кешендеріне ең аз дегенде 3 фильтр орнатылады.

Фильтрлеу станциясының жұмысын жақсарту үшін, суды алдын ала коагуляция әдісін қолданып тазартып және тұндыру қажет, яғни фильтрлеу – суды тазартудың ең соңғы сатысы болып табылады.

Фильтрлеудің есептелген жылдамдығының шамасын 2-кестеден алуға болады. Бұл кестеде құрамында жүзгін заттардың жалпы мөлшері 15 мг/л аспайтындай суды алдын ала коагуляция жасап, тұндырған кезде әртүрлі фильтрлердің фильтрлеу қабатының қалыңдығы мен түйіршіктер мөлшерін таңдап алуға ұсыныстар берілген.

2-кесте

Ұсынылатын сүзу жылдамдықтары

Сүзгі түрі	Салынған түйіршіктердің эквивалентті диаметрі, $d_{эқв}$ мм	Біртектілік емес коэффициенті	Түйіршіктер қабатының биіктігі, мм	Сүзудің есептелген жылдамдығы $V_p$ , м/сағ
Шапшаң сүзгі	A	2,0÷2,2	700	10
	A	1,8÷2,0	1200÷1300	
	A	1,5÷1,7	1800-2000	
Екі қабатты шапшаң	0,8		400÷500	10
	1,1		400÷500	10

Қондырғының бірқалыпты жұмыс істеп тұрған кезінде анықталған сүзгілеудің есептелген жылдамдығы  $V_p$  бойынша 3-формула арқылы станция сүзгілерінің жалпы ауданын есептейді. Содан кейін 4-формула арқылы қондырғыдағы сүзгілер санын анықтап, бір сүзгінің істемей, жөндеуге тоқтап тұрған кезіндегі сүзу жылдамдығын қайта есептеп, тексеру жүргізеді.

Сүзудің есептелген жылдамдығын  $V_\phi$  станция жылдамдату режимінде жұмыс істегенде, мына формуламен табуға болады:

$$V_\phi = V_p \frac{N}{N - N_1}, \quad (5)$$

мұндағы  $N$  – станциядағы фильтрлер саны;

$N_1$  – жөндеу барысында тоқтап тұрған фильтрлердің саны.

Станцияда фильтрлер саны 20-ға дейін болса, тек қана бір фильтрді жөндеуге тоқтатуға болады, ал 20-дан аса фильтрлер болса, бір уақытта 2 фильтрді жөндеуге тоқтатуға болады. Станция жылдамдату режимінде жұмыс істегенде, сүзудің есептелген жылдамдығы, 6-кестеде көрсетілген мөлшерлерден аспау керек.

Станцияда фильтрлер аз мөлшерде болғанда (5-тен аз), жылдамдату режиміндегі сүзу жылдамдығы рұқсат етілген мөлшерден асуы мүмкін сияқты. Мұндай жағдайда, фильтрлердің берілген саны  $N$  және сүзудің шектеулі жылдамдығымен жылдамдату режимінде  $V_{\phi}$  төмендетілген есептеу жылдамдығын  $V_p$  табады, сонымен қайтадан станцияның фильтрлерінің керекті ауданын табады:

$$V'_{p} = V_{\phi} \frac{N - N_1}{N}, \quad (6)$$

**Әдебиеттер:** қос.16 [22-26].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Фильтрлеу станциясының жұмысын жақсарту үшін қандай шаралар қолданылады?
2. Фильтрлердің қандай параметрлері есептеледі?

**5-тақырып. Су объектілеріне ағынды сулармен ластаушы заттардың шектелген рұқсат етілген төгілімін (ШРТ) есептеу әдістері.**

**Тапсырма:** Жобаланған кәсіпорынның ағынды суларын орталықтандырылған шаруашылық ауыз сумен қамтамасыз етуге қолданылатын елді мекенге жақын орналасқан өзенге төгу ұйғарылған. Ағынды судағы ластаушы заттар үшін ШРТ есептеңіздер.

- Төгілетін ағынды судың көлемі  $q = 0,2 \text{ м}^3/\text{сек} = 0,720 \text{ м}^3/\text{сағ}$ , ағынды судың құрамы төмендегідей:

- жүзгін заттардың мөлшері  $65 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;

- құрғақ қалдық бойынша минералдық құрамы –  $360 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , оның ішінде:

- хлоридтер –  $220 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;
- сульфаттар –  $300 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;
- ОБҚ<sub>толық</sub> –  $80 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;
- қорғасын –  $2,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;
- бензол –  $1,7 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ;
- нитрохлорбензол –  $0,3 \text{ мг}/\text{дм}^3$ .

**Әдістемелік ұсыныстар:** Жалпы жағдайда ағынды суларды су қоймасына төгу шарттарына санитарлық талаптар мен оны тазартудың керекті дәрежесінің арасындағы байланыс келесі формуламен өрнектеледі:

$$C_1 * q + C_2 * a * Q < (a * Q + q) * C_3,$$

мұндағы  $C_1$  – зиянды заттың ағынды судағы концентрациясы, ол рұқсат етілген шектеуден аспау керек;

$C_2$  – сол заттың концентрациясы, су қоймасының қарастырылған ағынның төгілінуінен жоғары орналасқан жердегі суында (фондық

концентрация);  $C_3$  – зиянды заттың су қоймасындағы шектелген рұқсат етілген көлемі (бақылау нүктесінде);  $a$  – араласу коэффициенті, ол бақылау нүктесінде су қоймасының суының ағынды сумен қанша бөлігі араласатындығын көрсетеді;  $Q$  – су қоймасындағы судың шығыны,  $m^3/c$ ;  $q$  – ағынды судың шығыны  $m^3/c$ .

Жоғарыда келтірілген өрнектен зиянды заттың ағынды суды тазартқаннан кейінгі концентрациясын есептеп алуға болады:

$$C_1 = \frac{\alpha \cdot Q}{q}(C_3 - C_2) + C_3,$$

Егер  $C_1 \leq ШРТ$ , онда су қоймасының санитарлық жағдайының болжамы қолайлы, кері жағдайда арнайы шаралар қолдану керек, ол ағынды суды тазалау қажет болады (немесе көлемін азайту керек). Тазалау дәрежесі және технологиялық және санитарлы-техникалық шаралардың сипаты  $C_1$  және  $ШРТ$  дәрежелерінің үйлесімімен анықталады.

Ластаушы заттың ағынды судағы рұқсат етілген концентрациясы  $C_{ШРТ}$  мына өрнекпен анықталады, онда  $C_1 \leq ШПК$ .

$$C_{ШРТ} = \frac{\alpha \cdot Q}{q}(C_{ШПК} - C_2) + C_{ШПК},$$

$C_{ШРТ} \leq ШПК$  болса, нормативтік қажеттік су объектісінің соңғы нүктесіне емес, ағынды судың өзіне есептелу керек. Бұл жағдайда тазарту ғимраттарын жасамауға болады. Сонымен,  $C_{ШРТ}$  нормативтері ластануды азайтуға шараларды жобалаудың негізі ретінде алынады. Егер фондық концентрация  $C_2 \geq ШПК$  болса, онда ағынды суды су қоймасына төгуге болмайды.

Ластаушы заттың су объектісіндегі шектелген рұқсат етілген төгілім ( $ШРТ$ ) – белгілі көлемдегі ағынды судың төгілуі, ол су объектісіндегі сумен араласқанда соңғы нүктедегі ластағыш заттың  $ШПК$ -на сәйкес болады. Өзендердің бақылау нүктелеріндегі судың құрамы мен қасиеті мына нормаларға сәйкес келуі, төмендегіше орналасуы керек:

- Шаруашылық ауыз-су және мәдени-тұрмыс мақсатына қолданылатын су қоймасы жақындағы су қоймасынан 1000м жоғары орналасуы қажет;
- Балық шаруашылығы су қоймаларында, ағынды су шығатын жерден 500м қашықтықта орналасуы жөн;
- Ақпайтын су қоймаларында (көлдерде) бақылау зонасы су пайдалану пунктiнен 1000м радиуста нормативке сәйкес келуі керек.

$ШРТ$ -ді мына формула арқылы есептейді:

$$ШРТ = C_{ШРТ} * q$$

**Әдебиеттер:** қос.7 [418-429].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ағынды судың су қоймасына төгуге қандай санитарлық талаптар қойылады?
2. ШРТ нормативтеріне анықтама беріңіздер, ол не үшін есептелінеді?

3. Ағынды суларды қажетті тазарту дәрежесі қандай негізгі көрсеткіштерге сүйеніп есептеледі?

4. Бақылау нүктесі деген не, су пайдалану түріне байланысты бақылау нүктелеріндегі судың құрамы мен қасиеттеріне қойылатын талаптар.

### **6-тақырып. Сүзу алаңдарына ағынды сулармен ластаушы заттарды төгудің шектелеген рұқсат етілген төгілімін (ШРТ) есептеу әдісі**

**Тапсырма:** Механикалық тазалаудан кейін ауылдың ағынды суы сүзу алаңдарына төгіледі. Келесі көрсеткіштерге сүйеніп сүзу алаңдарына төгілген ағынды судағы ластаушы заттың шектелген рұқсат етілген төгілімін анықтау керек:

Ағынды су көлемі 1 жылда 150000 м<sup>3</sup>/жыл, максимальді сағаттық шығыны 25 м<sup>3</sup>/жыл, атмосфералық жауын-шашынның орта жылдық қабаты 350 мм, ашық сулы беттің жылдық булануы 720 мм. Су горизонтының қуаты 5 м, сулы қабаттың саңылаулығы 0,70; сулы жыныстардың фильтрация коэффициенті (К) 0,5 м/тәулік; жер асты суының табиғи ағынының еңістігі градиенті – 0,015.

Сүзу алаңдарына эксплуатация уақыты 15 жыл, сүзу алаңдарының өлшемдері (S = 2500 м<sup>2</sup>, R= 250м) , сүзу алаңдарына картасында су тереңдігі 0,15 м , сүзу алаңдарының түбінен бастағанда, грунттық судың тереңдігі – 3м .

Бақылау скважинасының суының пробасының лабораториялық анализдерінің нәтижесінде жер асты суларындағы нормаланатын заттардың келесі фондық концентрациялары анықталды (мг/л) :

мұнай өнімдері – 0,05; сульфаттар – 100,0; хлоридтер – 300,0; СПАВ – 3,0; БПК– 3,0; ХПК– 30,0; минерализация – 1500,0.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Сүзу алаңдарына – жердегі арнайы жасалған ғимараттар, оларға түскен ағынды сулардағы ластағыш заттарды тазалауға арналған. Ағынды сулар қалалық тазалау қондырғыларында механикалық және биологиялық тазартылғаннан кейін ғана фильтрация өрісіне жіберіледі .

Фильтрация барысында келесі процестер жүзеге асады:

- Атмосфералық ауамен және топырақ капиллярларындағы ауамен контакт нәтижесінде, органикалық және басқа да ластаушы заттардың тотығуы;
- топырақтағы және сүзу алаңдарындағы грунттағы әр түрлі микроорганизмдер арқылы ластаушы заттардың ыдырауы;
- ластаушы заттардың сүзу алаңдарына түскен ағынды сулар фильтренетін грунтпен сорбциялануы;
- фильтрленген ағынды сулардың жер асты суларымен сұйылуы.

Сүзу алаңдарына жіберілетін ағынды сулардағы ластаушы заттар үшін ШРТ есептегенде, фильтрленген судың жер асты суымен араласуын ескергенде, әр ластаушы заттың концентрациясы  $C_{шрт}$  , жер асты су горизонтындағы ластаушы заттардың фондық концентрациясынан аспау керек.

$$C_{шрт} = n * C_2 ,$$

мұндағы n- фильтрленген судың жер асты суларымен сұйылу еселігі;

$C_2$  - ластаушы заттың фондық концентрациясы, ол бақылау скважинасынан анықталады. Скважина ағу куполынан алыс жерде орналасады.

Ағу куполының радиусы келесі өрнекпен анықталады :

$$R = \frac{4 * K * (H + h) * \frac{H + h}{2} + m}{Q} * P ,$$

мұндағы R – ағу куполының радиусы, м;

K – фильтрация коэффициенті, м/тәулік;

H – сүзу алаңдарының астынан бастағанда, грунттық сулардың бастапқы тереңдігі (аймақтық мониторинг мәндері), м;

h – фильтрация өрісіндегі судың тереңдігі, м;

m – су горизонтының қуаты, м;

P – фильтрация өрісінің периметрі, м ;

Q – фильтрация өрісіне түсетін ағынды судың шығыны, м/тәулік.

Сұйылту еселігі мына формула арқылы анықталады:

$$n = \frac{m * p * S * \frac{1}{T} + L * m * p * \left(\frac{S}{3.14}\right)^{0.5} * X + V_f}{V_f},$$

$V_f$  – фильтрациялық су шығынының есептелген шамасы, м<sup>3</sup>/ж ;

L – фильтрленген ағынды сулар жер асты суымен араласқаннан кейін, сулы горизонттың қуатын ескеретін өлшемсіз коэффициент;

m – сулы горизонттың қуаты, м;

p – сулы қабаттың саңылаулылығы, өлшемсіз коэффициент;

S – фильтрация өрісінің ауданы, м<sup>2</sup>;

T – есептеу уақыты, соңында фильтрация өрісінің астындағы жер асты суларында ластаушы заттардың концентрациясы рұқсат етілген мөлшерден аспауы тиіс уақыт, жылдар;

X – бір жыл ішінде жер асты суының өткен ұзындығы:

$$X = 365 * K * I_e ,$$

мұндағы K – фильтрация коэффициенті, м/т;

$I_e$  – жер асты суының табиғи ағынының еңістігі градиенті, өлшемсіз көрсеткіш.

Фильтрация суының шығынының шамасы ( $V_f$ ) ретінде фильтрация өрісіне жыл бойы түсетін ағынды су көлемі ( $V_{жыл}$ ) алынады. Фильтрация өрісіне түсетін орта жылдық атмосфералық жауын-шашын ( $V_A$ ) қосылады, ал буланатын ылғал мөлшері ( $V_1$ ) алынады:

$$V_f = V_{жыл} + V_A - A_1$$

Фильтрленген су мен жер асты суының араласуы су горизонтының барлық қуатымен (m) жүреді деп есептеледі , егер ол 20м-ден аспаса, яғни қуат коэффициенті (L) 1-ге тең, су горизонтының қуатына 20-40м (L=0,8) болса – 80%-ке , 70%-ке егер су горизонтының қуаты 40м (L=0,7).

Сүзу алаңдарының астындағы жер асты суларында ластаушы заттардың концентрациясының өсу уақыты:

$$T = t_3 + 5$$

Ағынды су төгілуі тоқтаған кезде грунт суларының ағу куполының периоды 5 жыл болады деп болжамдалады.

ШРТ көрсеткіші мына формуламен есептелінеді:

$$\text{ШРТ} = C_{\text{ШРТ}} * q$$

мұндағы  $q$  — ағынды судың максимальді сағаттық шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ .

**Әдебиеттер:** қос.26.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ағынды судың фильтрация өрісіне төгуге қандай санитарлық талаптар қойылады?

2. Ағынды суларды су қоймаларына, сүзу алаңдарына төгу үшін ШРТ нормативін есептегенде, қандай параметрлерді білу қажет?

**7-тақырып. Су объектілеріндегі араласуды есептеу.**

**Тапсырма:** Су қоймасының бақылау нүктесіндегі сумен (жақын орналасқан елдімекеннен 1 км жоғары орналасқан) ағынды судың араластыру және сұйылту дәрежесін анықтау.

Төменде берілген мәндер бойынша ағынды суды су қоймасында араластыру және сұйылту дәрежесін анықтаңыздар:

- гидрометеослужбаның мәліметтері бойынша 95% қамтамасыз ететін жылдағы су қоймасындағы ең аз орта айлық су шығыны  $Q = 21 \text{ м}^3/\text{сек}$ ;
- бақылау нүктесінің қасындағы өзен ағысының орташа жылдамдығы  $v_{\text{cp}} = 0,35 \text{ м/сек}$ ;
- бақылау нүктесінің қасындағы өзеннің орташа тереңдігі  $H_{\text{cp}} = 1,4 \text{ м}$ ;
- ағынды судың төгілетін жерінен бақылау нүктесіне дейінгі фарватер (ағыс бойынша) қашықтық  $L = 12000 \text{ м}$ ;
- ағынды судың төгілетін жерінен бақылау нүктесіне дейінгі тіке (шеткі бақылау нүктелерінің центрі бойынша) қашықтық  $L = 11000 \text{ м}$ ;
- ағынды судың шығыны орташа сағаттық шығын бойынша қабылданады:  $q = 0,778 \text{ м}^3/\text{сек}$ ;
- су қоймасындағы ағынды суды төккенге дейінгі жүзгін заттардың мөлшері  $C_{\text{ф}} = 23 \text{ г/м}^3$ ;
- ағынды судағы жүзгін заттардың мөлшері:  $C_{\text{общ}} = 23 \text{ г/м}^3$ .

Су қоймасы су пайдаланудың 1-түрінің шаруашылық ауыз-су категориясына жатады.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Ағынды судың рұқсат етілген құрамын есептегенде сұйылту еселігі деген көрсеткіш жиі қолданылады. Ағынды сулардың араласуы – ағынды сулардың төгілетін су қоймасының суымен араласуы нәтижесінде, су қоймасындағы қоспалардың концентрацияларының азаю процесі.

Ақпайтын су қоймалары үшін сұйылту еселігі келесі формуламен өрнектеледі:

$$n = \frac{(C_1 - C_4)}{(C_3 - C_4)}$$

мұндағы  $C_4$  – ағынды суды төкпей тұрғандағы ақпайтын су қоймасындағы зиянды заттың концентрациясы .

Ағатын су қоймаларында сұйылту еселігі мына формула арқылы есептелінеді:

$$n = \frac{(\alpha * Q + q)}{q}$$

**Әдебиеттер:** қос.7[427-429], 15 [4-7].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Су қоймасындағы бақылау нүктесі қай жерде орналастырылады?
2. Араластыру дәрежесі қалай анықталады?
3. Сұйылту еселігі қалай анықталады?

**8-тақырып. Ағынды суларды қажетті тазарту дәрежесін анықтау.**

**Тапсырма.** 1. Ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін жүзгін заттардың құрамы бойынша анықтау.

Су қоймасындағы ағынды судың араластыру және сұйылу дәрежесін анықтау, және есептеу нүктесіндегі жүзгіндер мөлшері бойынша керекті тазалау дәрежесін төмендегі берілген мәндер бойынша есептеу керек (су пайдалану пунктiнен ағын бойынша 1 км жоғары).

Өзеннің бақылау (есептеу) нүктесіндегі орта айлық су шығыны (95%- тік қамтамасыз етілген)  $Q = 30 \text{ м}^3/\text{с}$ . Ағынды су төгілетін жерден есептеу нүктесіне дейінгі өзен участогындағы ағынның орта жылдамдығы  $0,64 \text{ м}^3/\text{с}$ -қа тен. Тереңдігі  $H = 1,2 \text{ м}$ . Жағалауға ағынды судың төгілуі ( $q = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ) жобаланып жатыр. Ағынды суды төгу жерінен фарватер бойынша есептеу нүктесіне дейін  $3,5 \text{ км}$ . Су қоймасындағы ағынды суды төкпей тұрғандағы судағы жүзгіндер мөлшері  $C_{\phi} = 25 \text{ мг/л}$ , ал ағынды суда –  $B_{\text{жалпы}} = 235 \text{ мг/л}$ . Су қоймасы шаруашылық-ауыз су категориясына жатады. Ағынды суды төккеннен кейінгі рұқсат етілген жүзгіндер мөлшерінің өсуі  $P = 0,25 \text{ мг/л}$ .

2. Су қоймасының суындағы еріген оттегінің мөлшері бойынша ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін анықтау.

3. Ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін су қоймасы мен ағынды судың қоспасындағы ОБҚ мөлшері бойынша анықтау.

Ағынды судың су қоймасына төккендегі рұқсат етілген ОБҚ<sub>толық</sub> ( $L_1$ ) табу, су қоймасын ОБҚ<sub>толық</sub> бойынша керекті тазалау дәрежесін анықтау :

Ағынды судың шығыны  $q = 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$ , су қоймасы суының шығыны  $Q = 25 \text{ м}^3/\text{с}$ , өзеннің орташа ағу жылдамдығы  $V = 0,66 \text{ м/с}$  өзеннің орташа тереңдігі  $H = 1,8 \text{ м}$ . Жағалауға ағынды судың төгілуі жобаланып жатыр. Ағынды суды төгу жерінен фарватер бойынша есептеу нүктесіне дейін  $3,5 \text{ км}$ , ағынды судың оттекті тұтыну жылдамдығының константасы  $k_1 = 0,16$ , ал өзен суында  $k_2 = 0,11$ . Тазаланбаған ағынды судың ОБҚ<sub>толық</sub> ( $L_4$ ) =  $400 \text{ мг/л}$ . Ал өзен суында ОБҚ<sub>толық</sub> ( $L_2$ ) =  $1,9 \text{ мг/л}$ .

4. Ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін зиянды заттардың құрамы бойынша анықтау.



5. Су қоймасына төгу алдында ағынды сулардың рұқсат етілген температурасын есептеу.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Су тазарту қондырғыларын жобалағанда және ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін анықтағанда су қоймаларының өзін-өзі тазарту қабілетін ескеру қажет.

Су қоймаларына төгілетін ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін төмендегі көрсеткіштер бойынша анықтайды: жүзгін заттардың мөлшері, еріген оттегін тұтыну мөлшері, су қоймасы мен ағынды судың қоспасындағы рұқсат етілген ОБҚ мөлшері, судың рН ортасының өзгеруі, сондай-ақ улы заттардың және басқа да қауіпті заттардың шектелген рұқсат етілген концентрациялары.

*Жүзгіндер мөлшері бойынша ағынды суды тазартудың қажетті дәрежесін есептеу.* Су қоймасына төгілген ағынды судағы жүзгіндердің шектелген рұқсат етілген мөлшері ( $m, \text{г/м}^3$ ) келесі формуламен есептелінеді:

$$m = P \left( \frac{\alpha * q}{q} + 1 \right) + b,$$

мұндағы  $a$  – араластыру коэффициенті;

$P$  – ағынды суды төккеннен кейінгі санитарлық нормаға сәйкес жүзгіндер санының өсуі ( $\text{г/м}^3$ );

$Q$  – 95% қамтамасыз етілген су қоймасындағы ең кіші орта айлық су шығыны ( $\text{м}^3/\text{с}$ );  $q$  – ағынды судың шығыны ( $\text{м}^3/\text{с}$ );  $b$  – ағынды суды төгер алдындағы су қоймасындағы жүзгіндер құрамы ( $\text{г/м}^3$ ). Жүзгіндердің қажетті тазалау дәрежесі (%) мына формула арқылы есептейді:

$$D = \left( \frac{C - m}{C} \right) * 100,$$

мұндағы  $C$  – жүзгіндердің тазалауға дейінгі мөлшері,  $\text{мг/л}$ .

*Ағынды судың ОБҚ<sub>толық</sub> бойынша қажетті тазарту дәрежесін есептеу.*

Есептеу кезінде ағынды судың өздігінен биохимиялық процесс арқылы тазаруы, және ағынды судың су қоймасындағы сумен араласуы есептелінеді. Ағынды судың су қоймасына төгердегі рұқсат етілген ОБҚ<sub>толық</sub> ( $L_1$ ) – ді келесі формула арқылы таба аламыз:

$$L_1 = \frac{\alpha * Q}{q * 10^{-k_1 * t}} (L_3 - L_2 * 10^{-k * t}) + \frac{L_3}{10^{-k_1 * t}},$$

мұндағы  $a$  – араласу коэффициенті;  $Q$  – су қоймасындағы су шығыны,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $q$  – ағынды судың шығыны ( $\text{м}^3/\text{с}$ );  $k_1, k_2$  – ағынды және өзен суларының оттекті тұтынуының жылдамдық константалары;  $L_3$  – есептеу нүктесіндегі ағынды және өзен суының шектелген рұқсат етілген ОБҚ<sub>толық</sub> (ауыз–су және мәдени–тұрмыстық су қоймалары үшін бұл көрсеткіш 3 және 6  $\text{мг/л}$  тең деп алынады);  $L_2$  – өзен суындағы ағынды су төгілетін жердің алдындағы ОБҚ<sub>толық</sub>,  $\text{мг/л}$ ;  $t$  – ағынды су төгілетін жерден бастап есептеу нүктесіне дейінгі араласу уақыты.

Тазалаудың (%) керекті дәрежесін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$D = \frac{L_4 - L_1}{L_4} * 100,$$

мұндағы  $L_4$  – тазалауға түскен ағынды судың  $ОБК_{толық}$ .

**Әдебиеттер:** қос.15 [7-12].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Су қоймаларына төгілетін ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесі қандай көрсеткіштер бойынша есептеледі?
2. Су қоймалары «Жер үсті суларын ағынды сулармен ластанудан қорғау ережелері» бойынша қандай категорияларға жіктеледі?
3. Ағынды судың құрамындағы зиянды және улы заттар қалай нормаланады?

### **9-тақырып. Флотатор қондырғыларын есептеу.**

**Тапсырма:** 1. Төменде берілген мәндер бойынша пневматикалық флотация қондырғысын есептеңіздер, су шығыны  $400 \text{ м}^3/\text{сағ}$ , флотация уақыты 15 мин, аэрация коэффициенті  $K_{аэр.} = 0,25$ .

2. Ет комбинатының ағынды суларын тазарту үшін төменде берілген мәндерді пайдаланып электрофлотациялық қондырғыны есептеңіздер, су шығыны  $120 \text{ м}^3/\text{сағ}$ , электродтар ретінде алюминий пластиналары қолданылады.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Флотацияның әр түрлі әдістерінің қондырғылардың конструкциялары және сұйық фаза мен сұйықтың бетіне қалқып шыққан фазаны бөлу әдістері бойынша айырмашылықтары бар.

Напорлы флотация ластаушы заттардың мөлшері  $4-5 \text{ мг/л}$  асатын ағынды суларды тазартуға мүмкіндік беретіндіктен, қолданылу облысы кең.

Флотациялық камераның ауданын камераның  $1 \text{ м}^2$  бетіне түсетін  $6 - 10 \text{ м}^3/\text{сағ}$  гидравликалық жүктемеге байланысты қабылдайды. Флотация уақыты  $20 - 30$  мин құрайды.

Шығыны  $100 \text{ м}^3/\text{сағ}$  дейін жететін ағынды суларды өңдеуге қолданылатын флотаторларды жобалаған кезде тереңдігі  $1 - 1,5 \text{ м}$  болатын тік бұрышты камераларды қабылдайды. Су шығыны  $100 \text{ м}^3/\text{сағ}$  артық болғанда тереңдігі  $3 \text{ м}$  кем емес радиальды флотаторларды қабылдайды. Флотация зонасының тереңдігі  $1,5 \text{ м}$  кем емес етіп қабылданады, ал ондағы судың болу ұзақтығы -  $5$  мин кем емес; тұндыру зонасының тереңдігі -  $1,5 \text{ м}$  кем емес, осы жерде судың болу ұзақтығы -  $15$  мин.

Пневматикалық флотация қондырғылары ағынды судың құрамында жылжымалы механизмдерге (насосстарға, импеллерлерге және т.б.) агрессивті болып келетін еріген қоспалар болғанда қолданылады. Флотатор қондырғысына ауа ауа таратқыш құбырлардың орналасқан арнайы тетіктер арқылы беріледі. Тетік саңылауларының диаметрі  $1 - 1,2 \text{ мм}$ ; жұмыс қысымы  $0,3 - 0,5 \text{ мПа}$ ; тетіктерден судың шығу жылдамдығы  $100 - 200 \text{ м/сек}$ ; флотатордың тереңдігі  $3 - 4 \text{ м}$ .

Флотаторлық камераны тік бұрышты квадрат түрінде қабылдаймыз.

Квадраттың қабырғаларының ұзындығы:  $l = 6 \cdot d_u$ , ( $d_u = 0,2-0,75 \text{ м}$  – импеллердің диаметрі).

$d_u = 0,5$  м деп қабылдаймыз, сонда  $l = 6 \cdot 0,5 = 3$  м.

**Әдебиеттер:** қос.20 [18-23].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Флотация әдісінің жіктелуі.
2. Пневматикалық флотацияны ағынды суларды қандай қоспалардан тазарту үшін қолданады?
3. Электрофлотациялық тазарту әдісі неге негізделген?
4. Ағынды судың құрамындағы металдарды бөліп алу үшін сіздің ұсынысыңыз?

### **10-тақырып. Ион алмастырғыш қондырғылардың параметрлерін есептеу.**

**Тапсырма:** Әдістемелік ұсыныстарға (13) сәйкес, ион алмасу әдісі арқылы айналмалы суды тазартудың жобасын жасау. Берілген су мөлшері  $400 \text{ м}^3/\text{сағ}$  ( $9600 \text{ м}^3/\text{т}$ ). Айналмалы су сапасының көрсеткіштері 2-кестеде, ал айналмалы суды тазартқаннан кейінгі қажетті сапасы 3-кестеде келтірілген.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Айналмалы суды тұзсыздандыру үшін катионитті және анионитті фильтрлерді қарастырамыз. Ион алмастыру қондырғысының есебі ион алмастырғыш шайырлардың қажетті көлемін (катионитті және анионитті), фильтрлердің регенерация санын, фильтрлердің регенерациясына реагент шығынын анықтаудан тұрады. Анықтамалық материалдар арқылы ион алмастырғыш фильтрлердің түрі таңдап алынады.

Ион алмасу әдісі ЖЭЦ-ке су дайындау процесінде кең қолданылады (қақты болдырмау үшін, бу қазандары мен су құбырларының жұмыс істеуін ұзарту үшін); су айналымы жүйесінде (су құбырларын балдырлар басып кетуімен күресу мақсатымен). Ион алмасу ағынды суларды әртүрлі тұздардың, металдардың (мырыш, мыс, хром, никель, кадмий, сынап, ванадий, марганец және т.б.) қоспаларынан тазарту үшін де қолданылады. Әртүрлі бағалы қоспаларды селективті бөліп алу үшін (алтын, сирек металдар) және де фосфордың, мышьяқтың улы қосылыстарын, цианды қосылыстарды, радиоактивті заттарды бөлу үшін қолданылады.

**Әдебиеттер:** қос.13 [21-26].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ион алмасудың мәні неде?
2. Ион алмастырғыш ретінде қандай материалдар қолданылады, иониттің сапасы қандай көрсеткіштермен сипатталады?
3. Ион алмасу процестерінің негізгі қолданылу облыстары.
4. Декарбонизация процесі деген не?

### **11-тақырып. Гальваника цехінің ағынды суларын залалсыздандыру үшін ион алмастырғыш қондырғыны есептеу.**

**Тапсырма:** Механикалық тазалаудан өткен гальваникалық цехтің ағынды суларын залалсыздандыру үшін ион алмастыру қондырғысын есептеу.

Берілгені:

- ағынды судың иондық құрамы 9 және 10-кестеде келтірілген (1 және 2 варианттарына сәйкес);

- қондырғыға түсетін ағынды су шығыны сәйкесінше 1000 және 1400 м<sup>3</sup>/т ;
- қондырғыға ағынды су біркелкілі түседі .

**Әдістемелік ұсыныстар:** Өндірістік ағынды суларды ион алмасу әдісімен тазарту судың құрамындағы бағалы қоспаларды (хром, мырыш, қорғасын, мыс, сынап және басқа да металдарды), беттік активті заттарды және радиоактивті заттарды бөліп алуға, одан кейін тазартылған суды технологиялық процестерде немесе айналмалы сумен жабдықтау жүйесінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Гальваника цехының ағынды суларын тазарту схемасын жасау үшін, екі сатылы ион алмастырғыш қондырғыны таңдап аламыз, бірінші саты ретінде күшті қышқылды катионит КУ-2 толтырылған Н<sup>+</sup>-катионит фильтрі таңдап алынады. ал екінші сатысы ретінде – әлсіз негізді анионит АН-18 толтырылған анионит фильтрі алынады.

Катиониттің көлемі төмендегі формула бойынша анықталады:

$$V_k = K_{с.н} \cdot Q_{полн} \cdot [K] / (n_{фц} \cdot E_{раб.к}),$$

мұндағы  $K_{с.н} = 1,1 - 1,35$  – қондырғының өз қажеттеріне пайдаланылатын судың шығыны;

$Q_{полн}$  – залалсыздандырылған судың пайдалы көлемі, м<sup>3</sup>/тәулік;

$n_{фц}$  – 1 тәуліктегі фильтрлеу циклінің саны;

$E_{раб.к}$  – катиониттің жұмыстық алмастыру сиымдылығы, г-экв/м<sup>3</sup>.

$$E_{раб.к} = K_{э.р} \cdot K_{обм} \cdot E_{полн} - 0,5q \cdot [K],$$

мұндағы  $K_{э.р}$  - регенерацияның тиімділігінің коэффициенті (5-кесте);

$K_{обм} = 0,8 - 0,9$  катиониттің алмастыру қабылетінің төмендеуін ескеру коэффициенті;  $E_{полн}$  – катиониттің толық алмастыру сиымдылығы, КУ-2 катиониті үшін – 800 г-экв/м<sup>3</sup>;

$q$  – 1 м<sup>3</sup> Н-катионитін жуу үшін қажетті мөлдірленген судың меншікті шығыны, 4 – 6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Катионит қабатының биіктігі  $H_k = 2,5$  м деп қабылданады, катионит фильтрінің жалпы ауданы төмендегі формуламен анықталады:

$$F_k = V_k / H_k.$$

Фильтрлеу жылдамдығын анықтау:

$$V_k = Q / (24F_k).$$

Ион алмастырғыш қондырғының екінші сатысы ретінде әлсіз негізді анионитті анионит фильтрі АН-18 қабылданады. Фильтрлеудің есептелген жылдамдығын анықтау қажет, одан соң анионит фильтрлерінің жалпы ауданы анықталады:

$$F_A = Q / (n_{рег} \cdot T \cdot V_a).$$

Катиониттердің регенерациясы 8% күкірт қышқылының ерітіндісімен, ал аниониттердің регенерациясы 5% сілті ерітіндісімен жүргізіледі.

**Әдебиеттер:** қос.13 [34-36].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ағынды суларды ион алмасу әдісімен тазарту үшін қандай қондырғылар қолданылады?

2. Катионит және анионит фильтрлерінің регенерациясы қалай жүргізіледі?

### 12-тақырып. Материалдық балансты есептеу.

**Тапсырма:** 1. Екі сатылы суды жұмсартатын қондырғының технологиялық схемасын және материалдық балансын құрастыру керек.

Бірінші сатыда минералдығы 980 мг/л 25 л/с су беріледі. Осы сатыдан кейінгі фильтраттың көлемі 16,2 л/с, тұздардың концентрациясы 60 мг/л. Бірінші сатыдан соң рассол  $X_1$  тұздылықпен ағып шығып, қондырғының екінші сатысына беріледі. Екінші сатыдағы фильтрат 5,9 л/с, тұздардың концентрациясы 120 мг/л, рассол 2,9 л/с, концентрациясы  $X_2$ .

$X_2$  мен  $X_2$  мәндерін табу қажет.

2. Металлургия заводының ағынды суларын нейтралдау процесінің технологиялық схемасын жасау және материалдық балансын есептеу керек, берілгені:

- ағынды су шығыны  $Q = 315 \text{ м}^3/\text{т}$  ;
  - ағынды су құрамындағы күкірт қышқылы  $A = 12 \text{ кг}/\text{м}^3$  ;
  - темір сульфатының құрамы  $C_1 = 10 \text{ кг}/\text{м}^3$  , мырыш сульфатының құрамы  $C_2 = 8 \text{ кг}/\text{м}^3$  ;
  - жауын шашын суы, ағынды су көлемінің 25%-ін құрайды ;
  - ылғалдылық 86%  $\text{кг}/\text{м}^3$  ;
- ағынның нейтралдау құрылғысына түсуі периодты түрде жүреді.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Материалдық балансты есептеу үшін келесі берілгендерді қолдану керек:

- тазарту қондырғыларының өнімділігі, яғни тазарту қондырғыларына түскен ағынды судың ағыны;
- ағынды судың сапалық және сандық құрамы (бейорганикалық және органикалық қосылыстар, тұздық құрам, жүзгіндер) ;
- ағынды суды коагуляциялық тазарту әдісінде қажетті реагенттердің мөлшері.

Материалдық балансты есептеу алдында ағынды судың құрамы бойынша барлық берілген мәндерді талдап, су тазартудың технологиясын тандап алу және оны негіздеу керек, одан соң тандап алынған технологиялық схеманың материалдық балансын есептеу қажет.

Есептеу барысында баланстың шығыс және кіріс бөліктері ескеріледі. Тазартуға қажетті материалдардың шығыны (кіріс) тазаланбаған ағынды су, қосылатын реагенттер). Әр операциядан кейін материалдардың кірісі (тазартылған су, қалдықтар (тұнбалар), қайтарылған сулар және материалдар). Технологиялық схеманың материалдық балансы әр операцияның материалдық баланстарының қосындысынан тұрады.

**Әдебиеттер:** қос.21 [9-11].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Суды тұзсыздандырудың технологиялық схемасы қалай жасалады?

2. Әлсіз минералданған суларды тұзсыздандыру үшін сіздің ұсыныстарыңыз?

**13-тақырып. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының ағынды суларын тазартудың технологиялық схемасының материалдық балансын есептеу.**

**Тапсырма:** 1. Мұнай өңдеу зауытының ағынды суды тазалау технологиясының материалдық балансын есептеу. Берілгені: тазалау құрылғыларына түсетін ағынды судың шығыны  $Q = 11243,309 \text{ м}^3/\text{тәулік}$ , мұнай өнімдерінің құрамы –  $8000 \text{ мг/л}$ ; жүзгіндер мөлшері –  $400 \text{ мг/л}$ ,  $t = 35^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 8,2$ .

**Әдістемелік ұсыныстар:** Материалдық балансты есептеу алдында мұнай өңдеу зауытының ағынды суларының құрамы бойынша барлық берілген мәндерді талдап, су тазартудың технологиясын таңдап алу және оны негіздеу керек, одан соң таңдап алынған технологиялық схеманың материалдық балансын есептеу қажет. Технологиялық схема бойынша ағынды су алдымен механикалық тазартудан өтуге тиісті, одан соң мұнай өнімдерінен мұнай ұстағышта тазартылады және биологиялық әдіспен тазартылады.

Есептеу барысында баланстың шығыс және кіріс бөліктері ескеріледі. Тазартуға қажетті материалдардың шығыны (кіріс) тазаланбаған ағынды су, қосылатын реагенттер). Әр операциядан кейін материалдардың кірісі (тазартылған су, қалдықтар (тұнбалар), қайтарылған сулар және материалдар). Технологиялық схеманың материалдық балансы әр операцияның материалдық баланстарының қосындысынан тұрады.

**Әдебиеттер:** қос.21 [21-25].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Ағынды суларды тазартудың технологиялық схемасын қалай таңдап алады?
2. Технологиялық схемалардың материалдық балансын есептеу неге негізделген?

**14-тақырып. Қалалық ағынды суларды биологиялық тазарту үшін аэротенктердің параметрлерін есептеу**

**Тапсырма:** Төменде берілген мәндер бойынша қалалық ағынды суларды тазарту үшін аэротенктерді есептеу керек. Берілгені: ағынды су шығыны  $Q = 28000 \text{ м}^3/\text{т}$ ; ағынды судың есептелген шығыны  $q = 1720 \text{ м}^3/\text{с}$ ; түсетін ағынды судың БҚК<sub>толық</sub>  $L_a = 140 \text{ мг/л}$ ; тазалаудан өткен ағынды судың БҚК<sub>толық</sub>  $L_t = 15 \text{ мг/л}$ ; жаз айы үшін ағынды судың орта айлық температурасы  $T_{\text{орта}} = 21^\circ\text{C}$ . Есепті шығару үшін регенерациясыз араластырғыш-аэротенктерді қолдану керек.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Аэротенктерді толық және толық емес биологиялық тазалауда қолданады. Ол үлкен резервуар түрінде болады, онда ағынды сумен активті ил қоспасы ауамен қанығып, араласады. Ағынды сулар механикалық тазалаудан кейін ғана аэротенктерге жіберіледі. Жүзгіндердің концентрациясы  $150 \text{ мг/л}$  аспау керек, ал ОБҚ<sub>толық</sub> рұқсат етілген мөлшері аэротенктің типіне байланысты.

Биологиялық тотығу процесі қалапты жүруі үшін аэротенкке үнемі тығыздалған ауа беріп отыру жөн. Ол пневматикалық және механикалық аэрация жүйесі көмегімен жүзеге асады.

Аэротенктер бір сатылы және екі сатылы, активті илдің регенерациясымен және регенерациясыз болуы мүмкін. Егер ағынды судың ОБҚ<sub>толық</sub> 150 мг/л ден аспаса, онда бір сатылы регенерациясыз аэротенктер, ал егер 150 мг/л ден көп болса, регенерациялы аэротенктер қолданылады. Екі сатылы аэротенктер өте ластанған, концентрациясы жоғары ағынды суларды тазалау үшін қолданылады.

Тазартылатын ағынды су ағыны қозғалысының структурасына, қайтымды илге қарап аэротенктерді былай деп бөледі:

- ығыстырғыш аэротенктер - олар ағынды суды және қайтарылған активті илді аэротенктің бір бүйірінен беріп, екінші бүйірінен шығарады;

- араластырғыш аэротенктер - онда ағынды суды және активті илді бір қалыпты ұзын коридордың бойымен өткізеді.

ОБҚ<sub>толық</sub> мөлшері 300 мл/л дейін болса, ығыстырғыш аэротенктерін, ал егер 1000 мл/л төмен болса араластырғыш аэротенктерін қолданамыз.

Аэротенктердің параметрлерін есептеу қондырғының өлшемдері мен сиымдылығын анықтаудан, қажетті ауа көлемін және артық активті илді анықтаудан тұрады. Аэротенктердің сиымдылығын ағынды судың максимальді ағыны кезінде, аэрация периодында ағынды судың орта сағаттық түсуі арқылы анықтайды. Араластырғыш-аэротенктердің аэрация уақытының ұзақтығын мына формула арқылы анықтаймыз:

$$t = \frac{L_a - L_t}{\alpha(1-S)\rho},$$

мұндағы  $L_a$  – аэротенкке түсетін ағынды судың ОБҚ<sub>толық</sub> (ағынды су механикалық тазалаудан өткенде тұндырғышта ОБҚ төмендейді), мг/л;

$L_t$  – тазалаудан өткен ағынды судың ОБҚ<sub>толық</sub>, мг/л;

$\alpha$  – ил дозасы, г/л (регенерациясыз араластырғыш-аэротенктерде  $\alpha = 3$  г/л, регенерациямен  $\alpha = 2-4,5$  г/л);

$S$  – ил қалдығы (зольность) (қалалық ағынды сулары үшін  $S = 0,3$ );

$\rho$  – тотығудың максимальды жылдамдығы:

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_t * C}{L_t * C + K_L * C + K_o * L_t} \left( \frac{1}{1 + \varphi * \alpha} \right),$$

мұндағы  $\rho_{\max}$  – тотығудың максимальды жылдамдығы, мг/г\*с;

$C$  – еріген оттектің концентрациясы, мг/л;

$K_L$  – органикалық ластаушы заттардың қасиетін сипаттайтын константа, мг БҚК<sub>толық</sub>/л;

$K_o$  – оттектің әсерін сипаттайтын константа, мг  $O_2$ /л;

$\varphi$  – активті ил өнімдерінің ыдырауының ингибирлену коэффициенті, л/г.

Қалалық және оған құрамы ұқсас өндірістік ағынды сулар үшін  $\rho_{\max} = 85$  мг ОБҚ<sub>толық</sub>/(г/с);  $K_L = 33$  мг ОБҚ<sub>толық</sub>/(г/с);  $K_o = 0,625$  мг  $O_2$ /л;  $\varphi = 0,07$  л/г. Ағынды судың басқа түрлері 40-ші кестеде келтірілген (СНиП 2,04,03-85).

Регенерациялы араластырғыш-аэротенктерді есептегенде илдің дозасын регенератордағы дозаға тең етіп аламыз.

Ығыстырғыш-аэротенктерде аэрация уақыты былай есептелінеді:

$$t = \frac{1 + \varphi * \alpha}{\rho_{\max} * C * \alpha(1 - S)} \left[ (C + K_o)(L_a - L_t) + K_L * C * L_n \frac{L_a}{L_t} \right] * K_n,$$

мұндағы  $K_n$  – горизонтальді араласудың әсерін ескертетін коэффициент (толық биологиялық тазарту кезінде),  $L_t=15$  мг/л,  $K_n=1,5$  дейін;  $L_t > 30$  мг/л болғанда –  $K_n=1,25$ ).

Ығыстырғыш аэротенктерінде активті илдің мөлшері регенерациясыз 3-5 г/л, ал регенерациямен 2-4,5 г/л деп алынады.

Коридордың ұзындығы мен енінің қатынасы 30:1 болғанда, аэротенктің ығыстыру режимі қамтамасыз етіледі.

**Әдебиеттер:** қос.19 [28-31,23-26].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Аэротенктерге анықтама беріп олардың не үшін керек екендігін түсіндіріңдер ?
2. Аэротенктерде ағынды су қалай тазалынады ?
3. Аэротенктердің негізгі түрлері және олардың қолдану ерекшеліктері қандай ?

**15-тақырып. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының ағынды суларын тазартатын аэротенкті есептеу.**

**Тапсырма:** Жоғарыда келтірілген формулаларды қолданып төменде берілген есепті шығару керек және шығару жолын толық түсіндіру қажет. Мұнай өңдейтін заводтың екінші системасының ағынды суларын тазарту үшін аэротенктің көлемін есептеу. Берілгені: ағынды су шығыны  $Q= 20000\text{м}^3/\text{т}$ ; ағынды судың есептелген шығыны  $q= 1000\text{м}^3/\text{с}$ ; түсетін ағынды судың БҚК<sub>толық</sub>  $L_a=370$  мг/л; тазалаудан өткен ағынды судың БҚК<sub>толық</sub>  $L_t=15$  мг/л.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Есепті шығару үшін ағынды суларды биологиялық тазартудың екі сатылы технологиялық схемасы қабылданады (бірінші саты – регенерациямен араластырғыш-аэротенктер қабылданады, екінші саты ретінде регенерациясыз ығыстырғыш-аэротенктерді аламыз). Аэротенкті есептеу 14-тақырыпқа берілген формулалар бойынша жүргізіледі.

**Әдебиеттер:** қос.19 [26-28].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Биологиялық тоғандардың аэротенктерден қандай айырмашылығы бар?
2. Аэротенктің есебі қандай параметрлерді қамтиды?

**2.4 Лабораториялық сабақтардың тақырыптары, мазмұны және сағат бойынша көлемі:**

**1-тақырып:** Су сапасының физикалық көрсеткіштерін анықтау.



**Тапсырма:** Лабораториялық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік ұсыныстарға сәйкес (18), табиғи су сапасының негізгі физикалық көрсеткіштерін (температурасын, иісін, дәмін, түсін, лайлығын және мөлдірлігін) анықтау әдістерімен танысу керек. Әдістемелік ұсыныстарда келтірілген су сапасын анықтаудың әдістемесін қолданып, берілген судың физикалық параметрлерін тәжірибе арқылы зерттеу керек. Алынған нәтижелерді табиғи және ауыз суға арналған стандартпен салыстырыңыздар (25, 26, 27). Зерттелінген табиғи судың сапасы жөнінде қорытынды жасау керек (зерттелінетін су жер үсті су қоймасынан алынғаны дұрыс).

**Әдістемелік ұсыныстар:** Табиғи судың сапасының көрсеткіштерін анықтау үшін, әр түрлі жыл мезгілінің берілген су көзіне тән периодтарында физикалық, химиялық, бактериялогиялық, биологиялық және технологиялық анализдерді жасайды.

Физикалық көрсеткіштерге температура, түсі, иісі, дәмі (тек қана ауыз су үшін), мөлдірлігі, лайлығы сияқты маңызды көрсеткіштер жатады.

Табиғи судың сапасы толық анализден кейін белгілі болады.

Тапсырманы орындау үшін алдын ала су сапасының көрсеткіштерін анықтау әдістемелерімен, табиғи және ауыз су сапасына нормативтік документтермен танысу қажет.

Әдебиеттер: нег.1 [14-38], 2 [9-30], 3[18-48], 5 [17-48] , 4 [7-13], қос. 9 [5-45] , 25 [1-15], 26 [1-10] , 27 [1-12] .

**Бақылау сұрақтары:**

1. Су сапасын қандай физикалық көрсеткіштер анықтайды?
2. Су сапасының иіс дәм көрсеткіштері қалай бағаланады?
3. Табиғи және ағынды сулардың құрамындағы жүзгін заттардың мөлшерін анықтаудың негізгі әдістері.
4. Ауыз су сапасын қандай көрсеткіштер сипаттайды?

**2-тақырып:** Су сапасының химиялық көрсеткіштерін анықтау.

**Тапсырма:** Лабораториялық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік ұсыныстарға сәйкес (18), табиғи су сапасының негізгі химиялық көрсеткіштерін (рН, судың қышқылдығын, сілтілігін, қаттылығын, негізгі аниондардың мөлшерін) тәжірибе арқылы зерттеу керек. Лабораториялық жұмысты орындағанда алынған нәтижелерді кестеге енгізіңіз.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Тапсырманы орындау үшін алдын ала су сапасының көрсеткіштерін анықтау әдістемелерімен, табиғи және ауыз су сапасына нормативтік документтермен танысу қажет.

Химиялық факторларға рН сутек иондарының концентрациясы, суда еріген газдардың құрамы (оттегі, көмір қышқылы, күкіртті сутек, азот, метан), құрамында азоты бар қосылыстар (аммоний иондары, нитриттер, нитратті аниондар). Бұл көрсеткіштерден басқа, темірдің және марганецтің, фосфор, кремний, фтор, йод қосылыстарының, улы және радиоактивті заттардың құрамы анықталады.

Табиғи судың сапасы толық анализден кейін белгілі болады. Судың тұзды құрамын дұрыс анықталғандығын негізгі катиондардың қосындысының

(натрий, калий, кальций және магний) аниондардың қосындысына (хлоридтер, сульфаттар, бикарбонаттар және силикаттар) тендігін тексеру арқылы білеуге болады.

Кейбір химиялық көрсеткіштерді белгілі бір белгілері бойынша топтастырып, су сапасының технологиялық көрсеткіштерін аламыз. Оларға мына көрсеткіштер жатады: жалпы қаттылық, карбонатты және карбонатты емес қаттылық; жалпы сілтілігі және бөлек формалары, мысалы, гидраттық, карбонаттық, бикарбонаттық. Технологиялық көрсеткіштерге тотығу (перманганаттық және бихроматтық); құрғақ қалдық; күйдірілген қалдық; тұздардың жалпы құрамы (катиондар мен аниондардың қосындысы).

**Әдебиеттер:** нег.1 [14-38], 2 [9-30], 3[18-48], 5 [17-48], 4 [7-13], қос. 9 [5-45], 25 [1-15], 26 [1-10], 27 [1-12].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Зерттелетін судың құрғақ қалдығы деген не? Құрғақ қалдықты анықтау жолдары?

2. Судың қышқылдығы қалай анықталады? Еркін және жалпы қышқылдықты анықтау жолдары.

3. Судың сілтілігі қалай анықталады? Еркін және жалпы сілтілікті анықтау жолдары.

4. Табиғи сулардың құрамында болатын негізгі аниондарды атаңыздар.

5. Карбонаттық және жалпы қаттылыққа анықтама беріңіз. Оларды анықтау әдістері неге негізделген?

6. Судың рН қандай әдістермен анықталады?

7. Судың буферлігі деген не?

**3-тақырып: Суды реагентті коагуляция және флокуляция әдістерімен тазарту (коагулянт және флокулянттың оптимальді мөлшерін анықтау).**

**Тапсырма:** Оқытушы зерттеуге берген суды тазартудың лабораториялық жұмысының орындау әдістемесімен танысу. Сынақты коагуляция әдісі арқылы, тазартылатын суды ең жақсы ағартатын коагулянт және флокулянттың оптимальды дозасын анықтау. Алдын ала тәжірибе арқылы, бастапқы судағы жүзгіндердің мөлшерін анықтау қажет (тазарту алдында), соңынан тазартылған судағы жүзгіндердің құрамын табу керек. Суды ағарту дәрежесін ( $y$ , % байынша) формула арқылы анықтайды.

$$y = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100\%$$

мұндағы,  $C_0$  – бастапқы судағы жүзгіндердің мөлшері, г/л;

$C_1$  – тазартылған судағы жүзгіндердің мөлшері, г/л.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Әр түрлі технологиялық процесте қатты және сұйық фазаларды бөліп алу керек. Суды жүзгіндерден тазарту кезінде, сондай-ақ суспензияларда фазаларды бөлу кезінде де бөлшектердің тазмерлерінің кішкентайлығымен және жүйелердің агрегаттық тұрақтылығының жоғары болуымен байланысты, қиындықтар болады. Осы процестердің интенсификациясы коагулянттар мен флокулянттардың және әсіресе олардың

қоспаларының әсерінен, бөлшектердің агрегаттарға іріленуі арқылы жүзеге асады.

Бөлшектердің агрегациясына әкелетін төменгі молекулалы бейорганикалық электролиттер коагулянттар деп аталады, мысалы, заряды үлкен алюминий, темір, титан, т.б. катиондардың тұздары. Коагулянттардың маңызы олар гидрофобты коллоидты жүйелерді түзе алатындығында, олар коагуляция кезінде ластанған судың бөлшектерін өзіне сорбциялайтын, ұлпақтар түзеді.

Адсорбцияланған немесе химиялық байланысқан полимердің макромолекулаларының бірнеше бөлшектерінің бірігуі арқылы агрегаттар түзілуіне көмектесетін органикалық және бейорганикалық жоғары молекулалы қосылыстар флокулянттарға жатады. Флокулянттар негізгі үш топқа бөлінеді: бейорганикалық полимерлер, табиғи жоғары молекулалы заттар, синтетикалық органикалық полимерлер. Синтетикалық флокулянттардың арасында кең тараған полиакриламид (ПАА), оны акриламидтің су ертіндісін полимеризациялау арқылы аламыз.

*Лабораториялық жұмыстың мақсаты* суды жүзгіндерден коагулянттар (алюминий сульфаты) және флокулянттардың (полиакриламид ПАА) көмегімен тазалаудың реагенттік әдісімен және флокулянт полиакриламидтің оптимальді мөлшерін анықтау. Бұл әдіс флокуляцияланған жүзгін заттар тұнғаннан кейін, оптикалық тығыздығын өлшеу арқылы судың лайлығын (мөлдірлігін) анықтауға негізделген.

Тәжірибені жүзгіндері бар табиғи өзен суында жүргізіледі. Флокулянттің оптимальді мөлшері «сынақты коагуляциялау» әдісі бойынша жүргізіледі. Осы әдіс бойынша бірнеше шыны стаканға зерттелінеті судың белгілі мөлшерін құйып (100 мл-ден), флокулянт ертіндісінің әр түрлі мөлшерлері қосылады, қажет болса, суды сілтілендіруге арналған реагент қосылады (мысалы, известь сүті). Стакандардың ішіндегіні 30-40 секундтай интенсивті түрде, сосын шыны таяқшамен 2 минут жәй араластырамыз. Жәй араластыру ұлпақ түзілуін қамтамасыз етеді. Содан кейін стакандарды 20-30 минутқа қойып қояды да, ұлпақ түзілу процесін бақылайды. 15 минуттан кейін жақсы ұлпақ түзілетін, 20-30 минуттан кейін олар тұнбаға жақсы түсетін коагулянттың мөлшері оптимальді болып саналады.

Лабораториялық жұмысты орындау барысында екі тәжірибені қатар жүргізуге болады және суды жүзгіндерден тазалаудың тиімділігі мен реагенттің оптимальді мөлшерін анықтағанда алынған мәндерді салыстыруға болады.

*Тәжірибенің бірінші бөлімінде* суға тек қана 0,02% флокулянт (ПАА) ертіндісін белгілі мөлшерде – 0,25-тен 2,0 мг/л-ге дейін (0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0). Флокулянт ертіндісін қосқаннан кейін стакан ішіндегі ертіндіні араластырамыз (жоғарыда көрсетілгендей) тұндырғаннан кейін мөлдірленген судан проба аламыз да, оптикалық тығыздығын және ертіндінің жарық өткізгіштігінің пайызын көк жарық фильтрінде (СФ – 400нм) 20мм-лік кюветада өлшейміз. Графиктің негізінде ертіндінің максималды жарық өткізгіштігі байқалынатын, яғни ең кіші оптикалық тығыздық және зерттелінетін судың ең жақсы тазартылуы байқалатын, ПАА-тің ең кіші мөлшері таңдап алынады.

Тәжірибенің екінші бөлімінде әр такандағы зерттелінетін суға алдын ала коагулянттың бірдей мөлшері қосылады (10 мг/л 1%-тік алюминий сульфатының ертіндісі). Араластырғаннан кейін (30 сек аралығында), пробаларға флокулянттың ПАА (бірінші зерттеу жұмысында сияқты) белгілі мөлшерін қосамыз (тәжірибенің бірінші бөліміндегідей). Тұндырудан кейін мөлдірленген судың оптикалық тығыздығын және жарық өткізгіштігінің пайызын өлшейміз. Тәжірибенің екі бөлімінен алынған нәтижелерді салыстыру негізінде, алюминий сульфаты коагулянттың енгізудің тиімділігі туралы қортынды жасау керек.

*ПАА флокулянтінің мөлшерін есептеу.*

Берілген 0,1%-тік ПАА ертіндісінен араластыру әдісімен 0,02%-тік, құрамы 0,2 г/л немесе 0,2 мг/мл жұмыс ертіндісін дайындау керек. Зерттелінетін суға мысалы, 0,25 мг/л ПАА мөлшерін енгізу үшін, осы мөлшердің көлемі пропорция құру арқылы есептелінеді:

$$\begin{array}{l} 0,2 \text{ мг} \quad - \quad 1 \text{ мл} \\ 0,25 \text{ мг} \quad - \quad x \text{ мл} \end{array} \quad x = 0,25 * 1 / 0,2 = 1,25 \text{ мл}$$

Осылайша, 1 л суға 1,25 мл ПАА, ал 100 мл суға , сәйкесінше, 0,13 мл 0,02 % ПАА қосу керек.

Осылай флокулянттың барлық мөлшерлері есептелінеді. Есептелу нәтижелері кестеде келтірілген:

№	ПАА мөлшері, мг/л	ПАА көлемі, мл/л	ПАА көлемі, л/100мл
1	0,25	1,25	0,13
2	0,50	2,50	0,25
3	1,00	5,00	0,50
4	1,50	7,50	0,75
5	2,00	10,0	1,00

*Алюминий сульфаты  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  реагентінің дозасын есептеу*

Коагулянт дозасын алюминийдің құрғақ сульфатына есептейді, бастапқы ертіндіні - 0,1% құрғақ зат бойынша дайындайды, құрамы 1 г/л немесе 1 мг/мл болып табылады. Мысалы, зерттелетін суға дозасы 10 мг/л болатын реагент қосу қажет болса, дозаның көлемін төмендегі пропорция бойынша анықтайды:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ мг} \quad - \quad 1 \text{ мл} \\ 10 \text{ мг} \quad - \quad x \text{ мл} \end{array} \quad x = 10 * 1 / 1 = 10 \text{ мл}$$

Сонымен, 1 л суға 0,1% , 10 мл алюминий сульфатын қосу қажет, ал 100 мл суға осыған сәйкес 1 мл коагулянт қосылады.

**Әдебиеттер:** нег.1[59-101, 4[18-25], 2[54-70], қос. 12[22-27], 9[105-133].

Бақылау сұрақтары:

1. Коагуляция процесі деген не?
2. Коагулянттың оптимальды дозасы деген не?
3. Коагуляция тиімділігі қандай факторларға байланысты?
4. Коагулянттар ретінде қандай заттар қолданылады?
5. Флокулянттардың әсер ету принципі неге негізделген?
6. Сұйықты ағарту дәрежесі қалай анықталады?

**4-тақырып: Фильтрлену көрсеткішін, фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын анықтау.**

**Тапсырма:** 1. Фильтрлену көрсеткішін және фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын тәжірибе арқылы анықтап, нәтижелерін төмендегі кестеге енгізіңіз.

Фильтрдің жұмыс істеу ұзақтығы	Судың лайлығы, мг/л	Фильтрленген судың көлемі, мл	Фильтрдің биіктігі және диаметрі, мм	Ескерту

2. Фильтрленген судың көлемінің және лайлылығының фильтрлеу уақытына тәуелділігін графигін тұрғызыңыздар.

3. Эксперименттің нәтижесі бойынша фильтрлеу циклінің ұзақтығы мен фильтрлеу қабатының биіктігінің дұрыс таңдалғандығы туралы қорытынды жасаңыз.

**Әдістемілік ұсыныстар:** Судың құрамындағы ірі дисперсті қоспаларды реагентті әдіспен, сондай-ақ реагентсіз әдіспен бөліп алуға болады. Суды реагентсіз мөлдірлеу конструкциялары әр түрлі тұндырғыштарда фильтрлеу, флотация әдістері арқылы жүзеге асырылады.

Реагентті әдістер – судың құрамындағы жүзгіндерді толық және тезірек тұндыруға мүмкіндік беретін химиялық қосылыстармен (коагулянттар және флокулянттар) өңдеу болып табылады. Сонымен қатар, биологиялық қоспалармен ластанған суларды да реагенттер (озон, хлор және оның туындылары, ауыр металдардың тұздары) арқылы өңдейді.

Жұмыстың мақсаты – фильтрлеу көрсеткішін және фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын анықтау.

Фильтрлеу көрсеткіші фильтрлеу коэффициенті  $\Phi$  арқылы өрнектеледі, зерттелетін суды және дистилденген суды фильтрдің әр түрлі жүктемелері арқылы фильтрлеу жылдамдығын салыстыруға негізделген.

Бұл үшін зерттелетін судың және дистилденген судың бірдей көлемін жүктемесі кварц құмынан тұратын фильтр арқылы фильтрлейді (фильтрдің жүктемесінің биіктігі – 500мм, фильтрдің диаметрі – 50 мм, құм түйіршіктерінің размері – 1,2 мм). Зерттелетін судың және дистилденген судың фильтрлеу ұзақтығын жазып алу керек, одан соң фильтрлеу коэффициенті  $\Phi$  төменде берілген формула бойынша есептеледі:

$$\Phi = t_{\text{дист.}}/t_{\text{зерт.}}$$

Фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын анықтау үшін фильтрлеуді бастаған кезден бастап фильтраттың лайлығы  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  асып кеткенге (проскок) дейінгі фильтрлеу уақытының ұзақтығын анықтау керек. Осы уақыт фильтрдің қорғаныс әсерінің ұзақтығын сипаттайды  $t_0$ , ал фильтрленген судың көлемі берілген жүктеменің фильтроциклі болып табылады.

**Әдебиеттер:** нег. 5[206-220], қос. 15[37-41].

**Бақылау сұрақтары:**

1. Фильтрдің қорғаныс әсерінің уақыты деген не?
2. Фильтрлену көрсеткіші мен фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын анықтау әдістемесін түсіндіріңіз.
3. Фильтрлеу уақытының ұзақтығы мен судың лайлығының арасында байланыс бар ма?

**5-тақырып: Ағынды суларды биологиялық әдіспен тазарту, тазартқан судың сапасын ОБҚ<sub>5</sub> және ОХҚ көрсеткіштері бойынша бақылау.**

**Тапсырма:** Оқытушының тапсырмасы бойынша активті илдің көмегімен ағынды суды биологиялық тазарту керек. Бастапқы судың негізгі сипаттамаларын анықтаңыздар: рН, ОХҚ, ОБҚ, жүзгін заттардың мөлшерін. Тазарту кезінде судан уақытқа байланысты проба ала отырып, оның негізгі сипаттамаларын анықтаңыздар. Активті илдің концентрациясын және илдік индексті есептеңіздер. Алынған нәтижелердің негізінде ОБҚ, ОХҚ, рН, илдік индекстің уақытқа байланысты өзгеруінің графигін сызыңыздар.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Жұмыстың мақсаты өндірістік ағынды сулардың және активті илдің негізгі сипаттамаларын (ОБҚ, ОХҚ, ил индексі) анықтауға дағдылану. Технологиялық факторлардың (активті илдің концентрациясының, активті илге ОБҚ жүктемесінің, ағынды сулардың құрамының, температураның, рН, ауа шығынының және т.б.) ағынды суларды биологиялық тазарту әдісіне әсерлерін зерттеу.

Биологиялық тазарту әдісі құрамында бейорганикалық және органикалық заттардың үлкен тобы бар ағынды суларды заласыздандырудың болашағы зор әдістерінің бірі.

Ағынды суларды биологиялық тазарту әдісі органикалық заттарды тірі организмдердің қатысуымен ыдыратуға негізделген.

Ағынды суларды тазартудың толық схемасы механикалық және биологиялық тазарту стадияларынан, ағынды суларды заласыздандырудан және алынған тұнбаларды өңдеуден тұрады. Биологиялық әдістің мынадай жетістіктері бар: ағынды сулардан әр түрлі органикалық қосылыстарды бөліп алу мүмкіндігі, аппаратурасы қарапайым, эксплуатациялық шығыны көп емес. Осыған байланысты, тазарту ғимараттарын салуға жоғары капиталдық шығын қажет болса да, ағынды суларды биологиялық тазарту әдісі өндірістік және тұрмыстық шаруашылықта кең қолданыс тауып отыр.

Тазарту тиімділігі органикалық және бейорганикалық заттарды активті ил арқылы утилизация жасаумен жүзеге асырылады.

Активті илдің микроорганизмдері мен қарапайымдарының өздерінің тіршілік барысында, ең күрделі химиялық қосылыстарды (углеводтарды, белоктарды, майларды, ароматты, алифатты, полициклді көмірсутектерді және олардың туындыларын, азот, күкірт қосылыстарын және кейбір металдарды) утилизация жасауға қабілеттері бар.

Күрделі заттардың ыдырауы микроорганизмдердің клеткаларындағы каталикалық активтілігі жоғары катализатор-ферменттер (энзимдер) арқылы жүзеге асады. Ферменттер клетканың мұқтаждығына сәйкес өндіріледі, кейбір ферменттер тек қажеттілік болған кезде ғана өндіріледі (индуцирленген және индуктивті ферменттер).

Организмдердің индуктивті ферменттерінің болуы, оның зат алмасуының жоғары активтілігін қамтамасыз етеді, қоршаған ортаға жоғары биімделу қабілетін қамтамасыз етеді.

Ағынды суды тазартудың маңызды көрсеткіштерінің бірі активті илдің биомассасының өсуі және клеткалардың өсу жылдамдылығы.

Биомасса өсуі биохимиялық ыдырауға ұшырайтын (ОБК) органикалық заттардың мөлшерінің, ағынды сулардың құрамындағы органикалық заттардың жалпы мөлшеріне (ОХҚ) қатынасына байланысты. Бұл қатынастың шамасы үлкен болған сайын, биомассаның өсуі де үлкен, себебі ол ОХҚ мен ОБҚ арқылы бағаланатын органикалық заттардың мөлшерінің айырмашылығына байланысты. Сонымен қатар, биомассаның өсуіне микроорганизмдердің тіршілік жағдайлары да әсер етеді.

Биомассаның өсуін шамамен есептеу үшін төмендегі теңдеуді қолдануға болады:

$$G = K \cdot (OХҚ - OВҚ),$$

Мұндағы  $G$  – аэротенктегі активті ил биомассасының өсуі, толық тазартуға есептелген, мг/кг;

$K$  – пропорционалдық коэффициенті, илдің сапасын сипаттайды (өндірістік ағынды сулар үшін  $K = 0,1 - 0,9$ ).

Биомассаның қосынды өсімін салмақтық әдіспен анықтау ұсынылады. Биологиялық тазарту әдісін лабораториялық жағдайда, екі бағанадан тұратын биототықтырғыштарда жүргізеді. Бірінші бағанада, бағанаға құйылған ағынды судың құрамындағы органикалық заттарды биологиялық тотықтырады. Екінші бағанада активті илдің регенерациясын жүргізеді. Екі бағанаға да ауа беріліп тұрады.

Қондырғыда жұмыс істеу үшін, бағананы тазартылатын сұйықпен толтыру қажет, ауа беретін қондырғыны қосу және ауаның қажетті мөлшерін тағайындау керек. Тазартуды оқытушының тапсырмасына сәйкес жүргізу қажет. Бағананың жұмысын тоқтату үшін, ауа беретін қондырғыны өшіру және ауа беретін тетіктерді жабу қажет.

*Жұмысты орындау тәртібі.* Жұмысты бастар алдында бастапқы судың сипаттамаларын анықтау керек: рН, ОБҚ, ОХҚ, жүзгін заттардың мөлшері және т.б. берілген тапсырмаға сәйкес.

Одан соң суды тазартуға дайындайды: қажетті рН жасау, қоректік заттардың қажетті мөлшерін енгізу, ротаметрдің көмегімен ауаның қажетті

шығынын тағайындау қажет. Қондырғы жұмысының басталған уақытын белгілеп алу керек. Бастапқы суды ОБҚ және ОХҚ бойынша анализ жасайды. Анализ төмендегі әдістеме бойынша жасалады.

Бірінші анализге пробаны, қондырғы жұмысы басталғаннан кейін бір сағаттан соң алады, ОБҚ, ОХҚ, активті илдің (АИ) концентрациясы және илдік индексі бойынша анализ жасайды. Одан әрі әрбір жарты сағат сайын (оқытушымен келісіліп) анализге проба алынып отырады.

1-кесте

Анализдердің нәтижесін төмендегі 1-кестеге толтырыңыздар.

Уақыт	Температура °С	pH	ОХҚ	ОБҚ	Илдік индекс	АИ концентра- циясы, мг/л

Алынған нәтижелердің негізінде ОБҚ, ОХҚ, pH, илдік индекстің уақытқа байланысты өзгеруінің графигін сызыңыздар.

*Активті илдің концентрациясын анықтау әдістемесі.* Алдын ала өлшенген және кептірілген фильтрді, су ағыны насосымен жалғастырылған, Бюхнер май құйғышы (воронка) кигізілген, Бунзен колбасына салады. Фильтрді сумен дымқылдайды, тығыздап насоспен сорады және оған 50 мл зерттелетін сұйықты құяды. Сұйық фильтрленіп болған соң, тұнбаны дистелденген сумен жуады.

Фильтрді тұнбасымен бірге, алдын ала өлшенген бюкске салып, 105<sup>0</sup>С температурада кептіргіш шкафта кептіреді. Бюксті фильтрмен бірге эксикаторда 30 минут бойы салқындатады, одан соң өлшейді.

Ил қоспасындағы активті илдің құрғақ массасын (а, г/л) анықтайды:

$$a = \frac{(B - c) * 1000}{50},$$

Мұндағы, В – фильтрмен және тұнбамен бірге бюкстің массасы, г;

С – бюкстің фильтрмен массасы, г.

*Илдік индексті анықтау.* Әдістің мәні 30 минут аралығында тұндырылғаннан кейін 1 г активті илдің бір литрлік стандартты цилиндрде алатын көлемін анықтау болып табылады.

*Анықтау тәртібі.* Алдындағы әдістемеде алынған нәтижелерді пайдалана отырып, құрамында 0,1 г құрғақ зат болатын активті илдің көлемі ( V, мл) анықталады:

$$V = \frac{100}{a},$$

мұндағы а – активті илдің құрғақ массасы, г/л.

Ил қоспасының алынған көлемін сиымдылығы 100 мл өлшемдік колбаға құйып, әбден араластырғаннан кейін, дистелденген сумен көлемін белгіге дейін толтырады және 30 минутқа қалдырады.

Илдік индексті (I, мл) формула бойынша анықтайды:



$$I = \frac{V}{0.1},$$

мұндағы  $V$  – активті илдің алатын көлемі, мл; 0,1 – құрғақ зат.

Нәтижелерді тұтас мәнге дейін дәлдейді.

**Әдебиеттер:** нег. 3[241-256], 4[83-101], қос. 12[8-21], 19[1-15].

Бақылау сұрақтар:

1. Ағынды сулардың анықтамасы және ағынды суларды тазартудың негізгі әдістері.
2. Тазартудың, залалсыздандырудың және қауіпсіздендірудің мәні неде?
3. Ағынды суларды биологиялық әдіспен тазарту деген не?
4. Ферменттер дегеніміз не? Биологиялық тазарту әдісінде олардың ролі қандай?
5. Биологиялық тазарту әдісінде қандай шарттарды орындау қажет?
6. Биологиялық тазарту процесінде ағынды сулар сапасының қандай негізгі көрсеткіштерін білесіздер?
7. ОБҚ, ОХҚ, илдік индекс дегеніміз не?

**6-тақырып. Өндірістік ағынды суларды улы заттардан ( $\text{Cr}(6^+)$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  және т.б.) тазарту әдісі.**

**Тапсырма:** оқытушының тапсырмасы бойынша, құрамында активті түрдегі екі валентті темір бар (ферроксид реагенті) тотықсыздандырғыш-реагент арқылы, гальваника цехының ағынды суын улы металдардан және жүзгін заттардан тазарту керек. Лабораториялық жұмыстың әдістемелерінде берілген ұсыныстарға сәйкес, ағынды суды хром, мыс, никель және т.б. ауыр металдардың иондарынан тазартуға мүмкіндік беретін, ферроксид реагентінің және известь сүтінің оптимальды мөлшерлерін, эксперимент арқылы таңдап алу керек. Гальваника өндірісінің ағынды суларын тазартудың технологиялық схемасын жасау керек, реагенттердің шығынын есептеу және технологиялық схеманың балансын жасау керек.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Гальваникалық хром жабулары (қорғаныс, декоративтік немесе т.б.) тұрмыста да, техникада да кең қолданыс тапқан. Хром жабуымен жабу үшін, негізгі компоненттері хром қышқылы немесе хром оксиді болып табылатын электролиттер қолданылады.

Улылығы өте жоғары хромның ( $6^+$ ) қосылыстары гальваникалық өңдеу процесінде түзілген, жууға қолданылған ағынды сулардың және жұмыс істеп шыққан технологиялық ерітінділердің құрамында болады.

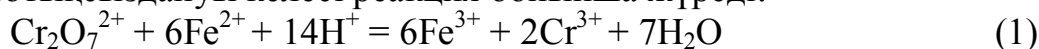
Өндірістік ағынды суларда 600 мг/л дейін хром ( $6^+$ ) болуы мүмкін. Сонымен қатар жууға қолданылған ағынды сулардың құрамында, әдетте біраз мөлшерде мыс, мырыш, никель, темір, қорғасын қосылыстары, сульфаттар, хлоридтер, фосфаттар және т.б. болуы мүмкін.

Мұндай ағынды суларды канализацияға төгуге тиым салынған. Мысалы, Алматы қаласы бойынша ағынды суларды канализацияға төгуге төмендегідей нормативтер тағайындалған, мг/л: хром ( $6^+$ ) – 0,1; хлоридтер – 350; хром ( $3^+$ ) – 2,5; сульфаттар – 500; мыс – 0,5; фосфаттар – 8,0; никель – 0,5; мұнай өнімдері – 3,0; қорғасын – 0,1; СБАЗ (биологиялық тотығатын) – 20,0.

Құрамында хром бар ағынды суларды тазарту үшін реагентті әдіспен тазарту кең тараған. Бұл кезде ағынды су екі сатымен тазартылады: 1) алты валентті хромды улылығы аз үш валентті хромға дейін тотықсыздандыру (айналдыру); 2) үш валентті хромды және басқа да металдардың иондарын гидроксид түрінде, сілтілік реагент қосу арқылы тұнбаға түсіру.

Реагент-тотықсыздандырғыш ретінде күкіртті қышқылдың натрий тұздары (натрийдің сульфиті және бисульфиті) және т.б. қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, темірдің екі валентті тұздары, оның ішінде темір сульфаты кең қолданыс тапқан. Осындай, құрамында темір бар реагенттерді (феррооксидтерді) метал түріндегі темірдің қалдықтарынан (болат жаңқаларынан), оларды минералды қышқылдармен (күкірт, тұз, азот) өңдеу арқылы алуға болады.

Хромды (6+) екі валентті темірдің тұздарымен тотықсыздандыру қышқыл, нейтраль және сілтілік ортада жүреді. Мысалы, қышқыл ортада хромның тотықсыздануы келесі реакция бойынша жүреді:



(1) –теңдеу бойынша хромның (6+) 1 бөлігі (масса бойынша) үшін темірдің (2+) 3,23 бөлігі қажет. Ары қарай металдардың гидроксидін және хромды (3+) тұнбаға түсіру үшін рН-тың оптимальды мәні 8,5 – 9,0 арасында болуы керек, сілтілік реагенттер, көбінесе известь сүтін қосу арқылы осы шамаға жеткізіледі:



Хромның (6+) тотықсыздану процесінде, темірдің (2+) жақсы коагулянт болып табылатын және ағынды судағы ластаушы заттарды толық бөліп алуға мүмкіндік беретін темірге (3+) дейін тотығуы жүретіндігін айтып өту керек.

Берілген лабораториялық жұмыстың мақсаты құрамында хром (6+) және ауыр металдардың иондары (мыс, мырыш, қрғасын, никель) бар ағынды суларды, «Восток-Аква» МИЦ фирмасы ұсынған технология бойынша алынған, «феррооксид» реагентін тотықсыздандырғыш ретінде қолданылу арқылы тазартудың реагентті әдісімен танысу.

*Жұмысты орындау тәртібі:*

- бастапқы ағынды судың рН анықтау керек;
- төменде келтірілген әдістеме бойынша, бастапқы судағы хромның (6+) мөлшерін анықтау қажет;
- төменде келтірілген стандартты әдістеме бойынша, феррооксид реагентіндегі активті екі валентті темірдің ( $\text{Fe}_{2+}$ ) мөлшерін анықтау керек;
- (1) реакция теңдеуі бойынша, хромды (6+) тотықсыздандыруға қажетті феррооксид реагентінің мөлшерін есептеу керек, ағынды судағы барлық қоспаларды толық бөліп алу үшін, стехиометриялық қатынастан реагенттің біраз мөлшерін артық аламыз;
- Ағынды судың пробасына (200 мл) феррооксид реагентінің есептелген көлемін қосып, хром (6+) тотықсыздандырамыз;
- Ағынды судың пробасына 2% известь сүтін қосу арқылы рН мәнін 8,5 – 9,0 шамасына жеткізіп (рН мәнін индикаторлық қағаз немесе рН-метр арқылы бақылайды), метал гидроксидтерін тұнбаға түсіреміз;

- Гидроксид ұлпақтары толық тұнбаға түскен соң, ағартылған ерітіндіні тұнбадан бөліп аламыз, одан соң хромның (6+) қалдық мөлшерін төмендегі стандартты әдістеме бойынша анықтаймыз;

- Тазартылған ағынды суда алты валентті хромның қалдық мөлшері болса (ерітінді дифенилкарбазидпен әлсіз розовый түске боялса), онда ферроксид реагентінің мөлшерін алдыңғы тәжірибеде алынған мөлшерден көбірек құйып, ағынды судың жаңа пробасымен тәжірибені қайтадан жасау қажет, тәжірибенің барлық операциялары қайталанады;

- Ағынды суды тазарту тәжірибесінің нәтижесін есеп беру түрінде дайындау қажет.

*Алты валентті хромды тотықсыздандыру үшін қажетті ферроксид реагентінің мөлшерін есептеудің мысалы:*

Мысалы, егер бастапқы ағынды судың құрамында 10 мг/л алты валентті хром болса, (1) реакцияның теңдеуі бойынша 32,3 мг/л ( $10 \cdot 3,23$ )  $Fe^{2+}$  қосу керек екендігі эксперимент жүзінде анықталған, ал реакция толық аяғына дейін жүру үшін реагент мөлшерін 10% артық беретіндігімізден, 36 мг/л ( $32,3 + 3,2 = 35,5$  немесе 36 мг/мл) қосамыз. Жоғарыда көрсетілгендей, алдымен ферроксид реагентінің активтілігін анықтау керек, яғни оның құрамындағы активті екі валентті темірдің мөлшерін анықтау керек. Мысалы, реагенттің  $Fe^{2+}$  бойынша активтілігі 5 г/л тең болса (ферроксид реагентінің пробасында екі валентті темірдің стандартты әдістеме бойынша анықталған мөлшері), онда 1 мл реагенттің құрамында 5 мг темір бар, 0,5% темір ерітіндісі болады. Пропорция арқылы, құрамында 36 мг темір болатындай реагент мөлшерін (мл) есептейміз:

5 мг - 1мл

36 мг - x мл

x = 7,2 мл

Сонымен, 1 л бастапқы ағынды суға, 7,2 мл ферроксид (екі валентті темір байынша активтілігі 5 г/л) реагентін қоса отырып, біз ағынды суға 36 мг/л темір(2+) енгіземіз. Осыған сәйкес, егер тәжірибе үшін 1 л емес, 200 мл ағынды су алсақ, онда ағынды судың осы мөлшері үшін 1,5 мл реагент қосамыз ( $7,2 : 5 = 1,44$  немес 1,5 мл).

Хромды (6+) анықтаудың, дифенилкарбазидпен колориметриялық әдісінің қысқартылған әдістемесі.

Дифенилкарбазид хромды анықтау үшін арнайы реагент болып табылады. Дифенилкарбазид қышқыл ортада бихромат-иондарымен күлгін түсті қосылыс түзіп, әрекеттеседі. Алты валентті хромды ағынды судың қышқыл пробасында тікелей анықтайды. Хромның қосынды мөлшерін (6+ және 3+), үш валентті хромды алты валентті хромға дейін ағынды судың қышқыл пробасын аммоний персульфатының ерітіндісін қосып қайнатып, тотықтыру арқылы анықтайды. Алынған нәтижелердің айырмашылығы арқылы үш валентті хромның мөлшерін анықтайды.

Анализ жасау үшін ағынды судың (бастапқы ағынды судың және тазартылғаннан кейінгі) 1 мл немесе 10 мл пробасын пипеткамен алып, пробиркаға құямыз, көлемін (егер 1 мл проба алынған болса) 10 мл дейін дистелденген сумен жеткіземіз. Одан соң пробиркаға кезекпен төмендегі реактивтерді тамшылатып қосамыз, 2 тамшы (0,25 мл) күкірт қышқылының

ерітіндісін (1:1 сұйытылған); 2 тамшы концентрлі ортафосфор қышқылын; 2 тамшы дифенилкарбазид ерітіндісін (спирттегі немесе ацетондағы 0,1% ерітіндісі). Пробиркадағы қоспаны араластырамыз, 10 минуттан соң фотоколориметрде хромның мөлшерін анықтаймыз, жасыл жарықфильтрі (СФ-490 нм) арқылы, кюветаның сиымдылығы 20 мл.

Хром (6+) концентрациясын келесі формула арқылы есептейді:

$$Cr, \text{ мг/л} = \frac{1,7 * ОП * 10}{V},$$

ОП – пробаның оптикалық тығыздығы, нм;

V - анализге алынған пробаның көлемі, мл;

1,7 – «оптикалық тығыздық – хром концентрациясы» графигінің бұрышыны сәйкес коэффициент.

*Ферроксид реагентінің активтілігін анықтау әдістемесі.*

Реагенттің активтілігі оның құрамындағы активті компоненттің –  $Fe^{2+}$  мөлшері бойынша, калий перманганатымен титрлеу арқылы анықталады.

50-100 мл реагенттің пробасын әбден араластырып, пипеткамен түбі тегіс колбаға 2 мл проба алады, 2 мл күкірт қышқылын (1:1 сұйытылған) қосады және көлемді 100 мл дейін дистелденген сумен жеткізеді. Қызғылт бояу жойылғанша, 0,1 н  $KMnO_4$  ерітіндісімен титрлейді.

$Fe^{2+}$  мөлшерін төмендегі формула арқылы есептейді:

$$Fe^{2+}, \text{ г/л} = \frac{a * 0,1 * 56}{2} = a * 2,8,$$

мұндағы а – титрлеуге жұмсалған 0,1 н  $KMnO_4$  көлемі, мл.

*Известь сүтінің активтілігін анықтау әдістемесі.*

Известь сүтінің активтілігін пробаны (суспензияны) 1 н  $HCl$  ерітіндісімен титрлеу арқылы анықтайды.

Анализ жасау үшін 10 мл известь сүтін түбі тегіс колбаға құйып, 100 мл дейін дистелденген сумен сұйылтады. Пробаға 2-3 тамшы 0,5% фенолфталеин ерітіндісін қосып, 1 н  $HCl$  ерітіндісімен, ерітінді түссізденгенше титрлейді. Егер 5 минут ішінде бояу қайтадан пайда болмаса, онда титрлеудің аяқталғандығы. Известь сүтінің активтілігін төмендегі формула бойынша есептейді:

$$CaO, \text{ г/л} = \frac{a * N * 28 * 1000}{10 * 1000} = a * N * 2,8,$$

мұндағы а – титрлеуге жұмсалған,  $HCl$  ерітіндісінің көлемі, мл;

N -  $HCl$  ерітіндісінің нормальдығы.

**Әдебиеттер:** нег. 3[66-80], 4[101-108],

қос. 13[4-12, 78-94], 16[1-20].

Бақылау сұрақтар:

1. Гальваника өндірісінің ағынды суларының түзілу ерекшеліктері.
2. Бұл ағынды сулардың құрамында қандай негізгі ластаушы компоненттер бар?
3. Гальваника өндірісінің ағынды суларын тазарту үшін практикада қандай әдістер қолданылады?
4. Ферроксид реагенті деген не, оның қолдану облыстары?

5. Ағынды суларда хромды анықтау әдістемесі неге негізделген?

### **7-тақырып. Ағынды суларды тазартудың электрокоагуляциялық әдісі.**

**Тапсырма:** Су тазартудың электрокоагуляциялық әдісімен, сондай-ақ ток тығыздығын, ток бойынша металдың шығынын, электр энергиясының меншікті шығынын есептеудің негізгі формулаларымен танысу. Оқытушының тапсырмасы бойынша қондырғыда ағынды суда тазарту керек, жүзгіндердің құрамын талдау, тазарту процесіндегі судың ағару дәрежесін есептеу керек. Алынған нәтижелерді 1-2-кестелерге толтыру керек. Электрокоагуляциялық тазарту әдісінің тиімділігі туралы қорытынды жасаңыздар.

**Әдістемелік ұсыныстар:** Жұмыстың мақсаты – электрокоагуляция әдісінің негізгі процестерін және әр түрлі технологиялық параметрлердің (ток тығыздығы, өңдеу уақыты, рН, коагулянт шығыны және т.б.) ағынды суларды тазарту тиімділігіне әсерін оқып үйрену.

Лабораториялық қондырғының сипаттамасы:

Лабораториялық қондырғы (1-сурет), оргшыныдан және винипласттан дайындалған электрокоагулятор (5) болып табылады. Электрокоагуляторға (5) тұрақты ток көзі ЛАТР – лабораториялық автотрансформатор (1) және ВСА-5 немесе ВСА-10 типті ток түзеткіш (2) арқылы беріледі. Ток күші амперметр (4) арқылы, кернеу вольтметр (3) арқылы өлшенеді.

Лабораториялық қондырғыда екі түрлі электрокоагулятор қолданылуы мүмкін (2-сурет);

- лабораториялық планстинка түріндегі электрокоагулятор (2-сурет);
- лабораториялық жаңқа түріндегі электрокоагулятор (3-сурет).

Планстинка түріндегі электрокоагулятор тік бұрышты ыдыс (1), көлемі 500-1000мл, оргшыныдан жасалған. Вертикальды орналастырылған, ыдыстың жоғарғы жағына бекітілген, алюминий немесе темір пластиналары (2) электрод қызметін атқарады. Электродтар арасы электродтардың арасындағы кеңістік электрохимиялық реакцияның өнімдерімен бітеліп қалмас үшін, 10 мм кем болмау керек.

Үгінді түріндегі электрокоагулятордың корпусы цилиндр тәрізді, көлемі 2 л, оргшыныдан (4) дайындалған, түбі тегіс және құятын астауы бар (6). Электрокоагулятордың ортасында графит катод (1) орналастырылған, анод (2) еритін материалдан жасалған, сондықтан анод сақиналарының арасында метал жаңқалары себіледі. Электрохимиялық реакция өнімдерінің араласуын болдырмау үшін, анод пен катод арасына фильтрлейтін қорғаныс қабаты орналастырылған (3).

Тазартылатын ағынды судың берілуі және тұнбаның шығарылуы төменгі штуцер (7) арқылы жүргізіледі, ал тазартылған су – құйылатын астау (6) және жоғарғы штуцер (7) арқылы шығарылады.

Берілген электрокоагулятордың планстинка тәріздімен салыстырғандағы жетістігі, еритін анод ретінде метал үгінділерін қолдануға болады.

Тазартылатын судың электр өткізгіштігін арттыру және энергия шығынын азайту үшін, ерітіндіге 5 -10 г/л есебімен натрий хлоридін қосуға болады.

Катод пен анодты ВСА-5 типті ток түзеткішке қосады. Ток тығыздығы тазартылатын судағы ластаушы заттардың концентрациясына байланысты, 8 - 10 А/м<sup>2</sup> шамасында ұсынылады.

Таза сумен статикалық жағдайда тәжірибе жасаған кезде, төменгі штуцер (7) арқылы, микрокомпрессордың көмегімен ерітіндінің жақсы араласуы және жақсы диффузия үшін ауа беру керек.

*Жұмысты орындау тәртібі:*

Электрокоагуляторды қарап шығу, қажет болса электродтарын тазарту керек. Пластика тәрізді электродармен жұмыс істеген кезде, жұмыстың алдында, құрғақ анод пластинкасын 0,01 дейінгі дәлдікпен өлшеп алады,. жұмыстың соңында электродты құрғатып, салмағын қайтадан өлшейді. Тәжірибенің алдындағы және соңындағы құрғақ электродтың массасын 1-кестеге жазу керек.

Зерттелетін ерітіндіні қондырғығы құяды. Тұрақты ток көзінің полюстарын электродтарға жалғайды және қондырғыны торапқа қосады. ЛАТР-дың көмегімен жұмыс тогының қажетті пераметрлерін тағайындайды. Тәжірибенің басталу уақытын белгілеп алады. Вольтметр арқылы электродтардағы кернеудің (U) төмендеуін анықтайды. Барлық мәндерді 1-кестеге енгізу керек.

1-кесте

Электрокоагулятордың техникалық көрсеткіштері және жұмыс параметрлері

Ерітіндінің көлемі, V, м <sup>3</sup>	Анод бетінің ауданы, S, м <sup>2</sup>	Ток тығыздығы, i <sub>1</sub> , А/м <sup>2</sup>	Токтың көлемдік тығыздығы, i <sub>2</sub> , А/м <sup>3</sup>	Жұмыс тогы, I, А	Кернеу, U, В	Анод массасы, m <sub>0</sub> , m <sub>т</sub> , г	Жұмыстың басталу уақыты

Ток тығыздығын есептеу:

Пластика анодтағы ток тығыздығын i<sub>1</sub> төмендегі формула бойынша есептейді:

$$i_1 = \frac{I}{S}, \text{ А/м}^2$$

мұндағы I - ток күші, А;  
S – электродтың ауданы, м<sup>2</sup>.

Үгінділі анодтағы ток тығыздығын i<sub>2</sub> келесі формула бойынша есептейді:

$$i_2 = \frac{I}{V}, \text{ А/м}^3$$

мұндағы I - ток күші, А;  
V - электрокоагуляторға құйылған ерітіндінің көлемі, м<sup>3</sup>.

Проба алу:

Уақыттың белгілі интервалы арасында электрокоагулятордан 20 мл пипеткамен проба алып отырады және көлемі 25 мл цилиндрге құйылады. Пробаны 10-15 минут бойы тұндырып, тұнбаның үстіндегі мөлдірленген сұйықты фотоколориметрдің кюветасына құйып, оптикалық тығыздығын  $D$  өлшейді. Калибровкалық график арқылы жүзгін заттардың концентрациясын анықтайды. Өлшеу нәтижелерін 2-кестеге енгізеді.

Электрокоагуляция процесі аяқталған соң, электрокоагулятордағы сұйықты құйып алады, жақсылап араластырып, сиымдылығы 500 мл (1000 мл) стандартты цилиндрге құяды.

Электролиз нәтижесінде суда еріген темірдің концентрациясын анықтау үшін, алдын ала 100 мл суспензияны өлшеп алады. Цилиндрдегі суды 15-20 минут бойы тұндырады, тұнбаның үстіндегі сұйықтан 20 мл проба алады және тазарған судағы жүзгін заттардың мөлшерін анықтау үшін фотоколориметрлейді. Белгілі уақыт аралығынан кейін түзілген тұнбаның көлемін есептейді. Тәжірибе нәтижелерін 2-кестеге жазады.

*Жүзгін заттардың концентрациясын анықтау*

Қажетті аппаратура: фотоколориметр КФК-2; 5 және 10 мл пипеткалар, 50 мл цилиндр.

2-кесте

Электрокоагуляция процесінің тәжірибелік және есептелген мәндері

Жұмыс тогы, $I, A$	0	1	2	3	4	5
Проба алу уақыты, $t, c$	$t_0$ Жұмыстың басталу уақыты	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
Жүзгіндердің мөлшері, $Mг/дм^3$	$C_0$ жүзгіндердің бастапқы концентрациясы	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Сұйықтың ағару дәрежесі, $N, \%$						
Ерігіндіге өт- кен темірдің массасы, $m_{факт}, Г$						
Ток тығыз- дығы, $i_1, i_2,$ $A/м^2$						
Электр энергиясының меншікті шығыны $W,$ $кВт*сағ/м^3$						

Анализді лайлылықтың фотоколориметрлік әдісі арқылы жүргізеді. Алдын ала түссіз ағынды сулар үшін, калибровкалық график тұрғызылады, «оптикалық тығыздық – лайлылық ( $мг/дм^3$ )». Жүзгіндердің мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$C = D * 250, \text{ мг/дм}^3,$$

Мұндағы C – жүзгіндердің концентрациясы, мг/дм<sup>3</sup>,

D - зерттелетін ерітіндінің оптикалық тығыздығы, 250 – коэффициент.

Фотометриялық анықтауды көк жарық фильтрінде  $\lambda = 450$  нм, сиымдылығы 20 мл кюветамен жүргізеді.

Зерттелетін сұйықтың ағару дәрежесін анықтау:

Ағару дәрежесін, N, мына формула бойынша анықтайды:

$$N = \frac{C_0 - C_1}{C_0} * 100, \%$$

Мұндағы C<sub>0</sub> – бастапқы ерітіндідегі жүзгіндердің концентрациясы, мг/дм<sup>3</sup>;

C<sub>1</sub> – ағартылған ерітіндідегі жүзгіндердің концентрациясы, мг/дм<sup>3</sup>.

*Темірді комплексонометрия әдісімен анықтау*

Қажетті реактивтер:

Аммоний персульфаты,

Күкірт қышқылы, (1:1) сұйылтылған ерітінді,

Сульфасалицил қышқылы,

ЭДТА (натрийдің этилендиаминтетраацетаты), 0,05 М ерітінді,

18,6 г ЭДТА-ны 1 л дистелденген суда ерітеді.

Анықтау жолы:

100 мл зерттелетін ерітіндіге 0,4 мл сұйылтылған күкірт қышқылын, 0,5 г құрғақ натрий персульфатын қосады. Сұйықты 5 минут бойы натрий персульфаты ыдырағанша қайнатады, бір түйір сульфасалицил қышқылын қосады, одан соң ыстық ерітіндіні 0,05 М ЭДТА ерітіндісімен, қызыл бояу сары түске ауысқанша титрлейді.

Темірдің жалпы мөлшерін мг/л келесі формула байынша есептейді:

$$C = \frac{a * 56 \div M * 1000}{100},$$

мұндағы a – ЭДТА ерітіндісінің титрлеуге жұмсалған көлемі, мл,

M – ЭДТА ерітіндісінің молярлығы.

*Темірдің теориялық мөлшерін есептеу*

Фарадей заңы бойынша еріген металдың мөлшері өткен ток күшіне байланысты және келесі формуламен анықталады:

$$m_{\text{теор}} = \frac{t * A * I}{F * n}, \text{ Г},$$

мұндағы t - токтың өту уақыты, с;

A – металдың атомдық массасы, г;

I- ток күші, А; F – Фарадей тұрақтысы (96500 Кл); n - металдың валенттілігі.

Ток бойынша металдың шығынын есептеу.

Ток бойынша металдың шығынын формула бойынша есептейді:



$$\eta = \frac{m_0 - m_t}{m_{теор}}$$

Мұндағы  $m_0$  және  $m_t$  - тәжірибеге дейінгі және тәжірибеден кейінгі кептірілген анодтың массасы, г; электролиз нәтижесінде суда еріген темірдің іс жүзіндегі мөлшерін келесі формула арқылы есептейді:

$$m_{факт} = \eta * m_{теор}, \text{ Г}$$

Үгінділі электрокоагулятор үшін, ток бойынша шығынды еріген темірдің іс жүзіндегі мөлшерін комплексонометрия әдісімен анықтау арқылы есептейді.

#### *Электр энергиясының меншікті шығынын есептеу*

Ағынды суда тазартуға қажетті электр энергиясының меншікті шығыны  $W$ , кВт\*сағ/м<sup>3</sup> ток мөлшерімен, кернеумен, судың электрокоагуляторда болу уақытымен анықталады, келесі формуламен есептеледі:

$$V = \frac{I * U * t}{V * 1000},$$

Мұндағы  $I$  - ток күші, А;  $U$  - электродтардағы кернеу, В;

$T$  – ағынды суды тазарту уақыты, сағат;  $V$  - тазартылған судың көлемі, м<sup>3</sup>.

Алынған нәтижелер бойынша ағынды суды ағартудың ток тығыздығына, тазарту уақытына, рН-қа, сондай-ақ электр энергиясының меншікті шығынының еріген металдың мөлшеріне тәуелділігі графигін тұрғызу керек.

**Әдебиеттер:** нег. 3[196-222],

қос. 6[8-28, 108-124], 17[1-16], 13[132-153].

Бақылау сұрақтар:

1. Ағынды сулардың электролизі кезінде қандай процестер жүреді?
2. Ағынды суларды электрокоагуляциялық тазарту әдісі неге негізделген?
3. Ағынды суларды электрокоагуляциялық тазарту әдісінде қандай жанама процестер жүреді?
4. Электрокоагулятордың жұмысы және қондырғысы.

### **2.5 Студенттердің оқытушының жетекшілігімен өз бетімен жұмыстарының (СОӨЖ) көлеміндегі сабақтардың жоспары**

№	Сабақтың тақырыптары	Сабақ жүргізу формасы	Әдістемелік ұсыныстар	Ұсынылатын әдебиеттер
1	2	3	4	5
1	ҚР табиғатты қорғау және су заңдары, ҚР су ресурстарын басқару принциптері	Таратылатын материалдардың көмегімен тренинг.	ҚР қоршаған ортаны қорғау кодексі. ҚР су кодексі.	қос.10[3-35].
2	Су пайдалану түрлері – жалпы, бірге, бастапқы және қосалқы су пайдалану.	Таратылатын материалдардың көмегімен тренинг.	Жалпы және арнайы су пайдалану. Бірлесіп және қосалқы су пайдалану.	нег.1[14-38], 2[9-30], 3[18-48].
3	Су сапасының норматив-	Сұрақтарға	Жер үсті суларын ағынды сулармен	қос.28[9-14],

	тері. Су объектілерінің сапробность бойынша жіктелуі.	жауап беру	ластанудан қорғау үшін қойылатын талаптар. Полисапробность, олигосапробность, мезасапробность.	29[5-14].
4	Ауыз суды дайындауға қажетті қондырғылардың құрамын таңдап алу және негіздеу. Суды реагент қолданып өңдеудің физика-химиялық негіздері. Су дайындауда қолданылатын реагенттердің сипаттамасы	Таратылатын материалдардың көмегімен тренинг.	Табиғи суларды ауыз судың сапасына дейін тазартуға қажетті қондырғыларды – торлар, құм ұстағыштар, тұндырғыштар және фильтрлердің сипаттамасы, оларды таңдап алу және суды тазартудың технологиялық схемасын құрастыру. Коагулянттар және флокулянттардың сипаттамасы, түрлері, ерекшеліктері, бір-бірінен артықшылықтары мен кемшіліктері.	қос.28[9-14], 29[5-14].
5	Ауыз су сапасына қойылатын гигиеналық талаптар және олардың халықаралық стандарттарға сәйкестігі.	Тест сұрақтарына жауап беру.	СанПиН 2.1.4.559 -96. РК 3.01.067.97. Ауыз су. құжаттарында ауыз судың сапасына қойылатын талаптар. Осы құжаттарда ауыз судың сапасына қойылатын гигиеналық талаптардың халықаралық стандарттарға сәйкестігін салыстыру.	қос.28[3-35], 29[9-14].
6	Суды дистилляция әдісімен тұзсыздандыру.	Сұрақтарға жауап беру.	Суды тұзсыздандыру әдістері. Бір сатылы дистилдеу аппаратының схемасы. Көп сатылы буландыру қондырғылары. Буландырғыш қондырғыларда қақ түсуді болдырмау әдістері.	нег.2[320-323].
7	Ион алмасу әдісі және оны суды жұмсартуда қолдану	Сұрақтарға жауап беру.	Суды терең жұмсарту әдістері. Суды жұмсартудың катиониттік әдісінің негізі. Катиониттің алмастыру сиымдылығы. Толық және жұмыстық алмастыру сиымдылықтары. Катиониттің регенерациясы. Катионит фильтрлерінің схемалары.	нег.2[323-332], қос.13[3-22].
8	Ағынды сулардың құрамына сәйкес су тазарту әдісін таңдап алу.	Пікірталас	Су қоспаларының фазалық-дисперстік жағдайына байланысты классификациясы және қоспаларды бөліп алу үшін қолданылатын әдістер. Л.А. Кульскийдің классификациясының негізінде ұсынылатын суды өңдеу әдістері және тазарту қондырғылары.	нег.2[242-244].
9	Құрамында мұнай бар ағынды суларды флотация әдісімен тазарту технологиясы	Сұрақтарға жауап беру.	Флотация әдісінің түрлері және қолданылу облыстары. Ағынды сулардың құрамындағы мұнайды бөліп алу әдістері. Флотация әдісінің мұнай өңдеу заводтарының ағынды суларын тазарту үшін қолданылуы. Флотация әдісінде қолданылатын қондырғылардың сипаттамалары.	нег.5[227-240], қос.20[3-25].
10	Ағынды сулардан бағалы компоненттерді бөліп алу және утилизация	Тест сұрақтарына жауап беру.	Металл иондарын ағынды сулардан бөліп алу үшін қолданылатын қондырғылардың схемалары. Күшті	нег.5[260-264, 312-320].

	жасау үшін ион алмасу әдісін қолдану перспективалары		қышқылды және әлсіз қышқылды катиониттер. Метал иондарын бөліп алудың олардың судағы концентрациясына, судың рН-ына, жалпы минералдығына, сондай-ақ кальций және темір иондарының қатысуына тәуелділігі.	
1 1	Сорбциялық тазарту әдісінің қолданылу облыстары және перспективалары.	Сөз сайысы, тест сұрақтарына жауап беру.	Сорбция әдісінің ағынды суларды еріген органикалық заттардан тазарту үшін және локальды су тазарту қондырғыларында қолданылуы. Сорбция әдісінің тиімділігі. Қолданылатын сорбенттердің сипаттамасы. Сорбция процесінің теориялық негізі. Адсорберлердің конструкциясы.	нег.5[240-249].
1 2	Ағынды суларды электрохимиялық тазартудың аралас әдістері (электрокоагуляция, электрофлотокоагуляция, электродиализ және т.б.). Ультрафилтрация және электродиализ әдістерін ағынды суларды улы компоненттерден тазарту үшін қолдану.	Сұрақтарға жауап беру.	Ағынды суларды электрохимиялық тазартудың аралас әдістері (электрокоагуляция, электрофлотокоагуляция, электродиализ және т.б.). Анодтық тотығу және катодтық тотықсыздану. Электролизерлердің схемалары.	нег.5[284-293].
1 3	Ағынды суларды тазартудың термиялық әдістері	Сұрақтарға жауап беру.	Құрамында әр түрлі минералды тұздар (кальций, магний, натрий және т.б.), сондай-ақ органикалық заттар бар химия өнеркәсіптерінде түзілген ағынды суларды тазарту үшін термиялық әдістің қолданылуы. Бу фазалық катализатор арқылы тотықтыру әдістері. Ағынды суларды залалсыздандырудың от әдісінің мәні. Қолданылатын пештердің түрлері.	нег.2[373-383].
1 4	Тазартылған ағынды сулардың сапасына қойылатын талаптар және оларды су қоймасына төгу шарттары. ҚР жер үсті суларын ластанудан қорғау ережелері.	Сөз сайысы, сұрақтарға жауап беру.	Ағынды суларды су объектілеріне төгу үшін, су объектісінің бақылау нүктесіне қойылатын санитарлық талаптар. Ағынды суларды су объектісінің бақылау нүктесіндегі судың сапасы санитарлық талаптарға сәйкес келетіндей етіп төгу үшін, ағынды судағы ластаушы заттардың шектелген рұқсат етілген концентрацияларын алдын ала қайтадан есептеу.	нег.2[63-75].
1 5	Су тазартудың биотехнологиялық әдістері және оның перспективалары	Тест сұрақтарына жауап беру.	Биохимиялық әдістің қолданылу облыстары. Активті илдің және биопленканың құрамы. Биохимиялық көрсеткіштер. Органикалық заттар-	нег.5[324-373].

			дың ыдырау заңдылықтары. Әр түрлі факторлардың биохимиялық тотығу процесіне әсерлері. Ағынды суларды табиғи жағдайларда тазарту. Шашырату алаңдары. Биологиялық тоғандар. Ағынды суларды жасанды су тазарту қондырғыларында тазарту. Аэротентердің түрлері. Тамшылы биофилтрлер. Су тазартудың биотехнологиялық әдістерінің перспективалары.	
--	--	--	--	--

## 2.6 Студенттердің өз бетімен жұмыстары көлеміндегі сабақ жоспары (СӨЖ)

№	Сабақтың тақырыбы	Әдістемелік ұсыныстар	Ұсынылатын әдебиеттер
1	Судың физика-химиялық және аномальды қасиеттері және оның Жердегі тірі организмдердің дамуындағы ролі	Судың меншікті жылу сымдылығы, тығыздығы, жұққырлығы, беттік керілуі, диссоциациялану дәрежесі. Табиғаттағы су айналымы.	Нег.1[4-9].
2	Табиғи суларды ластанудан және сарқылудан қорғау.	Табиғи сулардың қоспаларының құрамы. Еріген газдар, жүзгін заттар, органикалық заттар, иондар. Табиғи сулардың сапасына қойылатын талаптар.	Нег.1[11-15], Қос.10[25-29].
3	Су объектілерінің сапасын су пайдалану категорияларына сәйкес нормалау.	Су пайдаланудың (пайдалану мақсатына байланысты) түрлері. Су пайдалану категориялары. Су объектілерінің категорияларына сәйкес судың сапасына қойылатын талаптар.	нег.1[15-18].
4	Су сапасының биологиялық және бактериологиялық көрсеткіштері. Су қоймасының өзін өзі тазарту процесінде бентос пен планктонның ролі	Солі индекс, солі титр және микробтардың жалпы саны. Су қоймаларының өзін өзі қалпына келтіру қабілеті.	нег. 1,2,4.
5	Су объектілерінің ластану проблемалары, биогенді ластану және су қоймасының эвтрофикациясы.	Су қоймаларының азот және фосфор қосылыстарымен ластануы.	нег. 1,2, 4, 5 қос. 9, 12, 16, 18
6	ҚР су объектілерінің жағдайына мониторинг жүргізу, болжау және басқару	ҚР су кодексіне сәйкес су объектілеріне мониторинг жүргізу. Жер асты және жер үсті суларын пайдалануға рұқсат беру жүйелері.	қос.10[13-19].].
7	Суды тұщыландыру және тұзсыздандыру процестерінің теориялық негіздері.	Суды дистилляция әдісімен тұщыландыру және тұзсыздандыру. Электродиализ әдісі арқылы тұщыландыру.	нег.1[73-78].
8	Ультракүлгін сәулелердің, ультрадыбыстың, озондау және басқа да технологиялар арқылы суды залалсыздандыру	Бактерицидті сәулелер арқылы суды залалсыздандыру тиімділігі, бактерицидті қондырғылардың түрлері. Озон электросинтездеу жағдайлары. Озонаторлардың	нег.1[57-65].

		конструкциясы. Суды озондаудың технологиялық схемалары..	
9	Ағынды суларды қалалық канализацияға қабылдау ережелері. Қалалық ағынды суларды тазарту станциясының қондырғылары	Ағынды сулардың жіктелуі, түзілу ерекшеліктері.	нег.1[90-96].
10	Өнеркәсіптің әр түрлі салаларының ағынды суларын тазарту мысалы негізінде локальды тазарту қондырғысын жасау.	Өндірістік ағынды суларды құрамындағы ластаушы заттарға байланысты тазарту әдістері. Өндірістік ағынды суларды тазартудың технологиялық схемалары, жинақтау принциптері.	нег.2[71-76].
11	Ағынды суларды флотациялық тазарту әдісінің теориялық негіздері	Ерітіндіден ауа бөлінуі арқылы жүретін флотация (вакуумды, напорлы және эрлифті флотация). Ауаны механикалық диспергирлеу арқылы жүретін флотация, импеллерлі флотатордың схемасы. Биологиялық, химиялық және иондық флотация. Көбікті және қысымды флотация әдістерінің негіздері, бұл әдістерді су тазартуға және ағынды сулардан бағалы компоненттерді бөліп алу үшін қолдану.	нег.1[78-85].
12	Табиғи суларды тазартуға қолданылатын сорбенттердің классификациясы. Сорбенттер алу технологиясы және оның регенерациясы.	Су тазартудың сорбциялық әдістерінің негізі, сорбциялық технологияның қолданылу облыс-тары. Сорбенттердің түрлері.	нег.1[85-90].
13	Су тазарту технологиясында ион алмастырғыш шайырларды пайдаланудың физика-химиялық негізі	Ион алмасу әдісі арқылы суды тұщыландыру, тұзсыздандыру және жұмсарту.	нег.2[175-196].
14	Су тазартудың электрохимиялық әдістерінің жіктелуі және қолдану облыстары.	Электродиализ әдісі арқылы суды тұщыландыру. Катодтық тотықсыздандыру арқылы судың құрамындағы металдарды бөліп алу.	нег.1[117-125].
15	Мембранды әдістерді су тазартуда пайдаланудың перспективалары	Жартылай өткізгіш мембраналар. Кері осмостың қолданылу облысы. Кері осмос қондырғысының схемасы. Ультрафилтрация қондырғыларының схемалары.	нег.2[222-226].

## 2.7 Курс бойынша жазбаша жұмыстың тақырыптары

### Реферат тақырыптары:

1. Ұтымды су пайдалану проблемаларына экологиялық көзқарас.
2. ҚР су ресурстары және ауыз су проблемалары.
3. ҚР табиғи суларды қорғау.
4. ҚР су объектілері жағдайының мониторингі.
5. Табиғи суларды тазартудың физика-химиялық әдістері.

6. Су тазарту процессінде биотехнологиялық әдістерді қолданудың болашағы.

7. Өндірістік кәсіпорындарда айналмалы су жүйесін құру.

8. Табиғи және ағынды суларды тазарту станцияларын жинақтау.

9. Ион алмасу әдістері және олардың бағалы компоненттерді утилизация жасауға қолданылуы.

10. Жұмсарту қондырғыларының жұмыс істеу принциптері және құрылысы.

*Курстық жобаның тақырыптары:*

1. Табиғи суларды ауыз судың нормасына дейін тазартатын станцияның жобасын жасау.

2. Автокөлік кәсіпорындарына айналмалы су жүйесін енгізіп, тазарту қондырғыларының жобасын жасау.

3. Гальваникалық кәсіпорындарға айналмалы су жүйесін енгізіп, тазарту қондырғыларының жобасын жасау.

4. Мұнай өңдеу зауыдының ағынды суларын тазартуды жобалау.

5. Металлургия зауыдының ағынды суларын тазартуды жобалау.

6. Шахта суларын тазартуды жобалау.

7. Биологиялық тазарту станцияларында қалалық ағынды суларды тазартудың жобасын жасау.

*Курстық жобаны орындауға қойылатын талаптар:*

Пән бойынша курстық жоба «Курстық жобаға әдістемелік нұсқау» [15] бойынша орындалады.

Курстық жобаның мақсаты мен міндеттері:

Курстық жобаны орындау студенттерді су тазарту техникасы және технологиясы саласында алған білімдерін кеңейтуге және бір жүйеге келтіруге мүмкіндік береді.

Берілген тапсырмаға сәйкес студент су ресурстарын қорғау және үнемдеу талаптарына сәйкес келетін тазартудың технологиялық схемаларын жинақтай, станцияны жобалағандағы есептерді және оптималды шешімдерді таңдай және негіздей алатындығын көрсетуі тиіс.

Курстық жобаны жасау есептеу және графикалық жұмыстарға дағдылануға, инженерлік есептерді өздігінен орындауға үйретеді.

Алынған дағдылары мен тәжірибелерін дипломдық жобаны орындағанда пайдалана алады. Курстық жобаның вариантын оқытушы береді.

*Курстық жобаның мазмұны:*

Курстық жоба есептік түсініктеме жазба түрінде жазылады, көлемі 20-25 беттен және графикалық бөлімнен тұрады. ФСТ 39114145 –У-е-008-2006 «Сапа жүйесі. Оқу жұмыстары» стандартына сәйкес орындалады.

*Курстық жобаның құрылымы:*

- титулдық бет;

- курстық жобаға тапсырма;

- мазмұны;
- кіріспе;
- әдебиетке аналитикалық шолу;
- технологиялық схеманы және негізгі қондырғыларды есептеу;
- қорытынды;
- әдебиеттер тізімі;
- қосымша.

Курстық жобаның құрамында мыналар болуы қажет:

- суды тазартудың технологиялық схемасын таңдап алуды негіздеу;
- суды тазартудың технологиялық және аппаратуралық схемасының есебі;
- реагент шығынының есебі;
- технологиялық схеманың материалдық баланс есебі;
- негізгі қондырғыны (таңдау бойынша) есептеу.

## **2.8 Өз бетімен бақылау үшін тест тапсырмалары:**

1. Гидросфераға азот, фосфор сияқты химиялық элементтердің артық мөлшерінің түсуі:

- A) су қоймасының адификациясына
- B) су қоймасының эвтрофикациясына
- C) су қоймасының тұздалуына
- D) су қоймасының батпаққа айналуына әкеледі.

2. Бұрын жақсы дамыған су организмдерінің тобын сақтаған түр қалай аталады?

- A) эндемик
- B) реликвия
- C) эдификатор
- D) реликт

3. Бентос - бұл

- A) су өсімдіктері мен омыртқасыз жануарлардың жиынтығы
- B) ластанған су қоймасы
- C) су қоймасының түбінің организм-мекендеушілері
- D) мұхит түбін мекендеушілерді сипаттайтын табиғи бірлік

4. Берілген су қоймасына ғана тән түр қалай аталады?

- A) эврибионт
- B) эндемик
- C) стенобионт
- D) автохтоном

5. Су қоймасын мекендейтін организмдер түрінің ғаламдық масштабта қысқаруының негізгі себебі қандай?

A) адамның іс әрекеті нәтижесінен тірі организмдердің мекен орнының бұзылуы.

- B) су қоймаларының ластануы
- C) ауаның ластауы.
- D) жаңа түрлердің интродукциясы

6. Су объектілерін антропогенді ластау көзіне жатпайды:

- A) ауыл шаруашылығы
- B) мұнай өңдеу
- C) вулкандар мен гейзерлер
- D) өндірістік кәсіпорындар

7. Озондау – бұл :

- A) жаңа технологиялар жасау және халықаралық конвенциялар қабылдау арқылы планетамызның озон қабатын қорғау
- B) суды немесе ауаны микроорганизмдерді, органикалық ластаушыларды құрту және судың жағымсыз иісін жою мақсатымен озонмен өңдеу
- C) Жердің озон қабатынан ұшатын аппараттармен ұшып өту моменті
- D) планетамыздың озон қабатының бұзылуын азайту

8. Су қоймасының эвтрофикациясына судағы қандай қосылыстардың артықшылығы әкеледі?

- A) калий және көміртек диоксиді
- B) азот және фосфор
- C) натрий және калий
- D) микроэлементтер

9. Гидробионттардың қоректік тізбектерінде улы заттардың жинақталу процесі қалай аталады?

- A) концентрлену
- B) биомүмкіндік
- C) адсорбция
- D) биоаккумуляция

10. Су экосистемаларының ластануын зерттегенде көбірек ақпараттар алуға мүмкіндік беретін әдістер:

- A) хроматография
- B) физика-химиялық
- C) биоиндикациялық
- D) физикалық

11. Келесі түсініктердің қатарынан артық сөзді алып тастаңыз

- A) планктон
- B) нектон
- C) нейстон
- D) обертон

12. Су қоймаларының қышқылдық көрсеткішін төмендететін факторлардың біріне жатады:

- A) қышқыл жаңбырлардың жаууы
- B) мұнай өнімдері араласқан ағынды суларды төгу
- C) пестицидтердің шайылуып түсуі
- D) каустикалық соданы су қоймасына дүркіндетіп төгу

13. Су қоймаларына су сапасының нормативтерін тағайындағанда (ластаушы заттарға ШРК) ескеріледі:

- A) су қоймаларын әр түрлі су пайдалану категорияларына жатқызу
- B) су қоймаларының орналасқан жері
- C) су қоймасын ауыз су мақсатына қолдану



D) су қоймасын балық шаруашылығы мақсатына қолдану

14. ШРТ нормативтерінің жобасы мына мақсаттарға арналмаған:

A) су қоймасына ластаушы заттарды төгуді шектеу

B) төгуге рұқсат беру

C) су қоймасына ластаушы заттардың төгілуін бақылау

D) жер үсті суларының мониторингі

15. Ауыз су сапасын көрсеткіштердің қандай тобы сипаттайды?

A) органолептикалық, физика-химиялық, бактериологиялық

B) физикалық, химиялық, бактериологиялық

C) органолептикалық, биологиялық, физикалық

D) тотығу, тотықсыздану, бактериологиялық

16. Су ресурстарының кадастры деген не?

A) су ресурстарын экономикалық бағалау

B) су ресурстарының тиімді пайдалануын бақылау

C) су ресурстарын экологиялық бағалау

D) су ресурстарының сандық, сапалық, ұйымдастырушылық, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін жинақтау

17. Су ресурстары кадастрының мақсаты

A) су ресурстарын есепке алу, пайдалануын жоспарлау, экономикалық бағалау және шығынды анықтау

B) су ресурстарын пайдалануды бақылау

C) гидросфераға ластаушы заттардың төгілуін бақылау

D) су ортасының ластануын бақылау

18. Су қоймасына ластаушы заттарды төгудің негізі:

A) төгуге шек

B) төгуге рұқсат

C) лицензия

D) тазарту қондырғыларының бар болуы

19. Су ресурстарын және атмосфераны құқықтық қорғау ... негізінде жүргізіледі:

A) «экологиялық экспертиза туралы» заң

B) су кадастры

C) «атмосфералық ауаны қорғау туралы» заң

D) «ҚР қоршаған ортаны қорғау» заңы

20. Судың ірі дисперсті қоспаларын ауырлық күшінің әсерінен тұндыру қалай аталады?

A) абсорбция

B) седиментация

C) ассоциация

D) деструкция

21. Дисперсті және коллоидты системаларда ірі агрегаттар түзу арқылы бөлшектердің жабысуы қалай аталады?

A) коалесценция

B) коавервация

C) коагуляция

D) седиментация

22. Активті батпақ – бұл:

A) бактериялар мен қарапайымдардың флокуляцияланған қоспасы

B) бактериялар нитрификаторлар

C) жіп тәрізді бактериялар

D) өзен батпағы

23. Ағынды сулардың құрамындағы органикалық заттар көбінесе мына түрде анықталады:

A) оттектің биологиялық қажеттілігі (ОБК)

B) сутектің химиялық қажеттілігі

C) органикалық көміртектің жалпы құрамы

D) оттектің теориялық қажеттілігі

24. Төменде көрсетілген заттардың қайсысы реагенттер ретінде қолданылмайды:

A) темір хлориді

B) алюминий дигидросульфаты

C) алюминий оксихлориді

D) формальдегид

25. Ағынды суларды коагуляциялық тазартудың артық процесін алып тастаңыз:

A) механикалық тазарту

B) коагуляция

C) фильтрлеу

D) тұндыру

26. Ағынды суларды аэротенкте тазартудың тұрақтылығы қандай факторлардың жиынтығымен анықталады:

A) органикалық заттардың және еріген оттегінің, сондай-ақ судың активті илмен қажетті контакт уақытының болуымен

B) ағынды судың активті илмен контакт уақытымен, араласу жылдамдығымен және бактериялардың түрлерімен

C) аэрация уақытымен, активті илдің жасымен және тазарту процесінің түрімен

D) тазарту түрімен, органикалық заттардың мөлшерімен және аэротенктің розмірімен

27. Тамшылы биофильтр – бұл:

A) үздіксіз алып тасталынатын биомассасы бар аппарат

B) ағынды суды фильтрлеуге арналған аппарат

C) қатты насадканың бетінде өсірілген, қозғалмайтын биоқабықшасы бар реактор

D) су микроорганизмдермен араласатын реактор

28. Ағынды суларды тазарту үшін әртүрлі биологиялық процестер қолданылады. Мысалы, аэробты процестер былайша сипатталады:

A) микроорганизмдер ағынды суда еріген оттегін пайдаланады

B) микроорганизмдер органикалық молекулалардың құрамына кіретін оттегін пайдаланады

- С) микроорганизмдер суда еріген оттегін пайдалана алмайды  
 D) көпшілігі денитрифицирлейтін бактериялар болып табылады

29. Тұрмыстық және өндірістік ағынды суларды биологиялық тазарту нәтижесінде жүреді:

- A) бейорганикалық заттардың биологиялық тотығуы (мысалы, ауыр металдардың иондарының)  
 B) органикалық ластаушы заттарды тұндыру арқылы бөліп алу  
 C) микроорганизмдер бірлестігі көмегімен органикалық заттардың тотығуы  
 D) тазартылатын суды топырақ қабаты арқылы фильтрлеу

30. Ағынды суларды аэробты биологиялық тотықтыруға арналған қондырғылар

- A) араластыру реакторлары  
 B) радиальды тұндырғыштар  
 C) ағартқыштар  
 D) аэротенктер

**Тест сұрақтарының дұрыс жауаптары:**

Сұрақтың номері	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дұрыс жауабы	B	D	C	B	B	C	B	B	D	C	D	A
Сұрақтың номері	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Дұрыс жауабы	A	D	A	D	A	B	D	B	C	A	A	D
Сұрақтың номері	25	26	27	28	29	30						
Дұрыс жауабы	C	A	C	A	C	D						

**2.9 Курс бойынша емтихан сұрақтары:**

1. Табиғаттағы су айналымы.
2. ҚР су ресурстары.
3. Жердегі тіршілік көзі ретіндегі, судың негізгі қасиеттері .
4. ҚР су заңдары.
5. Судың физикалық және химиялық қасиеттері.
6. Ұтымды су пайдалануға экологиялық көзқарас.
7. Су ресурстарының ластану көздері және оларды ластанудан, сарқылудан қорғау.
8. Су пайдалану және су тұтыну.
9. Су пайдалану түрлері. Жалпы және арнайы су пайдалану.
10. Су пайдалану категориялары және су объектісіндегі су сапасын нормалау.
11. Табиғи су көздерін, ластанудан, бітелуден және сарқылудан қорғау.
12. Сумен жабдықтаудың жер үсті және жер асты көздері және олардың сипаттамасы.
13. Орталықтандырылған сумен жабдықтау көздері және оларға қойылатын талаптар.
14. Су сапасының көрсеткіштері.

15. Табиғи сулардың сапасының физикалық көрсеткіштерінің сипаттамасы (температурасы, түсі, мөлдірлігі, лайлығы, иісі, дәмі).
16. Табиғи судың негізгі химиялық және технологиялық көрсеткіштерінің сипаттамасы (тотығуы, қаттылығы, құрғақ қалдық, судың буферлігі, рН, еріген газдардың мөлшері, құрамында азоты бар қосылыстар, негізгі катиондар мен аниондардың құрамы).
17. Табиғи су сапасының биологиялық көрсеткіштері. Флора мен фаунаның алуан түрлілігі.
18. Су қоймаларын мекендейтін негізгі организмдер және олардың су қоймасының өзін өзі процесіндегі ролі.
19. Су қоймаларының биоиндикатор-организмдері.
20. Су қоймаларының сапробность бойынша жалпы жіктелуі.
21. Бентос және планктонның су қоймасындағы ролі.
22. Су қоймаларының биологиялық сипаттамалары (бактериялардың жалпы саны, коли-индекс, коли-титр және т.б.).
23. Су қоймаларының бактериалдық ластануын анықтау әдістері, негізгі патогенді микроорганизмдер және олардың су қоймасындағы судың сапасына әсері.
24. Су қоймаларының эвтрофикациясы.
25. Сумен жабдықтаудың жер үсті және жер асты көздеріндегі судың құрамының сипаттамасы (О.А.Алекин бойынша).
26. Табиғи және ағынды сулар қоспаларының, олардың фазалық-дисперстік жағдайына байланысты жіктелуі (Л.А.Кульский бойынша).
27. Су сапасын жақсартудың негізгі әдістері мен технологиялық схемалары.
28. Табиғи суларды тазарту технологиясында реагенттер қолдану.
29. Су тазарту станцияларында қолданылатын негізгі әдістер мен технологиялық процесстер.
30. Ауыз суды дайындауда қолданылатын негізгі әдістер мен технологиялық процесстер.
31. Суды залалсыздандыру әдістері, реагентті және реагентсіз әдістер.
32. Су тазарту станцияларын тазарту қондырғыларының өздігінен ағатын жүйесімен жинақтау.
33. Темір және алюминий тұздарының коагуляциялау әсерінің физика-химиялық негіздері.
34. Жоғары молекулалы заттардың флокуляциялық әсерінің негіздері және олардың суды тазартуға қолданылуы.
35. Табиғи және ағынды суларды коагуляциялық тазарту әдісінің теориялық негіздері.
36. Су тазартудың механикалық әдістері және тиімділігі, суды механикалық тазартудың негізгі қондырғылары мен аппараттары.
37. Суды тұндыру және мөлдірлеу процесстерінің теориялық негіздері. Тұндырғыштар.
38. Фильтрлер және олардың түрлері.
39. Суды жұмсарту әдістері. Суды ион алмасу әдісімен жұмсарту және тұзсыздандыру.

40. Дистилляция.
41. Ион алмасу әдісінің физика-химиялық негіздері.
42. Ион алмастырғыш материалдар және олардың сипаттамасы.
43. Суды тұзсыздандыру (тұщыландыру) әдістері.
44. Ағынды сулардың құрамы мен қасиеттері.
45. Ағынды сулардың түзілу ерекшеліктері және су объектілеріне әсері.
46. Ағынды сулардың су қоймаларына төгу шарттары.
47. ШРТ есептеу.
48. Ағынды сулардың қажетті тазарту дәрежесін анықтау.
49. Ағынды суларды тазартудың технологиялық схемаларын жасау және негіздеу.
50. Қалалық ағынды сулардағы негізгі ластаушы заттар.
51. Елді мекендердің және өндірістік кәсіпорындардың су шығару жүйелері.
52. Өндірістік ағынды суларды локальды тазарту принциптері.
53. Өндірістік ағынды суларды қалалық канализация жүйелеріне қабылдау шарттары.
54. Қалалық су тазарту қондырғыларының жалпы сипаттамасы және мақсаты.
55. Ағынды суларды тазартудың биохимиялық әдістері, қолданылу облыстары.
56. Биохимиялық әдістермен тазартылатын ағынды сулардың негізгі көрсеткіштері.
57. Биохимиялық тотығу процестеріне әр түрлі факторлардың әсері.
58. Шашырату алаңдары, фильтрация өрісі және биологиялық тоғандар.
59. Ағынды суларды биохимиялық тазарту ғимараттары.
60. Аэротенктер, түрлері, конструкциясы.
61. Метантенктер, қолданылуы, конструкциясы.
62. Белсенді лайдың сипаттамалары. Оттегінің биологиялық қажеттілігі (ОБК).
63. Аэротенктерде ағынды суларды тазартудың технологиялық схемалары.
64. Биофильтрлер, (тамшылы биофильтрлер).
65. Ағынды суларды биохимиялық тазарту әдісінің тиімділігін арттырудың негізгі жолдары.
66. Активті илдің өсуінің жағдайлары, ағынды суларды тазартудағы активті илдің ролі.
67. Имобилизирленген биомассасы бар реакторларда ағынды суларды тазартудың биотехнология әдістерін қолданудың болашағы.
68. Ағынды суларды тазартудың химиялық әдістері. Нейтралдау.
69. Тотығу және тотықсыздану әдістері.
70. Су тазартудың флотациялық әдістері.
71. Ерітіндіден ауа бөлінуі арқылы жүретін флотация (вакуумды, напорлы және эрлифтті флотация).
72. Ауаны механикалық диспергирлеу арқылы жүретін флотация, импеллерлі флотатордың схемасы.
73. Биологиялық, химиялық және иондық флотация.

74. Көбікті және қысымды флотация әдістерінің негіздері, бұл әдістерді су тазартуға және ағынды сулардан бағалы компоненттерді бөліп алу үшін қолдану.
75. Су тазартудың сорбциялық әдістерінің негізі, сорбциялық технологияның қолданылу облыстары.
76. Суды тазартуға қолданылатын сорбенттер және олардың жіктелуі.
77. Адсорбциялық қондырғылар және адсорбенттің регенерациясы.
78. Ион алмасу шайырларын өндірістік ағынды сулардың құрамындағы бағалы компоненттерді бөліп алу үшін қолдану.
79. Ион алмасу фильтрлерінің түрлері және олардың регенерациясы.
80. Ағынды суларды электрохимиялық тазарту әдістерінің жіктелуі және қолданылу облыстары.
81. Электрокоагуляция, электрофлотация.
82. Электродиализ.
83. Ағынды судың құрамындағы ластаушы заттардың электрототығуы кезінде жүретін анодтық процесстер. Металдардың анодтық еруін су құрамындағы қоспаларды коагуляция жасау үшін қолдану.
84. Ағынды суларды электрохимиялық тазартудың аралас әдістері - электрокоагуляция, электрофлотокоагуляция және т.б.
85. Электрохимиялық су тазарту әдісінің негізгі аппараттары.
86. Су тазартудың мембрандық әдістерінің сипаттамалары.
87. Кері осмос және ультрафилтрация.
88. Мембрандық әдістердің су дайындау және ағынды суларды тазарту процестерінде қолданылуы.
89. Ағынды суларды тазартудың термиялық әдістері (ағынды суларды концентрлеу (қоюландыру), термототығу).
90. Ағынды суларды тазартудың термиялық әдістері (сұйық фазалық тотығу, бу фазалық тотығу, от әдісі).
91. Горизонтальды тұндырғыштың параметрлерін есептеу.
92. Вертикальды тұндырғыштың параметрлерін есептеу.
93. Радиальды тұндырғыштың параметрлерін есептеу.
94. Фильтрдің негізгі параметрін есептеу.
95. Фильтрлеу көрсеткішін және фильтрдің қорғаныс әсерінің уақытын анықтау.
96. Ион алмастырғыш қондырғылардың (катиониттің және аниониттің) параметрлерін есептеу.
97. Қалалық ағынды суларды биологиялық тазарту үшін аэротенктің негізгі параметрлерін есептеу.
98. Ағынды суларды су объектісіне төгу үшін қажетті тазарту дәрежесін есептеу.
99. Араластыру коэффициентін және сұйылту еселігін есептеу.
100. Флотатор қондырғыларын есептеу.

## Глоссарий

*Абсорбция* – белгілі бір сұйық заттың газдың немесе сұйықтың құрамындағы затты өзінің бетіне сіңіру қабілеті.

*Акватория* - әр түрлі текті су кеңістігі. Акватория көлемдік түзілімдерді де, судың бетінен оның түбіне дейінгі қабатын да және атмосфера мен литосфераның қатар жатқан қабаттарын да қарастырады.

*Аэрация* - әр түрлі су қоймаларын немесе топырақты жасанды немесе табиғи жолмен атмосфералық ауамен қанықтыру. Табиғи су қоймаларын аэрация жасау үшін мынадай техникалық тәсілдер қолданылады: мұз қабатын жою немесе бұзу, су қабаты арқылы ауа тогын жіберу, май немесе мұнай қабаттарын жою.

*Аэробтар* – ортада оттегі бар кезде ғана өмір сүре алатын организмдер.

*Анаэробтар* – бос оттегі жоқ кезде тіршілік ететін организмдер.

*Ағынды сулар* – адамның тұрмыс және өндіріс мақсатына қолданылып, шығарылған сулар, сондай-ақ ластанған территориялардан жауын шашынмен ағып шыққан сулар.

*Ағынды суларды тазарту* – ағынды суларды ластаушы заттарды ыдырату немесе бөліп алу. Ағынды суларды ластаушы заттардан тазартудың көптеген әдістері және механизмдері белгілі.

*Айналмалы сумен жабдықтау* – халықтың және экономика салаларының техникалық мұқтажы үшін суды бірнеше мәрте қолдану.

*Бентос* – су түбінде тіршілік ететін организмдердің жиынтығы.

*Биоиндикаторлар* – биотикалық текті қоршаған табиғи ортаның компоненттері – қоршаған орта жағдайының мониторингінде қолданылатын жануарлар, өсімдіктер және микроорганизмдер.

*Гидросфера* – құрлықтағы (тереңдегі, топырақтағы, жер бетіндегі), мұхиттағы және атмосферадағы, яғни жер шарындағы барлық сулардың жиынтығы.

*Гидробионттар* – су объектілерін тұрақты мекендеушілер.

*Гидролиз* – судың қатысуымен жүретін, әр түрлі қосылыстардың ыдырау процесі.

*Грунт сулары* - геологиялық жыныстар қабатының бірінші (жоғарғы) сулы қабатында түзілген сулар.

*Детергенттер* – синтетикалық беттік активті заттар, тұрмыста және өнеркәсіпте эмульгаторлар және жуғыш заттар ретінде қолданылады, микроорганизмдер ыдырата алмайды, су қоймасының оттегі балансын бұзады, судың органолептикалық қасиеттерін нашарлатады, микрофлораның құрамын өзгертеді, тірі организмдерге зиянды әсер етеді.

*Судың агрессивтілігі* – судың құрамындағы еріген заттардың әсерінен әр түрлі материалдарды бұзуға қабілеті. Судың әсерінен гидролиз, гидратация, және еру процестері жүруі мүмкін. Құрамында күйдіргіш нарт және күйдіргіш калий бар сілті сулар өте агрессивті.

*Су шаруашылық балансы* – су ресурстарын және белгілі аймақтың шегінде суға қажеттілікті сандық сипаттау.

*Су ресурстары* – қарстырылатын территориядағы жер үсті және жер асты суларының қорлары. Су ресурстарына теңіз, өзен, көл, батпақ, тоған сулары, мұздықтар, жер асты сулары, топырақ ылғалы жатады.

*Су пайдалану* – халықтың және экономика салаларының суға мұқтаждықтарын қанағаттандыру.

*Су тұтыну* – су қоймаларынан және сумен жабдықтау жүйелерінен суды тұтыну.

*Су реттейтін құрылғылар* – су шығынын және су деңгейін реттеуге арналған құрылғылар.

*Су ресурстарын орнына келтіру* – табиғи су айналымының нәтижесінде су ресурстарының қалпына келуі және тазаруы. Су ресурстарының сандық және сапалық сипаттамаларын жақсартуға, өздігінен тазару қабілетіне қажетті жағдайлар жасауға да бағытталған шаралардың кешені.

*Судың қаттылығы* – құрамында сілтілік-жер металдарының еріген тұздарының, әсіресе кальций мен магний мөлшеріне байланысты бағаланатын, табиғи судың сипаттамасы. Қаттылығы жоғары суда сабын ерімейді, көп мөлшерде қас түзіледі, су техникалық мақсаттарғы қолдануға жарамайды.

*Судың тұздылығы* – судың құрамындағы тұздардың жалпы мөлшері.

*Суды хлорлау* – ауыз суды немесе ағынды суларды залалсыздандыру мақсатымен, хлордың судағы ерітіндісімен өңдеу.

*Судың түсі* – судың оптикалық тығыздығы, фотометриялық әдіспен толқын ұзындығының әр түрлі интервалдарында өлшенеді.

*Судың сілтілігі* – табиғи судың құрамындағы сілтілік реакция беретін қосылыстар. Сілтілікті негізінен натрий, кальций және магний карбонаттары береді. Титрлеген кездегі рН-тың соңғы мәні арқылы анықталатын, жалпы және еркін сілтілік түрлері бар.

*Су қоймасының эвтрофикациясы* – су қоймасының эвтрофикациясы биогенді элементтердің жинақталуы нәтижесінде су қоймасының өнімділігінің жоғарылауы. Азот, фосфор, калий және басқа да биогенді элементтердің біраз мөлшерінің су қоймасына түсуі нәтижесінде су қоймасын мекендейтін организмдер күрт өседі. Өсімдіктер биомассасының өсуі оттегінің азаюына әкеледі және балықтардың, басқа да тірі организмдердің тіршілік жағдайы нашарлайды. Ең соңында, еріген оттегі мөлшерінің күрт азаюынан, су қоймасында тотықсыздандырғыш орта пайда болады, тұнбада органикалық заттардың жинақталу процесі күшейеді және шіріген батпақ түзіледі.

*Седиментация* – ағатын немесе ақпайтын сулардағы кез келген қатты бөлшектерді тұндыру.

*Нөсер сулары* – жауын-шашын сулары.

*Фильтрация алаңдары* – тазарту құрылыстарының құрамында ағынды суларды табиғи биологиялық әдіспен тазарту үшін дайындалған, грунты жеңіл жер учасоктары (күм, т.б.). Фильтрация алаңдарына механикалық қоспалардан, гельминттердің жұмыртқаларынан тазартылған сулар түседі.

*Тіке сумен жабдықтау жүйесі* – су бір рет пайдаланылған соң тұндырғыштарға немесе коллекторларға төгілетін сумен жабдықтау жүйесі.



## МАЗМҰНЫ

ПӘННІҢ ОҚУ БАҒДАРЛАМАСЫ – SYLLABUS	3
Оқу жоспарының көшірмесі	3
Пән туралы мәліметтер	3
Тапсырмалардың тізімі мен түрлері және оларды орындау кестесі	4
Әдебиеттер тізімі	5
Білімді бақылау және бағалау	7
НЕГІЗГІ ТАРАТЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР МАЗМҰНЫ	9
Курстың тақырыптық жоспары	10
Дәріс сабақтарының конспектсі	10
Тәжірибелік сабақтардың жоспары	56
Лабораториялық сабақтардың тақырыптары	80
Студенттердің оқытушының жетекшілігімен өз бетімен жұмыстарының (СОӨЖ) көлеміндегі сабақтардың жоспары	97
Студенттердің өз бетімен жұмыстары көлеміндегі сабақ жоспары (СӨЖ)	100
Курс бойынша жазбаша жұмыстардың тақырыптары	101
Өз бетімен бақылау үшін тест тапсырмалары	103
Курс бойынша емтихан сұрақтары	107
Глоссарий	111

Керейбаева Гүлсара Хабиболлақызы  
Лапшина Ирина Зайнидиновна

**ТАБИҒИ ЖӘНЕ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНИКАСЫ МЕН  
ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

Пәннің оқу-әдістемелік кешені

(5B073100 – Тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау мамандығы  
үшін)

Редактор

Техн. редактор

«Қолданбалы экология»  
кафедрасы мәжілісінің хаттамасы № \_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 ж.

Жоғары технологиялар және  
тұрақты даму институты  
ОӘК мәжілісінің хаттамасы № \_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 ж.

Басуға қол қойған күні ... 20...ж.

Таралымы ... дана. Пішімі 60x84 1/16. № 1 баспаханалық қағаз.  
Көлемі....б.т. Тапсырыс № ... Бағасы келісімді.

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы  
ҚазҰТУ Ақпараттық-баспа орталығы,  
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22